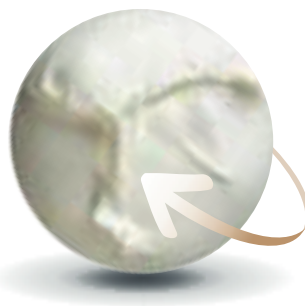


GERMANO MUCCHETTI

# STORIE DI MOZZARELLE



DALLA MOZZARELLA DI BUFALA DELLE TERRE DI ORIGINE  
ALLA MOZZARELLA DI BUFALA CAMPANA DOP  
E AL MONDO GLOBAL DELLE MOZZARELLE COMUNI

# **STORIE DI MOZZARELLE**

GERMANO MUCCHETTI

dito da: Consorzio di Tutela Mozzarella di Bufala Campana DOP  
Via Gasparri, 1 - 81100 Caserta  
[www.mozzarelladop.it](http://www.mozzarelladop.it)

Progetto grafico e copertina: Cozzella S.r.l. - Napoli  
Stampa: GRAFORD S.r.l.

© Consorzio di Tutela Mozzarella di Bufala Campana DOP

Codice ISBN: 979-12-210-7604-2

Storie di Mozzarelle.

Dalla Mozzarella di Bufala delle terre di origine alla Mozzarella di Bufala Campana DOP e al mondo global delle Mozzarelle comuni

Germano Mucchetti

Professore Ordinario di Scienze e Tecnologie Alimentari





...anche quest'oggi è diventato ieri

Issa Kobayashi (1763-1828)



## Prefazione

L'Autore di questa Opera è il Prof. Germano Mucchetti, un illustre collega ma soprattutto un grande amico.

I formaggi a pasta filata, nel loro insieme, e la Mozzarella in particolare rappresentano uno degli esempi del saper fare caseario italiano. Il saper trasformare una materia prima come il latte, in origine di bufala e quindi anche di vacca, in un formaggio riconosciuto nel mondo è la testimonianza della capacità dei casari del meridione italiano di affinare una tecnologia unica, emulata poi dall'industria nazionale e internazionale.

Nel testo sono coniugati sapere tecnologico, curiosità storica e attenzione nel comprendere le strette relazioni tra modi di fare formaggio e domande di un mercato in crescita. Conoscenze peculiari descritte con precisione, dovizia di informazioni e interrogativi che fanno dell'Opera una sintesi della storia e dell'attualità delle Mozzarelle, al plurale come piace all'Autore.

Nello sviluppo del testo il Prof. Germano Mucchetti si districa sapientemente nel complesso mondo delle Mozzarelle, italiane ed estere, a elevato contenuto di umidità o per pizza, senza fare sconti ai dubbi e alle incertezze che possono derivare dai talvolta incerti racconti della tradizione. Ne è esempio il capitolo dedicato alla storia dell'uso del nome Mozzarella, termine dialettale locale accolto con difficoltà nel dizionario della lingua italiana e diventato solo nel 1900 nome adottato globalmente. Altro esempio di narrazione dei rapporti tra tecnica, mercato e storia sono le appendici al testo, in cui l'Autore racconta la diversa evoluzione delle regole delle denominazioni in Italia e nelle Americhe.

Nell'instancabile tentativo di definire i momenti chiave nell'evoluzione della Mozzarella, in differenti parti del testo l'Autore continua a discutere e a riflettere "a mente serena" sul rapporto tra vincoli legislativi e scelte tecnologiche che si sono evolute nel tempo. La competenza scientifica, il rigore accademico e, non trascurabile "l'affetto" per i formaggi da parte dell'Autore, fanno di questa opera un prezioso contributo allo sviluppo delle conoscenze casearie come si sono tramandate nel tempo.

Quale il "segreto" di questo approccio dell'Autore ai temi caseari? Il suo curriculum è testimone dei differenti momenti della sua formazione. Prima

gli studi Universitari in Scienze delle preparazioni alimentari, quindi la tesi di Laurea presso il Centro Latte del CNR a Milano, sotto la direzione della Prof.ssa Sandra Carini. A seguire l'esperienza di studio presso il centro dell'allora CNRZ di Thiverval-Grignon (Parigi-Francia) dell'INRA.

Poi, al rientro in Italia l'Autore inizia una ventennale attività di sperimentazione presso l'Istituto Sperimentale lattiero-caseario di Lodi dell'allora Ministero dell'Agricoltura. Attività sperimentale, sempre sotto la guida di giganti del settore, quali la già citata Prof.ssa Sandra Carini, il Dott. Giulio Cesare Emaldi e il Prof. Francesco Addeo, che hanno favorito anche collaborazioni di ricerca con il mondo della produzione, uniche e di grande valore applicativo. Ai tempi si sottolineava l'unicità di questi studi applicati, dando un valore peculiare al termine "sperimentale".

È in questo contesto che si formano le conoscenze casearie dell'Autore.

Nel 2005 l'Autore decide di iniziare una nuova avventura; la sfida Accademica come Professore Ordinario di tecnologie alimentari nel Dipartimento di Scienze degli Alimenti dell'Università di Parma. È in questo stimolante contesto che si sviluppano gli approfondimenti teorici utili ad allargare gli orizzonti intravisti con le precedenti ricerche e sperimentazioni. Approfondimenti teorici che permettono di giustificare le osservazioni empiriche e tecnologiche precedenti e che soddisfano il desiderio di comprendere dell'Autore. Un percorso che a partire dalla sperimentazione in caseificio lo ha condotto ad affrontare aspetti teorici e motivazioni alla base delle scelte di come operare la trasformazione casearia. Le costanti interazioni con le realtà della produzione hanno orientato il percorso di studio del prof Germano Mucchetti.

Si tratta di un percorso peculiare, forse insolito, che parte dalla sperimentazione e approda agli studi teorici che ne sono la base di comprensione.

Sono convinto di non poter essere smentito, se affermo che ad oggi l'Autore sia un sicuro punto di riferimento del sapere caseario per tutto il settore. Riferimento con caratteristiche uniche. Rappresenta, infatti, la perfetta sintesi del detto "non c'è buona pratica senza teoria". Un tecnologo caseario dall'approfondito sapere e dalla grande curiosità. Curiosità che lo ha spinto a studiare anche i motivi dell'evoluzione del modo di fare i formaggi, fra cui anche la Mozzarella di Bufala, in relazione con i cambiamenti della domanda

nel tempo e quindi con il passaggio dall'artigianato alla logica industriale della qualità.

Con l'Autore ho avuto il piacere di condividere gran parte dell'avventura professionale che ci ha condotti nel magico mondo del latte. È stato un onore e un grande piacere spartire con lui emozioni, discussioni (molte...) e sfide.

Un Autore quindi speciale, rigoroso nel metodo scientifico che non sceglie scorciatoie e non accetta compromessi con le sue convinzioni. Quindi un personaggio unico al quale, chi ha avuto la possibilità di conoscerlo non solo superficialmente, non può non essersi affezionato e non stimarlo per disponibilità scientifica ed umana.

Questo testo sarà di grande utilità per i tecnici del settore e per i colleghi ma anche un piacere di lettura per tutti coloro che vogliono approcciarsi con curiosità al mondo complesso delle Mozzarelle e in particolare della Mozzarella di Bufala Campana.

Erasmus Neviani

Professore Ordinario di Microbiologia Agraria

Presidente del Comitato Italiano FIL-IDF (Federazione Internazionale del Latte e Derivati)



## Indice

PREMESSA.....	1
INTRODUZIONE: LE INTERPRETAZIONI DELLA TRADIZIONE .....	4
L' EVOLUZIONE DEL MODO DI FARE E DELLE CARATTERISTICHE DELLE MOZZARELLE DALLE ORIGINI A OGGI.....	12
<b>Le origini del nome Mozzarella e la transizione dalla forma dialettale alla lingua italiana.....</b>	<b>12</b>
LO SVILUPPO DELLA MOZZARELLA DA PRODOTTO LOCALE A FENOMENO GLOBALE .....	22
<b>L'espansione della produzione della Mozzarella dall'area di origine verso il Nord Italia .....</b>	<b>23</b>
<b>L'espansione della produzione della Mozzarella dall'area di origine all'estero....</b>	<b>25</b>
La Mozzarella nel Nord America .....	25
La Mozzarella in Sud America .....	27
La Mozzarella in Oceania, Asia, Paesi Arabi e Africa: una storia più recente.....	27
<b>Probabili ragioni e alcuni dati sulla globalizzazione odierna della produzione di Mozzarella .....</b>	<b>32</b>
La storia del legame simbiotico tra Mozzarella e Pizza.....	32
Le Pizzerie nel mondo .....	35
<b>Produzione mondiale di Mozzarelle .....</b>	<b>36</b>
LE DUE PRINCIPALI TIPOLOGIE DI MOZZARELLA: A ELEVATA E RIDOTTA UMIDITÀ.....	37
<b>La Mozzarella come definita dal Codex Alimentarius .....</b>	<b>37</b>
<b>La composizione chimica centesimale delle principali varietà di Mozzarella .....</b>	<b>41</b>
<b>Le proprietà funzionali o <i>fisiche</i> delle Mozzarelle a ridotta umidità, anche dette per Pizza .....</b>	<b>44</b>

L'attitudine del formaggio a essere ridotto di dimensioni .....	46
La separazione di grasso liquido.....	46
La modificazione di colore.....	46
L'attitudine della Mozzarella a formare bolle bruciate .....	47
Le proprietà di fusione, elasticità e filabilità .....	47
<b>L'EVOLUZIONE NEGLI ANNI DELLA COMPOSIZIONE DELLE MOZZARELLE .....</b>	<b>49</b>
<b>I DRIVERS DEL PASSAGGIO DALLE MOZZARELLE ARTIGIANALI DELLA TRADIZIONE AI PRODOTTI INDUSTRIALI DI IERI E DI OGGI .....</b>	<b>53</b>
<b>I PUNTI CARATTERIZZANTI L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA DI PRODUZIONE DELLE MOZZARELLE: DATI E OPINIONI .....</b>	<b>60</b>
<b>LA TECNICA <i>ORIGINALE</i> .....</b>	<b>61</b>
<b>LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA TRASFORMAZIONE DEL LATTE IN MOZZARELLA FINO ALL'INIZIO DEGLI ANNI 1940 IN ITALIA .....</b>	<b>64</b>
<b>La conservazione e il commercio delle Mozzarelle .....</b>	<b>72</b>
<i>La conservazione delle Mozzarelle in crema o latte e nella "borsa" .....</i>	<i>73</i>
<b>L'inizio della diffusione della Mozzarella nelle Americhe .....</b>	<b>74</b>
<b>IL PROCESSO PRODUTTIVO DELLA MOZZARELLA DAGLI ANNI 1950 AD OGGI: STORIA DI UNA EVOLUZIONE CON INTERAZIONI COMPLESSE TRA ITALIA E AMERICHE .....</b>	<b>76</b>
<b>L'abbandono dell'uso esclusivo del latte caldo appena munto e l'introduzione della refrigerazione del latte .....</b>	<b>81</b>
<b>L'introduzione dell'uso del latte pastorizzato nella produzione di Mozzarella ....</b>	<b>84</b>
Esperienze di bactofugazione del latte applicato a latte crudo .....	89
<b>La standardizzazione della composizione chimica del latte .....</b>	<b>90</b>
Le tecniche di standardizzazione del contenuto proteico del latte.....	94



Un punto controverso della standardizzazione del latte: la riduzione della distribuzione delle dimensioni dei globuli di grasso per mezzo dell'omogeneizzazione.....	96
<b>Le colture starter per Mozzarella: dal sieroinnesto alle colture concentrate ad inoculo diretto .....</b>	<b>100</b>
<b>Le Mozzarelle con fermentazione lattica spontanea senza starter .....</b>	<b>118</b>
<b>Le Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte con correttori di acidità .....</b>	<b>120</b>
Le tecniche di acidificazione diretta del latte.....	125
<b>La terza via: acidificazione diretta e fermentazione lattica .....</b>	<b>126</b>
<b>Coadiuvanti tecnologici per la coagulazione: calcio cloruro e/o calcio fosfato colloidale .....</b>	<b>127</b>
<b>La coagulazione del latte .....</b>	<b>128</b>
Caglio ed enzimi coagulanti .....	128
La coagulazione del latte: aspetti gestionali .....	132
Il taglio del coagulo .....	135
Le vasche di coagulazione: capacità volumetrica e organi di taglio.....	136
I sistemi continui di coagulazione .....	137
<b>La semi-cottura della cagliata .....</b>	<b>139</b>
<b>Lo scarico della miscela dei grani di cagliata e del siero e la sosta della cagliata durante la fermentazione lattica e/o lo spurgo del siero .....</b>	<b>140</b>
La tecnologia della sosta della cagliata in agitazione (stirred curd process).....	142
<b>La filatura della cagliata .....</b>	<b>146</b>
La scelta della temperatura di filatura .....	147
I modi della filatura: la filatura "umida" con acqua .....	149
La filatura "a secco" con vapore .....	156
Tecnologie alternative di filatura "a secco": microonde e altro .....	159
Le macchine per la filatura.....	162
<b>La formatura della Mozzarella .....</b>	<b>165</b>
<b>Il rassodamento della Mozzarella appena filata .....</b>	<b>168</b>
<b>La salagione in salamoia .....</b>	<b>170</b>

<b>Il confezionamento della Mozzarella .....</b>	<b>171</b>
L'avvolgimento in carta pergamena e film plastici.....	174
L'introduzione della conservazione in liquido di governo, il packaging e lo sviluppo del caseificio italiano della Mozzarella .....	175
Caratteristiche e limiti dei liquidi di governo relativi alla possibilità di prolungare la conservazione.....	178
<b>La durata di conservazione delle Mozzarelle: aspetti normativi e tecnici.....</b>	<b>184</b>
<b>Tecnologie innovative per migliorare la conservabilità della Mozzarella: uno sguardo verso il futuro.....</b>	<b>187</b>
<b>La sicurezza microbiologica delle Mozzarelle .....</b>	<b>190</b>
<b>Modi alternativi per abbinare conservazione e freschezza delle Mozzarelle ad elevata umidità .....</b>	<b>195</b>
La surgelazione della Mozzarella.....	195
La Mozzarella liofilizzata.....	198
La riproposizione della separazione delle fasi di produzione e filatura della cagliata, spostando la filatura in ambito del punto vendita o domestico .....	199
<b>Innovazione di prodotto nel settore della Mozzarella.....</b>	<b>201</b>
Le Mozzarelle "lactose free" .....	201
Le Mozzarelle "proteiche" e "fat free".....	202
Le Mozzarelle a ridotto tenore di grasso mediante impiego dei cosiddetti " <i>fat mimetics</i> " .....	205
<b>LA RESA DI CASEIFICAZIONE DEL LATTE A MOZZARELLE .....</b>	<b>206</b>
<b>Le equazioni predittive della resa.....</b>	<b>210</b>
<b>ASPETTI GESTIONALI E DI SOSTENIBILITÀ DELLA PRODUZIONE DI MOZZARELLE .....</b>	<b>215</b>
<b>La produttività: sistemi discontinui vs continui.....</b>	<b>215</b>
<b>La sostenibilità ambientale del processo produttivo.....</b>	<b>217</b>
<b>La Mozzarella ottenuta da cagliata e/o derivati del latte, il caseificio senza latte allo stato fluido .....</b>	<b>221</b>

LE FRODI E LE SOFISTICAZIONI NEL SETTORE DELLA MOZZARELLA IN ITALIA .....	226
<b>Il tenore di grasso.....</b>	<b>227</b>
<b>Il limite di furosina .....</b>	<b>228</b>
<b>L'uso di latte diverso da quello della specie animale di riferimento nella denominazione del formaggio .....</b>	<b>229</b>
<b>La non osservanza del peso dichiarato in etichetta per le Mozzarelle vendute a peso predeterminato .....</b>	<b>231</b>
<b>Le frodi relative alla violazione di prescrizioni relative alle Mozzarelle tutelate come Indicazione Geografica o Specialità Tradizionale Garantita. ....</b>	<b>233</b>
<b>Il divieto dell'uso di cagliate conservate, nazionali o d'importazione.....</b>	<b>233</b>
Determinazione dell'uso di cagliate conservate in Mozzarella di Gioia del Colle DOP e Mozzarella Tradizionale STG .....	233
Determinazione dell'uso di latte di bufala congelato e/o cagliate conservate in Mozzarella di Bufala Campana DOP.....	235
<b>Determinazione dell'utilizzo di materie prime provenienti da aree geografiche diverse da quella tutelata dalla DOP .....</b>	<b>237</b>
APPENDICE 1 .....	241
NASCITA ED EVOLUZIONE DEGLI STANDARD DI IDENTITÀ DELLE MOZZARELLE CON INDICAZIONE GEOGRAFICA O COMUNQUE TUTELA DELLA DENOMINAZIONE.....	241
<b>Introduzione .....</b>	<b>243</b>
LA MOZZARELLA DI BUFALA CAMPANA DOP: STORIA DELL'EVOLUZIONE DELLE REGOLE ALLA BASE DELLA DENOMINAZIONE ..	245
I primi tentativi di difesa della denominazione e l'insuccesso alla Convenzione di Stresa .....	245
La tutela della Mozzarella di Bufala come denominazione tipica .....	249
Dalla Mozzarella di bufala alla Mozzarella di Bufala Campana DO prima e poi DOP .....	254

La modifica del disciplinare approvata nel 2008.....	260
La separazione degli stabilimenti .....	263
Le proposte di modifica del disciplinare DOP.....	263
L'attuazione della legge del 2008 sulla separazione degli stabilimenti.....	265
Una nuova proposta di modifica del disciplinare DOP .....	268
Congelamento di latte, cagliate o formaggi DOP in altri Paesi Europei .....	270

LA MOZZARELLA DI GIOIA DEL COLLE DOP: UNA STORIA CHE PARTE DALL'INSUCCESSO DEL FIOR DI LATTE DOP.....	272
--	-----

IL FIOR DI LATTE MOLISANO DOP: UNA POSSIBILE NUOVA ENTRATA NEL MONDO DEI FORMAGGI FRESCHI A PASTA FILATA TUTELATI DALL'INDICAZIONE GEOGRAFICA .....	279
---	-----

LA MOZZARELLA TRADIZIONALE STG .....	281
--------------------------------------	-----

LE MOZZARELLE "COMUNI" SECONDO LE NORME UNI .....	284
---	-----

LE MOZZARELLE SECONDO IL CODE OF FEDERAL REGULATIONS DEGLI STATI UNITI.....	288
--	-----

<b>Le Mozzarelle secondo il Codice Alimentario Argentino e le analoghe leggi Brasiliane .....</b>	<b>294</b>
---	------------

APPENDICE 2 .....	298
-------------------	-----

I FORMAGGI A PASTA FILATA CON FARCIA.....	298
---	-----

<b>Introduzione.....</b>	<b>300</b>
--------------------------	------------

<b>La Manteca.....</b>	<b>301</b>
------------------------	------------

<b><i>Burrielli, uova di bufala in borsa e figliata .....</i></b>	<b>303</b>
---	------------

<b>La Burrata.....</b>	<b>305</b>
------------------------	------------

<b>La Burrata di Andria IGP.....</b>	<b>309</b>
--------------------------------------	------------

La tecnica di produzione della Burrata di Andria IGP secondo le regole del disciplinare .....	310
<b>La produzione industriale delle burrate “comuni”: le differenze rispetto alla Burrata di Andria IGP .....</b>	<b>313</b>
<b>Le caratteristiche di composizione chimica delle burrate .....</b>	<b>316</b>
<b>La Burrata di bufala.....</b>	<b>319</b>
<b>La Burrata mista: latte di bufala e panna di vacca .....</b>	<b>323</b>
<b>La durata di conservazione delle burrate .....</b>	<b>325</b>
<b>La Burrata <i>frozen</i>.....</b>	<b>328</b>
<b>Burrata e sicurezza microbiologica .....</b>	<b>329</b>
<b>COMMENTI CONCLUSIVI.....</b>	<b>331</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>333</b>



## Premessa

La Mozzarella, quella fatta con latte di bufala nelle aree tradizionali del Meridione d'Italia, è entrata solo in un secondo tempo nel processo della mia formazione al gusto. Come persona oggi matura nata e cresciuta tra Lombardia ed Emilia sono stato abituato prima ad apprezzare i formaggi a pasta dura granulosa. Nel periodo degli anni 1960-70, la Mozzarella di vacca dell'industria del Nord rappresentava per il consumatore locale l'immagine della pasta filata fresca. L'incontro con la Mozzarella di Bufala è stato per me quindi tardivo, ma ha rappresentato una grande scoperta, gastronomica e culturale. La passione per il mondo dei formaggi, dopo la laurea, si trasformò in professione quando grazie al lavoro di *sperimentatore* all'allora Istituto Sperimentale Lattiero Caseario di Lodi iniziai ad allargare le mie conoscenze anche ai formaggi duri e molli della montagna bresciana e lombarda e poi a tanti altri, artigianali e industriali. L'arrivo all'Istituto di Lodi nel 1995 come direttore di Francesco Addeo, professore dell'Università di Napoli, già allora noto studioso del latte di bufala e della Mozzarella formaggio espressione della sua terra di origine, mi stimolò anche a iniziare a conoscere scientificamente il mondo dei formaggi freschi a pasta filata, compresi quelli di bufala, che da poco avevano ricevuto il riconoscimento nazionale della Denominazione di Origine come Mozzarella di Bufala Campana. Questo significò scoprire entrambi i lati di quella linea di confine, o forse meglio quel sottoinsieme comune, che unisce ed allo stesso tempo distingue i mondi della Mozzarella di bufala e di vacca, quest'ultima nella pluralità delle sue declinazioni di formaggio da mangiare tal quale oppure come ingrediente di cucina e della Pizza, per eccellenza.

Il mio primo rapporto di conoscenza approfondita con il mondo antico e moderno della Mozzarella di Bufala Campana DOP ebbe quindi inizio nel 1996, quando insieme a Domenico Carminati, amico e collega microbiologo di Lodi, ebbi l'opportunità di visitare molti caseifici campani e discutere con casari, tecnici e gestori delle aziende al fine di gettare le basi di un manuale di autocontrollo igienico, nel contesto dell'allora nascente approccio all'HACCP.

Conoscere i modi di fare la Mozzarella di Bufala Campana DOP è stato momento chiave per capire le differenze con il mondo della vacca, e allo stesso tempo intuire come le sfide affrontate dalla Mozzarella vaccina

proprio grazie al suo successo e le risposte date potevano giocare un ruolo per non chiudere la Mozzarella di Bufala in una riproduzione acritica del passato, soprattutto nel momento in cui il suo mercato non era più la *Taverna di Aversa*, ma l'intero mondo.

Lo scopo di questo libro è stato quello di provare a raccontare alcune delle tante storie che hanno percorso e percorrono l'evoluzione del modo di fare e raccontare le Mozzarelle, partendo dall'area geografica di origine per allargarsi al mondo, ove gli emigrati italiani sono stati motore della sua diffusione, reinterpretandola quando necessario.

La storia del nome Mozzarella, da forma dialettale a sostantivo oggi usato in tutto il mondo, occupa a tal fine il giusto abbondante spazio.

Il libro, per quanto scritto con metodo scientifico come testimonia l'ampio ricorso alla citazione delle fonti bibliografiche, vuole usare la conoscenza scientifico-tecnologica e quella dell'evoluzione delle regole con lo scopo ambizioso di provare a spiegare o quantomeno ipotizzare le tante ragioni delle diverse evoluzioni del modo di fare e delle caratteristiche delle Mozzarelle. Un mercato in enorme crescita sia in termini di produzione che di area geografica e quindi di culture alimentari e modi di consumo si è trovato di fronte a input non poche volte contraddittori e a uno sviluppo spesso diseguale almeno nella sua velocità. La sfida, diversamente declinata, è stata ed è quella di trasformare un formaggio fresco, che tale vuole rimanere, in un formaggio che deve soddisfare una durata di conservazione sempre maggiore e che per fare questo ha dovuto affrontare l'innovazione.

Il libro cerca quindi di spiegare i motivi che stanno alla base del rapporto tra scelte tecnologiche, uso di latte e/o cagliate, rese di trasformazione, durata di shelf life mettendoli in rapporto con l'esigenza di gestire i costi e mantenere le caratteristiche di qualità delle tante Mozzarelle. Il successo della Mozzarella è paradossalmente testimoniato anche dal fatto che è una delle varietà di formaggio forse maggiormente oggetto di tentativi di frode.

Due appendici chiudono il libro, una dedicata a illustrare la storia delle regole sia delle Mozzarelle tutelate come Indicazione Geografica che di quelle di oltreoceano, storia anche quest'ultima non priva di contrasti locali e insegnamenti.



La seconda è dedicata alle burrate, ovvero a quelle che oggi sono normalmente Mozzarelle con farcia, un prodotto di successo in controtendenza rispetto al *mainstream* nutrizionale corrente.

Due auspici. Il primo è che il lettore già introdotto nel settore delle Mozzarelle trovi in questo libro motivi di riflessione e di stimolo per potere collocare in una prospettiva più ampia la propria attività produttiva e/o di studio.

Il secondo è che l'amante di storie del cibo possa aumentare le proprie conoscenze sulle dinamiche che hanno fatto diventare una produzione casearia, minore fino a inizio 1900, uno degli emblemi del *Made in Italy* alimentare nel mondo.

Voglio concludere questa premessa ringraziando il Consorzio di Tutela della Mozzarella di Bufala Campana con cui collaboro da oltre due decenni per avere accolto la mia proposta di volersi fare editore di questo libro non celebrativo ma dedicato a tutte le Mozzarelle, i cui contenuti esprimono esclusivamente il mio pensiero.

Germano Mucchetti

Lograto (Brescia) luglio 2024

## Introduzione: le interpretazioni della tradizione

Eric Hobsbawm, storico inglese, nella sua introduzione al libro *“The invention of tradition”* (1983), afferma che *“Le tradizioni che sembrano o sostengono di essere antiche sono spesso abbastanza recenti e talvolta inventate... la particolarità delle tradizioni inventate è che la continuità con esse [un passato storico] è in gran parte fittizia... La tradizione in questo senso deve essere distinta chiaramente dalla consuetudine che domina le cosiddette società tradizionali. L'oggetto e la caratteristica delle tradizioni, comprese quelle inventate, è la continuità. Il passato, reale o inventato, a cui si riferiscono impone pratiche prefissate (normalmente formalizzate), come la ripetizione. La consuetudine nelle società tradizionali ha la doppia funzione di motore e di volano. Non preclude l'innovazione ....<sup>1</sup>.”*

Il mondo caseario, così come larga parte di quello più generale degli alimenti, non sfugge a questo rischio in quanto riconosce un forte valore comunicativo alla rappresentazione dei legami con la tradizione o supposta tale, anche quando le differenze tra le caratteristiche attuali del formaggio e/o del suo modo di produzione appaiono immediatamente evidenti rispetto al passato.

La prima caratteristica che dà questo senso di continuità è il nome del formaggio. I dibattiti su come regolare la possibilità di indicare una varietà di formaggio con un nome che non generi confusione per chi lo vuole identificare sono ormai remoti nel tempo. Lo sviluppo del commercio su basi più ampie di quella strettamente locale ha posto il tema del riconoscimento del nome sulla base dell'origine geografica, ma anche quando questa è riconosciuta (a livello globale o solo regionale<sup>2</sup>), non viene meno il tema dell'inevitabile modificazione degli usi produttivi nel tempo e quindi con essi anche delle caratteristiche del formaggio, nonostante il mantenimento del nome.

---

<sup>1</sup> *“traditions which appear or claim to be old are often quite recent and sometimes invented.....the peculiarity of invented traditions is that the continuity with it [a historic past] is largely factitious... Tradition in this sense must be distinguished clearly from custom which dominates so-called traditional societies. The object and characteristic of traditions, including invented ones, is invariance. The past, real or invented, to which they refer imposes fixed (normally formalized) practices, such as repetition. Custom in traditional societies has the double function of motor and fly-wheel. It does not preclude innovation....”*

<sup>2</sup> Si consideri il sistema delle Indicazioni geografiche a livello di Unione Europea e i Codici Alimentari dei Paesi di altri continenti. Un esempio classico è la tutela dell'uso della denominazione Parmigiano Reggiano nel mondo. Per approfondimenti (Mucchetti G., 2022)

La definizione del grado di tradizionalità di una varietà di formaggio è argomento complesso e non univoco in quanto la coerenza tra denominazione, caratteristiche del formaggio e metodo di ottenimento può essere la risultante di una lunga serie di modificazioni avvenute progressivamente nel tempo, senza avere dato la sensazione di forti apparenti soluzioni di continuità. In altri casi, in presenza di salti apparentemente bruschi, talvolta il senso della continuità viene messo in secondo piano anche se esiste, perché si vuole evidenziare l'innovazione.

Nel tempo non solo può cambiare il prodotto, ma sicuramente con esso cambiano i consumatori non fosse altro per la successione delle generazioni e con esse la percezione dei valori.

Ogni alimento cambia nel tempo in funzione della capacità di chi lo produce di interagire con i cambiamenti di coloro che mangeranno quell'alimento, quali siano le motivazioni alla base dei cambiamenti. L'incapacità di interagire è uno dei motivi alla base della sparizione degli alimenti dal mercato, quanto meno di massa. A questa sparizione si può contrapporre tempo dopo un'operazione di recupero a sua volta basata sul richiamo ad una generica ed indefinita riscoperta della "tradizione".

Il valore intrinseco in campo alimentare della parola "tradizione" ne determina un utilizzo spesso ridondante, attraverso immagini, segni o il semplice utilizzo del sostantivo o dell'aggettivo derivato, "tradizionale".

L'Unione Europea, già nel 1993, con il Reg 1993/1848 che applicava il Reg CE 1992/2082 relativo all'attestazione di specificità dei prodotti agricoli ed alimentari, introduce la definizione di "*specialità tradizionale garantita*" (STG) in quanto come specificato nel Reg CE 509/2006 è più facilmente comprensibile "*agli occhi dei produttori e dei consumatori*".

Ai sensi di quest'ultimo Regolamento perché sussista la possibilità di indicare un alimento con l'appellativo "*tradizionale*" è sufficiente che il suo "*uso sul mercato comunitario*" sia "*attestato da un periodo di tempo che denoti un passaggio generazionale*", cioè almeno 25 anni.

Parlando di alimenti quali il formaggio Mozzarella, nome il cui uso risale in Italia almeno alla seconda metà del 1500, si comprende quale possa essere la difficoltà di capire gli aspetti di tradizionalità della pluralità di formaggi venduti oggi nel mondo con la medesima denominazione.

Secondo il Vocabolario Treccani la tradizione può essere definita come *“la trasmissione nel tempo, di generazione in generazione, di consuetudini, usi e costumi, modelli e norme”*.

Accettando questa definizione, è intuitivo che siano discutibili i requisiti di tradizionalità che un alimento oggi in commercio dovrebbe avere per potere affermare la coerenza logica dell’uso della denominazione *d’antan*.

Il paradosso, solo apparente, è che una denominazione manifesti il massimo grado di legame dinamico con la tradizione nel momento in cui diventa un nome comune e quindi patrimonio di tutti, come è stato il caso del nome Mozzarella che, partito dalle campagne del Meridione d’Italia, oggi identifica una pluralità di formaggi prodotti in molte parti del mondo con caratteristiche di composizione, metodi di ottenimento e tipologie di latte anche profondamente diversi. Al tradizionale latte di bufala e vacca, si affiancano tentativi di fare Mozzarelle anche con latte di capra e pecora, sia in Italia che in altri Paesi.

Una conseguenza dell’essere diventato nome comune è che viene meno la possibilità di tutelare l’uso della denominazione e quindi si può arrivare al paradosso che siano commerciati come Mozzarella anche formaggi ottenuti senza filatura della cagliata, ovvero quell’operazione che dovrebbe essere comune e caratterizzare questa varietà di formaggi. O anche, paradosso estremo, che siano proposti come Mozzarella alimenti ottenuti senza l’impiego di latte, in cui la proteina è di origine vegetale o prodotta con le tecniche biotech della cosiddetta *“fermentazione di precisione”*, così come il grasso.

Il valore intrinseco dell’aggettivo *“tradizionale”* ha fatto recentemente esplodere anche contenziosi tra Stati, nello specifico tra Italia e Germania nel 2020-2022, per l’uso della denominazione *“Mozzarella tradizionale”* come alimento tutelato dalle regole europee delle Specialità Tradizionale Garantite (STG), senza che sia stata discussa la misura della sua tradizionalità o venga ricordato come i due Stati avessero concordemente deciso di regolare e tutelare l’uso della denominazione<sup>3</sup> già nel lontano 1963.

In che misura il modo di ottenimento e le caratteristiche della *“Mozzarella tradizionale”* STG riflettono quelli originali? Senza tale conoscenza ogni discussione sui riferimenti alla tradizione rischia di mancare di concretezza,

---

<sup>3</sup>Legge 658/1966 in Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana (GURI) n 212 del 27 agosto 1966

se non quella della “*tradizione inventata*”. Qualora la discussione debba risalire a secoli addietro, ovviamente la situazione si complica.

Il punto chiave diventa quindi la conoscenza delle caratteristiche *originali* della Mozzarella o meglio quale grado di conoscenza dell'alimento di ieri e del modo di ottenerlo si può ritenere sia sufficiente per permettere di poterlo comparare con l'alimento di oggi e quindi esprimere una valutazione sul grado di conformità dell'alimento odierno alla tradizione.

E' noto che la disponibilità di formaggio risale a tempi remoti, ma i ritrovamenti archeologici o le antiche descrizioni come quelle del *De Re Rustica* (Libro VII, Capo VIII) di Lucio Giunio Moderato Columella (I° secolo dopo Cristo) per quanto accurate su alcuni principi base della caseificazione non consentono di identificare varietà di formaggio assimilabili con le attuali.

L'identificazione di non poche varietà di formaggio<sup>4</sup> inizia a ritrovarsi solo molto più tardi in testi classici quali la *Summa Lacticiniorum* del medico Pantaleone da Confienza (Pantaleone da Confienza, 1477).

Il termine Mozzarella compare probabilmente per la prima volta nell'opera di Bartolomeo Scappi (1570), senza tuttavia che ne siano specificate le caratteristiche e quindi tanto meno le differenze, se esistenti, con le provature fresche o marzoline, pure citate. Scappi riporta “*le liste del presentar le vivande in tavola*” alla Corte papale di Papa Pio V. Fra gli ingredienti che devono essere presenti nella “*credenza*” per potere eseguire i servizi previsti ad esempio per il “*pranzo in die veneris sanctis*”, Scappi (pagina 327, 4° libro) cita “*Caciocavallo fresco e secco, provature marzoline, ...giuncate, capi di latte, butiro fresco, ricotte fiorite, Mozzarelle fresche et neve di latte...*”.

Per le finalità di tali opere e la formazione culturale degli Autori, un medico e un cuoco, probabilmente non serviva una descrizione esatta delle caratteristiche dei formaggi citati e tanto meno del modo in cui sono stati ottenuti. Si possono tuttavia ricavare alcune informazioni su forma, aspetto,

---

<sup>4</sup>Per quanto la *vulgata* faccia frequente riferimento all'opera *De Re Rustica* di Marco Terenzio Varrone come esempio di descrizione delle varietà dei molteplici formaggi dell'epoca (I° secolo d.c.), in realtà le poche righe del Liber II, Caput XI “*De Lactis, Caseo, Lana*” parlano del diverso valore nutritivo dei formaggi di latte bovino, ovino e caprino e dei formaggi molli e giovani rispetto a quelli stagionati e secchi (*Est etiam discrimen, utrum casei molles et recentes sint, an rudi et veteres*). Altre distinzioni sul modo di ottenere queste categorie di formaggi non sono date. (Varrone, 1846)

dimensioni, consistenza, freschezza o stagionatura ma in termini genericamente qualitativi.

Talvolta in base ad aggettivi che indicano una provenienza si può ipotizzare anche l'area geografica di origine, che nel caso della Mozzarella può essere collocata tra l'attuale Campania e il Lazio, ove inizialmente erano conosciute anche con la denominazione di Provature e talvolta di Provole, dizioni di Mozzarella in lingua italiana all'epoca.

Una prima descrizione del modo di fare la Provola o Provatura, parenti più o meno stretti della Mozzarella, è fatta da Paolo Boccone (1697), monaco cistercense e naturalista, che scrive che la cagliata sosta per 24 ore coperta in un "*tinazzo*", dopo di che è tagliata in fette e "*si maneggia, in modo che fila*", si forma e si mette in acqua "*salita*" dopo che si asciuga all'aria.

Boccone, scrivendo subito dopo del "*Caciocavallo di Sicilia*" spiega fra i primi la pratica della filatura della cagliata tagliata in fettucce, immersa in siero ben caldo residuo alla lavorazione della Ricotta, lavorata con un legno fino ad avere una pasta unica, quindi formata nel modo desiderato e infine raffreddata prima di essere salata.

In linea generale occorrerà tuttavia attendere l'apparire della cultura enciclopedica nel 1700 per iniziare ad avere a disposizione informazioni più dettagliate su caratteristiche dei formaggi e modo specifico di ottenimento. Relativamente alla Mozzarella l'attesa si sposta di circa un secolo, si può ipotizzare per la collocazione geografica e per il fatto che nonostante fosse arrivata anche al desco papale è stata descritta come formaggio minore rispetto al Caciocavallo.

Gio Battista Gagliardo (1793) descrive con qualche dettaglio in più rispetto a Boccone la tecnica di ottenimento della "*Provatura*", illustrando le fasi di coagulazione del latte, dissierazione del coagulo, lievitazione della cagliata, riduzione di dimensioni della cagliata fermentata, immersione in acqua bollente, formatura, raffreddamento in acqua e salagione in salamoia, ovvero le tappe fondamentali ancora oggi in uso per la Mozzarella di Bufala Campana DOP.

La descrizione del modo di fare il formaggio non consente tuttavia ancora di avere informazioni chiare sulle sue caratteristiche.

La variabilità della descrizione della forma della Provatura è ampia. E' stata descritta avere forma arrotondata (Oudin, 1693), allungata (Veneroni, 1749), divisa in due parti attraversate da un giunco (Petrioli, 1740) o a fiaschetto (Cacciari, 1756). Tali forme ricordano la variabilità attuale delle Mozzarelle e sono coerenti con le ampie possibilità di diversificare la forma dei formaggi a pasta filata, allora ottenuta esclusivamente in modo manuale. Alcune informazioni si hanno anche sulla variabilità di peso. Antonio Cattaneo (1839) scrive infatti che fra i formaggi di latte di bufala vi sono le *provature o provole di figura rotonda e del peso di un rotolo circa*<sup>5</sup>, mentre le Mozzarelle sono *grosse quanto un uovo o più*.

Achille Bruni (1859), professore della Regia Università di Napoli, differenzia le *"provature o provole, di figura rotonda e del peso di un rotolo in circa"*, in accordo con Cattaneo, dalle Mozzarelle, *"grosse quanto un arancio"* e quindi più piccole raccontando che *"le sole provole, volendole serbare, a coppia legate con giunchi, e appese a lunga verga si fanno affumicare..."*. Questa notizia è confermata dal Prof. Eustachio Mingioli (1889) della Regia Scuola Superiore di Agricoltura di Portici che differenzia Provole e Mozzarelle non solo per l'origine del latte (bufala per la Provola e bufala o vacca per le Mozzarelle) e le dimensioni (un kg la Provola, mentre la Mozzarella può avere la grandezza di un mandarino, di un uovo di gallina o di colombo), ma anche per una diversa fermentazione della cagliata prima della filatura<sup>6</sup>.

Solo l'introduzione della caratterizzazione chimica degli alimenti, che ha i suoi albori nella seconda metà del 1800 ad esempio con gli studi di Anselme Payen (1865), inizierà a offrire uno strumento oggettivo di confronto che completa le informazioni descrittive e permette oggi di confrontare con accettabile accuratezza di informazione i formaggi del presente con quelli di ieri e stabilirne l'evoluzione e la parentela con la tradizione.

La Mozzarella da prodotto locale di Campania e Lazio e del Meridione d'Italia ha iniziato a diventare con i primi anni del 1900 un formaggio prodotto su scala sempre più globale. Lo sviluppo diseguale che ha avuto nei diversi Paesi

---

<sup>5</sup> Sulla base della conversione prevista dalle Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie province del Regno (1877), 1 rotolo equivaleva a 0,890997 kg.

<sup>6</sup> *"...il coagulo [della Provola] si rimaneggia fra le mani onde dargli consistenza, e poscia si mette a crescere, come dicono i casari, o meglio a fermentare debolmente.....dalle 4 alle 6 ore d'estate e dalle 10 alle 12 ore d'inverno"..." ..ai globi della stessa pasta della Provola ma senza farla crescere si fa subire un lavorio maggiore da divenire filante.....giunta la pasta a questo stato, si appallottola per farne Mozzarelle"* (Mingioli, 1889)

del mondo ha determinato inoltre un effetto in base al quale alcune modificazioni di prodotto e di processo introdotte negli Usa o in Argentina dagli emigranti italiani per rispondere al diverso contesto (es. la separazione del luogo e del momento della preparazione della cagliata da quello della sua filatura, l'acidificazione diretta del latte o l'uso della Mozzarella come ingrediente caratterizzante della Pizza e lo sviluppo delle grandi catene di pizzerie oltre che dell'industria della Pizza) sono rimbalzate in Italia e riprese talvolta in modo analogo altre volte reinterpretate, come a esempio l'uso italiano dell'acido citrico o dell'acido lattico anziché del *vinegar* applicato negli USA.

Il risultato di tale confronto potrebbe generare anche altri apparenti paradossi in base ai quali si potrebbe arrivare a ipotizzare che le caratteristiche di composizione chimica delle Mozzarelle per Pizza attuali fatte con metodi industriali siano più vicine alle Mozzarelle *d'antan* che non le Mozzarelle "*tradizionali*" di oggi, sia che con l'aggettivo "*tradizionali*" si faccia riferimento al prodotto industriale STG tutelato dalla Comunità Europea che a formaggi artigianali di piccoli produttori, considerati *tradizionalisti* per antonomasia anche quando, talvolta, alcuni fra loro sono soltanto pessimi imitatori di alcuni comportamenti della *cattiva* industria.

Lo scopo del testo è quindi quello di cercare di ricostruire le storie di una varietà di formaggi, le Mozzarelle, nata secoli fa in ambienti probabilmente così marginali che non ha avuto descrizioni tecniche accurate fino oltre metà 1800 (escludendo le poche righe di Paolo Boccone e Giuseppe Gagliardo) nonostante la sua antica presenza alla mensa della corte papale e che oggi, nelle sue molteplici caratteristiche e modalità di consumo come formaggio da tavola o come ingrediente di piatti di cucina fra cui *in primis* la Pizza, è diventata forse la varietà di formaggi più prodotta al mondo.

Il senso di volere ricostruire le storie, e il plurale non è un refuso, è quello di cercare di collocare, per quanto possibile, le varie forme della Mozzarella ognuna nel suo tempo e di valorizzare questa grande varietà di formaggi nella loro specifica capacità di rispondere alle richieste di differenti consumatori, differenti per cultura, collocazione geografica e gusti alimentari, cercando così di dare concretezza al concetto di "fedeltà alla tradizione".

Uno dei fili conduttori di queste storie sarà quindi il rapporto della Mozzarella con molteplici aspetti del tempo, un rapporto non sempre lineare.



Per capire le Mozzarelle di oggi occorre ragionare sulle interazioni tra il tempo della storia e le modificazioni dei costumi che richiedono alla Mozzarella di avere caratteristiche consone alle esigenze di una popolazione di consumatori molto più grande e differenziata geograficamente, ma non solo. La maggiore complessità della geografia per cui da prodotto locale diventa globale e il moltiplicarsi delle abitudini di acquisto e dei modi di consumo modifica i rapporti tra produzione e consumo e con essi anche il tempo di durata della Mozzarella, la cosiddetta vita di scaffale o shelf life, che oggi nella grandissima maggioranza dei casi deve prolungarsi. Il passaggio dalla produzione a livello di azienda di autotrasformazione a conduzione familiare all'impresa industriale modifica il peso dei diversi elementi che costituiscono i costi di produzione, fra cui il *costo del lavoro* dipendente. Anche il tempo della durata della trasformazione del latte in Mozzarella assume quindi un diverso e superiore valore, diventando uno dei motori per innovare il processo con le difficilmente evitabili ricadute su alcune delle caratteristiche del prodotto, funzionali a loro volta a una durata di conservazione prolungata che ne facilita la distribuzione.

L'evoluzione del modo di fare e delle caratteristiche delle Mozzarelle dalle origini a oggi

Le Mozzarelle sono oggi la varietà più importante tra i formaggi a pasta filata, considerando sia i freschi che gli stagionati. Mentre tracce delle origini dei formaggi a pasta filata stagionati, principalmente il Caciocavallo, si trovano oltre che in Italia anche in altre aree del Mediterraneo e dell'Europa balcanica, la Mozzarella trova nel Sud Italia le sue origini e una storia plurisecolare.

L'affermazione del nome Mozzarella, per quanto storico, risale invece a meno di un secolo fa.

Una discussione sull'evoluzione del modo di fare e delle caratteristiche della Mozzarella suggerisce quindi prima di tutto di identificare i vari nomi con i quali tale varietà di formaggio è stata indicata nel tempo. L'affermazione del nome Mozzarella è paradossalmente legata al suo successo oltre i confini storici di Campania e del basso Lazio da cui è partita.

Le origini del nome Mozzarella e la transizione dalla forma dialettale alla lingua italiana

Il nome Mozzarella, oggi diventato patrimonio della lingua italiana e usato senza modificazioni apprezzabili nei Paesi di lingua anglosassone, ispanica e francese, è nato come nome originariamente dialettale in area campano-laziale, con il quale si indicavano ed indicano formaggi freschi, in origine prevalentemente di latte di bufala, ma già allora anche di vacca. Come si discuterà più avanti, nella tradizione campana e soprattutto attorno alla metà del 1900 con Mozzarella si intendeva il formaggio di bufala e quello di vacca era indicato come Fior di Latte. Il diverso sviluppo dell'allevamento e la predominanza di quello vaccino hanno contribuito al diverso sviluppo del caseificio e delle tecnologie di trasformazione e il mondo bufalino ha conservato in misura maggiore la tradizione, senza per questo riuscire ad avere un'esclusiva sul nome Mozzarella che di fatto è diventato nome comune, e quindi oggi utilizzato indifferentemente quale sia la specie animale da cui proviene il latte.

Fra' Vincenzo Corrado (1792), autore del *Cuoco Galante*, scriveva che a "*Cardito, sta viva l'industria delle provole, e delle Mozzarelle, ch'è delle bufale e delle vacche il prodotto*". Fino a metà 1900 quei formaggi nella lingua

italiana erano indicati anche con nomi oggi scomparsi, quali principalmente *Provatura* piuttosto che *Uova di bufala*, o erano associati, non senza contestazioni, a formaggi diversi per alcune caratteristiche, quali le *Provole*.

Mozzarella è nome che compare nei testi tecnici della seconda metà del 1800 e che si diffonde in Italia solo a partire dalla prima metà del 1900 in corrispondenza dell'estensione al Nord Italia dell'area di produzione.

L'utilizzo del nome Mozzarella nel resto del mondo è legato alla emigrazione italiana. Negli Stati Uniti Mozzarella compare in testi tecnici o documenti tuttavia solo verso la prima metà del 1900. Doane et al. (1908), che per conto del Dipartimento Federale all'Agricoltura hanno elencato le varietà di formaggio esistenti al mondo, non citano ancora la Mozzarella, ma scrivono solo una riga con cui fanno riferimento a un improbabile "*Mozarinelli*", indicato come formaggio molle di vacca prodotto in Sud Italia, forse una cattiva trascrizione da testimonianze orali. Idem nella versione aggiornata del 1918, nonostante fossero già iniziate le attività di Giuseppe Pollio, emigrato da Sorrento. Risale al 1930 la comparsa nei registri brevettuali (U.S. Patent Office) della registrazione del marchio "*Mozzarelle*" a cura di Pina E.C. Alleva, emigrante italiana. Occorre tuttavia attendere il dopoguerra perché il citato testo di Doane, rivisto e aggiornato da Sanders (1953), oltre a "*Mozarinelli*", riporti finalmente la Mozzarella, di cui cita le origini laziali e campane, e soprattutto testimonia il fatto che è in quegli anni è già prodotta in larga misura anche negli Stati Uniti.

In Italia, il nome Mozzarella ha una storia vecchia almeno di 450 anni, in quanto come detto si ritrova forse per la prima volta nel noto trattato di cucina, redatto da Bartolomeo Scappi, cuoco del papa Pio V, nel 1570, anche se riferimenti precedenti a formaggi di bufala in area campana si trovano in documenti manoscritti di archivio<sup>7</sup>.

Scappi (1570) in vari punti della sua opera fa riferimento a "*Caciocavallo fresco e secco, provature marzoline, ...giuncate, capi di latte, butiro fresco,*

---

<sup>7</sup> "*In epoca Sveva i bufali raggiungono le attuali aree di allevamento (1189-1266). I primi documenti storici che, invece, testimoniano la produzione di Mozzarella di Bufala Campana risalgono al XII secolo. Secondo alcuni manoscritti, i Monaci del monastero di San Lorenzo in Capua erano soliti offrire un formaggio denominato mozza o Provatura (quando affumicato), accompagnato da un pezzo di pane, ai pellegrini componenti del Capitolo Metropolitano, che si recavano ogni anno in processione fino alla chiesa del Convento*" (<https://www.Mozzarelladop.it/bufala-campana/storia>)

*ricotte fiorite, Mozzarelle fresche et neve di latte...*" oltre che a *"provature fresche"* e *"Mozzarelle fresche romanesche"*. Le differenze tra provature fresche e Mozzarelle fresche romanesche tuttavia non sono spiegate e quindi non è possibile sapere se legate a caratteristiche del formaggio, come notizie successive talvolta indicano, o a diversi modi di indicare lo stesso formaggio tra ambito laziale campano e la futura capitale d'Italia.

Le differenze con le provature marzoline sono più facili da ipotizzare in quanto essendo queste presenti nel secondo servizio di cucina del pranzo di magro del mese di agosto potrebbero fare riferimento a formaggi stagionati, anche se ad inizio 1900 la differenza tra marzolina e Mozzarella è stata associata alla maggiore dimensione delle prime (Savini, 1937; Gramignani, 1922).

Più di due secoli dopo Scappi, il Dizionario Universale Economico Rustico (1796), opera monumentale iniziata da Glicerio Fontana e proseguita da Vincenzo Pini, fa propria l'ipotesi che la Provatura marzolina sia formaggio destinato alla stagionatura quando afferma che le provature più grandi, in forma quasi di fiasco si *"tengono nelle capanne de' pecorai ove si affumicano per mangiarle dopo nel tempo e si chiamano provature marzoline"*. Non è dato capire tuttavia se il fatto che si tenessero nelle *"capanne de' pecorai"* possa avere anche qualche riferimento all'uso di latte di pecora<sup>8</sup>.

Antonio Frugoli, autore di un trattato sulla scalcheria pubblicato a Roma<sup>9</sup>, meno citato rispetto allo Scappi, nel 1631 racconta che *"Ravaggiuolo<sup>10</sup>, Uova di bufala e Mozzarelle sono tutti e tre questi Latticinji humidi ...per l'acquosità che in loro ritengano del Latte"* e quindi distingue a sua volta le *provature fresche che si potranno accomodare in tutti i modi che sopra ho detto delle Mozzarelle, e Ravaggiuolo dalle provature secche che potranno essere grattate su paste e minestre.*

I testi di Scappi e Frugoli fanno riferimento a Mozzarelle, Provature fresche e Uova di bufala, indicando con questi nomi una varietà di formaggi, probabilmente con un utilizzo intercambiabile in cucina e quindi si può

---

<sup>8</sup> I formaggi a pasta filata di latte di pecora non stagionati non sono particolarmente diffusi in Italia, ma alcuni hanno radici consolidate ed hanno ottenuto la tutela DOP come la Vastedda della Valle del Belice.

<sup>9</sup> Lo scalco era colui che predisponeva ed organizzava i banchetti, coordinando il lavoro dei cuochi e dei trincianti, coloro che servivano i piatti in tavola, porzionandoli.

<sup>10</sup> Il Ravaggiuolo oggi spesso indicato come Ravaggiolo è un formaggio fresco ad elevato contenuto di umidità, ma non filato.

ritenere con comuni tratti caratteristici ma, oltre al non trascurabile riferimento del Frugoli al fatto che sono formaggi “*humidi*”, non sono descritte altre proprietà in modo più particolareggiato.

Non è inoltre chiara quale possa essere la ragione della distinzione fatta dal Frugoli tra Uova di Bufala e Mozzarelle, se legata alla forma e/o all’origine del latte, per quanto non ci siano dubbi sull’uso del latte di bufala.

Il napoletano Gio Battista Crisci (1634) nella sua raccolta dei menu di corte per i vari giorni dell’anno, cita più volte la Mozzarella, usata sia “*stufata*” come condimento della pasta (maccaroni) assieme anche ad altri formaggi, sia da consumare fresca fra le portate fredde o con i frutti, citando in specifico quelle di Aversa o Capua. E’ forse questo uno dei primi riferimenti a quello che diventerà il doppio utilizzo della Mozzarella, come formaggio da tavola mangiato tal quale o come ingrediente di cucina.

La parola Mozzarella compare nel “Vocabolario Italiano & Inglese” di John Florio (1690) che traduce Mozzarella come “*a kind of clouted cream*”, forma arcaica per “*clotted cream*”, ovvero una crema coagulata. La parola crema non dovrebbe tuttavia essere intesa in modo letterale ma potrebbe fare riferimento alla morbidezza del formaggio fresco. Da dove Florio abbia tratto l’informazione o come fosse allora la Mozzarella resterà incerto, ma resta il fatto che si ha conferma della denominazione Mozzarella associata a un derivato del latte coagulato<sup>11</sup>. Forse la definizione può essere legata alla tradizione antica di conservare le Mozzarelle nella crema, ma ovviamente è solo un’ipotesi che non è ad oggi dimostrata visto che la descrizione di tale pratica è successiva<sup>12</sup>.

Gio Battista Gagliardo (1822) nel suo Vocabolario Agronomico-Italiano specifica a sua volta che la “*Provatura tenuta nella crema si chiama uova di bufala*”, lasciando intendere che la crema sia una sorta di fluido di conservazione *ante litteram*. Tale modalità di presentazione della Mozzarella è a sua volta quella un tempo tipica del “*Burriello*”, ovvero sfere di Mozzarella

---

<sup>11</sup> Il latticino classico che origina dalla coagulazione acido termica della crema di latte è il Mascarpone, mentre nel Regno Unito è storica la Cornish Clotted Cream DOP della Cornovaglia

<sup>12</sup> A tale proposito si può ricordare come un giornalista inglese raccontando la ricetta della pizza sul The Morning Post del 17/12/1860 descrivesse così la Mozzarella messa sulla pizza “*...then pours over it [the dough spread with the hand] Mozzerella, which is nothing more than a rich cream, beaten almost as a cream cheese*”

immerse in crema e conservate in piccole anfore (lancette) o anche in una borsa fatta con una sfoglia di pasta di Mozzarella (Savini, 1937).

A sostegno della tesi che la parola Mozzarella non sia stata in origine considerata propria della lingua italiana, nonostante la sua presenza in testi scritti in italiano quali quelli di Scappi, Frugoli e Crisci e nel vocabolario di Florio, vi è il fatto che il termine non compare nei vocabolari della lingua italiana fino al 1900.

Nel Vocabolario degli Accademici della Crusca (IV impressione del 1733, stampato a Firenze appresso Domenico Maria Manni) la parola Mozzarella non compare, mentre si trova il termine *Provatura*, spiegato genericamente come “*sorte di cacio, Lat. caseus bubulus*”, sostantivo che per altro non compariva nell’edizione del 1612 e che indica genericamente che si tratta di formaggio di latte bovino.

Ferdinando Galiani (1789) definisce la Mozzarella come “*sorta di Provatura di latte della grossezza di un uovo*”.

La possibile identità tra Mozzarella, uova di bufala e Provatura trova tuttavia una diversa declinazione nelle testimonianze di alcuni studiosi francesi, per i quali la Provatura sarebbe stato invece un formaggio di seconda qualità.

Il naturalista George-Louis Leclerc, Comte de Buffon, membro dell’Accademia delle Scienze francese, nella sua *Histoire Naturelle* (1782) scrive che nella campagna di Roma si fa un gran consumo di uova di bufali, piccoli formaggi, ai quali si dà la figura d’uova, delicatissimi da mangiare. Buffon aggiunge che c’è “*un’altra specie di formaggio chiamato dagli Italiani Provatura,....d’una qualità inferiore al primo*” di cui “*il minuto popolo ne fa grand’uso*”.

Questa distinzione di Buffon è ripresa 60 anni dopo dall’agronomo francese Arsène Thiébaud de Berneaud (1842) che precisa come le “*ova di buffola*” siano formaggi delicati e nutrienti che devono essere mangiati freschi, di cui esistono due qualità, la prima qualità venduta ai ricchi, e la seconda qualità, detta *Provatura*, destinata agli operai e ai poveri. In assenza di riferimenti specifici è difficile purtroppo sapere se questa è una citazione non esplicitata dell’opera di Buffon o invece una testimonianza di un uso che si è mantenuto.

Per trovare in un vocabolario della lingua italiana un termine simile a Mozzarella, occorre probabilmente attendere l’opera di Pietro Fanfani

(1855) che associa la parola *mozza*<sup>13</sup> al formaggio e così la descrive: “*sorta di piccolo cacio rinchiuso in una vescica e legato a mezzo*”. Sempre Fanfani definisce la Provatura “*qualità di cacio che si fabbrica con il latte di bufala*”. Manca ancora tuttavia la parola testuale Mozzarella. La parola *mozza* associata al formaggio come introdotta da Fanfani è stata ripresa da molti vocabolari dell’epoca fra cui quelli del Tommaseo e di Pedrocchi, ma è stata tralasciata dalla riedizione del Vocabolario di Fanfani fatta da Giuseppe Rigutini nel 1893 ove si trova solo la definizione di Provatura. Anche se si è perso, e forse non è mai entrato nell’uso comune, il termine *mozza* è presente tuttavia ancora oggi in importanti vocabolari disponibili anche on line, quali quelli editi da Hoepli che la riporta con le parole testuali<sup>14</sup> o da Treccani<sup>15</sup> che la integra precisando che è termine antico “*mózza ... Sorta di cacio, contenuto in una vescica stretta a metà, quasi mozzata, con una legatura di giunco*” .

Il dizionario della lingua italiana di Tullio De Mauro<sup>16</sup> fa risalire la parola Mozzarella al 1570, quindi pur senza citarla fa implicito riferimento all’opera di Scappi, e la considera derivare dal napoletano come diminutivo di *mozza*. Il termine *mozza* è considerato obsoleto quando riferito a un “*tipo di formaggio racchiuso in una vescica stretta con un giunco o con un filo di paglia*” .

Cosa sia esattamente la più volte citata “*vescica*” che racchiude la *mozza* non è per altro chiaro. Potrebbe fare riferimento alla pelle o buccia del formaggio, che si può sfogliare e quindi dare l’idea che sia un involucro, ma potrebbe forse essere intesa anche come quella sfoglia di pasta filata che racchiude quindi altra pasta filata, come accadeva per il *Burriello* di ieri e oggi accade

---

<sup>13</sup> Il Consorzio di Tutela della Mozzarella di Bufala Campana nelle sue pagine web scrive “*In epoca Sveva i bufali raggiungono le attuali aree di allevamento (1189-1266). I primi documenti storici che, invece, testimoniano la produzione di Mozzarella di Bufala Campana risalgono al XII secolo. Secondo alcuni manoscritti, i Monaci del monastero di San Lorenzo in Capua erano soliti offrire un formaggio denominato mozza o Provatura (quando affumicato), accompagnato da un pezzo di pane, ai pellegrini componenti del Capitolo Metropolitano, che si recavano ogni anno in processione fino alla chiesa del Convento.*” (<https://www.Mozzarelladop.it/bufala-campana/storia> )

<sup>14</sup>[https://www.grandidizionari.it/Dizionario Italiano/parola/M/mozza.aspx?query=mozza](https://www.grandidizionari.it/Dizionario%20Italiano/parola/M/mozza.aspx?query=mozza)

<sup>15</sup><https://www.treccani.it/vocabolario/mozza/>

<sup>16</sup><https://dizionario.internazionale.it/cerca/Mozzarella>

per le cosiddette *figliate*, anche se in questi casi le piccole Mozzarelle sono disperse nella panna.

Nella letteratura di cucina o tecnica il termine *mozza* è per altro difficilmente ritrovabile, a testimonianza di come l'uso di fonti diverse per testimoniare le origini possa portare a risultati non univoci e talvolta confusi proprio perché si era in assenza di una codificazione originaria univoca.

Un'indicazione dell'equivalenza tra *mozza* e *Provatura*, precedente a quella di Fanfani, si ritrova nel testo di Patrilli (1745) che ricorda come il "Monistero" di S. Lorenzo di Aversa fosse tenuto in occasione delle visite a "dare per ogni Canonico un picciol pane, ed una picciola Provatura, o sia mozza in ricognizione del suolo di detto Monistero".

Mozzarella è parola considerata avere un'origine dialettale perché oltre che nel citato vocabolario di Galiani (1789) si ritrova successivamente in dizionari napoletano-toscano. Basilio Puoti (1841) nel suo Vocabolario Domestico Napoletano e Toscano alla voce Mozzarella scrive "Qualità di cacio che si fabbrica con il latte di bufala, Provatura". Domenico Augerio Greco (1863) nel suo vocabolario, riprendendo di fatto la definizione di Gagliardo, indica come Muzzarella la "Provatura tenuta a intenerire nella crema, ossia nel fior di latte. Ovo di bufala", mentre come Provola riprende la definizione del Puoti. Il giornale settimanale napoletano *Spassatiempo* nel suo numero del 13 gennaio 1876, nella rubrica *Nova Smorfia napoletana-taliana*, fa l'equivalenza tra il termine napoletano "Mozzarella" e quello italiano "Provatura fresca".

Salvatore Colonna (1879) contesta il Puoti e scrive che "la Provatura italiana corrisponde alla Provola napolitana, non alla Mozzarella". Domenico Contursi 10 anni dopo invece sostiene l'equivalenza di Mozzarella con Provatura. Michele Siniscalchi (1877) a sua volta spiega come in Puglia si chiamano con il nome di Provola "alcuna specie di formaggio fresco di bufala, fatto di forma sferica, della stessa qualità e sapore di quello, di forma più piccola, che a Napoli chiamano Mozzarella".

Palmiro Premoli (1912) elencando varie tipologie di formaggi definisce la Provatura come "cacio fresco fatto con latte di bufala. Nel Napoletano, Mozzarella" distinguendola dalla Provola "latticino o formaggio napoletano, in forma di grossa pera".



La Provola, latticini o formaggio, non è sempre considerata un formaggio fresco, così come per altro è già stato osservato per la Provatura già da Scappi. Confermando quanto scritto da Frugoli, nella cucina napoletana narrata da Ippolito Cavalcanti (1839) la Provola continua a potere essere usata in forma grattugiata, quindi non può essere una Mozzarella. La Provola *janca* (bianca) può invece essere usata in alternativa alla Mozzarella per le lasagne. L'equivalenza con la Provatura forse può essere con le *provature secche*. Il testo di Cavalcanti, scritto in napoletano, non riporta tuttavia il termine Provatura, a riprova della sua "italianità".

Nel dialetto siciliano e pugliese si trovano parole assonanti ma leggermente diverse rispetto a Mozzarella. Antonino Traina (1868) così spiega la parola *provula* "*forma di cacio vaccino a mo' di peretta: mozza, testa di moro. Qualità di cacio di latte di bufala: Provatura*". Giuseppe Gioeni (1885) sostiene che *Muzzarella* è "*Voce napoletana, sorta di cacio poco salato*" in accordo di fatto con Vincenzo Mortillaro (1862) che definisce "*muzzarella*" come "*voce di contado non nostra, ma ammessa. Cacio squisito di piccola forma, casatella*". Domenico Ludovico De Vincentiis (1872) nel suo vocabolario del dialetto tarantino indica a sua volta la Provatura come "*muzzaredda*".

La parola Mozzarella continua a non comparire nei vocabolari nonostante le sollecitazioni di Ferdinando De Domenico che in una lettera del 19 novembre 1872 si rivolge a Fanfani chiedendo "*quella specie di Provatura fresca tanto saporita e detta da noialtri Mozzarella, perché appunto facendosi si mozza con le mani dal rimanente latte rappreso, come l'addimandate costì?*". Vent'anni dopo, nel 1892, sempre De Domenico è ancora in attesa che la sua richiesta sia accolta. Così scrive ancora "*Di fatti è uso antico, costante, comune a tutti gli abitanti delle provincie meridionali d'Italia di chiamar Mozzarella un latticino, forse il più saporito che si conosca, e tal voce non si vede registrata nel Dizionario della lingua italiana*".

Le problematiche dei consumi alimentari all'epoca della prima guerra mondiale 1915-18, e con esse la necessità di comunicare in modo chiaro ai destinatari, fanno comunque entrare la denominazione Mozzarella a pieno titolo nella Gazzetta Ufficiale dell'allora Regno d'Italia, a fianco di Provole e Provature.

I decreti del Sottosegretario di Stato per gli approvvigionamenti e i consumi alimentari inseriscono sia la Mozzarella che la Provola, bianca e affumicata,

fra i formaggi oggetto di obbligo di consegna agli allora Consorzi obbligatori per la disciplina del commercio e della distribuzione dei latticini di Caserta, Salerno e Napoli. Il prezzo di vendita della Mozzarella (5 Lire) era per altro superiore rispetto a quello della Provola bianca (4,70 Lire), suggerendo quindi una differenza tra i due formaggi<sup>17</sup>.

La Legge 396/1939 sui limiti di grasso stabilisce tuttavia lo stesso valore (44% sulla sostanza secca) per Mozzarella, Provola, Provatura e altri formaggi a pasta filata di latte di vacca, mentre indica il 45% per altri non meglio precisati formaggi di latte di bufala<sup>18</sup>.

La confusione tra le identità di Mozzarella e Provola non è mai stata completamente risolta. Nel DPR del 28/9/1979 con cui viene riconosciuta la Mozzarella di bufala come formaggio a denominazione tipica<sup>19</sup>, si afferma infatti che la varietà affumicata *“potrà essere messa in commercio con il nome di Mozzarella di bufala affumicata o Provola di bufala affumicata”*.

Nel primo novecento la parola Mozzarella diventa parte integrante del lessico italiano, anche se sempre con un’accezione spesso locale, in quanto lo spostamento al Nord della produzione di formaggi freschi a pasta filata è stato fenomeno successivo di qualche decennio a quello iniziato a fine 1800 per Caciocavallo e Provolone. L’Italia Agricola, organo della Federazione Italiana dei Consorzi Agrari, in un suo numero speciale dedicato al latte e ai suoi prodotti, nel 1926 pubblica un articolo di Giuseppe Fascetti che racconta come la spinta al trasferimento al Nord della produzione di formaggi meridionali a pasta filata sia stata data dal successo della loro imitazione, realizzata verso il 1885 nello stabilimento di Antonio Zazzera a Codogno, fino ad allora produttore di grana e burro. Questo successo *“attrasse ...intraprendenti meridionali che, accompagnati dal loro personale tecnico, instaurarono in tutta l’alta Italia quelle fabbricazioni.... Gli Auricchio, i Cannavale, i Carbonelli, gli Scardi furono i maggiori fattori di questa affermazione del trapianto del caseificio meridionale in quello settentrionale”*. Nello stesso fascicolo, Carlo Besana (1926) conferma come al Nord sia importante la produzione di Caciocavallo, mentre confina ancora

---

<sup>17</sup>Gazzetta Ufficiale regno d’Italia n 202 del 25 agosto 1919

<sup>18</sup>Gazzetta Ufficiale regno d’Italia n 57 del 9 marzo 1939. Conversione in legge, con modificazioni, del R. decreto-legge 17 maggio 1938=XVI, n. 1177, recante disposizioni integrative della disciplina della produzione e della vendita dei formaggi. Pag. 1921

<sup>19</sup>Gazzetta Ufficiale n 40 del 11 febbraio 1980 aprile 1979

la produzione di formaggi freschi quali Mozzarelle, Uova di Bufala e Provature alle province di Salerno e Caserta.

L'uso del termine Provatura diventa progressivamente desueto e Mozzarella, indipendentemente dalla variabilità delle dimensioni (da pochi grammi a pesi superiori al kg) e della forma è diventata la denominazione corrente.

Lo sviluppo della Mozzarella da prodotto locale a fenomeno globale

L'antica stagionalità della produzione del latte, sia esso di vacca che di bufala, vedeva la sua trasformazione in formaggio come mezzo per renderlo disponibile tutto l'anno. Questo prima che si mettessero a punto altre tecniche di conservazione del latte quali la concentrazione e l'essiccamento. In quel contesto, il formaggio a pasta filata di elezione era il Caciocavallo che poteva essere stagionato, mentre le varianti a rapido consumo, quali Mozzarelle e Provature fresche, non potevano assolvere a questo scopo. Probabilmente per secoli questi formaggi sono stati considerati una produzione di secondo piano, a consumo domestico o strettamente locale come è avvenuto sostanzialmente fino a metà 1800.

La Mozzarella ha dovuto attendere la seconda metà del 1800 per assumere il rango di formaggio commerciato con un suo mercato di distribuzione almeno a livello regionale. L'inizio della distribuzione commerciale ha avuto come positiva conseguenza che il prodotto a quel punto doveva rispondere ad aspettative da parte di una fascia più ampia di consumatori rispetto a quella di vicinato che acquisiva direttamente il formaggio in caseificio. La necessità di rispondere ad aspettative più generali è il primo passo verso l'adozione della moderna logica industriale di qualità, intesa come conformità a dei requisiti attesi.

L'estensione dell'area della produzione di Mozzarella dalle zone originali del Meridione (Campania, Basso Lazio, Puglia e Lucania, principalmente) al Nord Italia e al resto del mondo è storia complessivamente recente.

La produzione di formaggi commercializzati con il nome Mozzarella<sup>20</sup>, al di là di quali siano le specifiche caratteristiche, ha assunto da almeno 80 anni una dimensione sempre più globale e l'Italia non è più da decenni il Paese principale produttore.

---

<sup>20</sup>Si considerano non importanti alcune lievi deformazioni del nome quali Mussarella o Muzzarella tipiche delle varianti sudamericane fatte in Argentina o Brasile, non dissimili da quelle riscontrate un tempo nelle denominazioni pugliesi o siciliane che adattavano il termine ai suoni delle lingue locali.

L'espansione della produzione della Mozzarella dall'area di origine verso il Nord Italia

Mentre la produzione dei formaggi a pasta filata stagionata, quali Caciocavallo e Provolone, era già stata trapiantata a fine 1800 nel Nord Italia, l'introduzione massiva della Mozzarella nel portafoglio delle referenze delle aziende del Nord arriva solo verso la metà del secolo scorso.

Il Censimento Industriale del 1937 (Istituto Centrale di Statistica del Regno d'Italia, 1937) relativo alla Industria del latte mostra come in Lombardia in quel periodo stia solo iniziando la produzione di formaggi freschi a pasta filata, fra cui *Mozzarella* e similari, rappresentati questi secondi da *provature, provole o provolette, treccie, manteche, burrini e giuncate*. Sono escluse scamorze e provoline censite a parte. Il Censimento ha stimato la produzione di Mozzarelle e similari a 40.880 quintali su un totale di 2.228.920 quintali di formaggio, ovvero meno del 2%. I caseifici del Nord coprono una quota di poco oltre 7.500 quintali, di cui circa 1.180 Mozzarelle, mentre quelli del Sud producono oltre 28.500 quintali di cui 23.000 sono Mozzarelle<sup>21</sup>, prodotte particolarmente nelle circoscrizioni<sup>22</sup> di Salerno e Napoli. Le provincie della Lombardia maggiormente coinvolte, sempre secondo i dati del Censimento, erano Cremona e Milano, seguite da Brescia, Mantova e Pavia.

Negli anni a cavallo del Censimento Industriale si trovano riferimenti circa il primo timido tentativo di produrre Mozzarella da parte dell'allora Società di Esportazione Polenghi Lombardo. L'Annuario Industriale della Provincia di Milano del 1939 e alcune pubblicità del periodo segnalano la Mozzarella come uno dei formaggi presenti nella gamma aziendale. Nel 1941 Polenghi Lombardo registra il marchio "*Mozzarella Carrozzella, di puro latte intero garantito all'analisi*". Il riferimento alla "*Mozzarella in carrozza*", piatto della cucina napoletana già noto almeno a inizio 1900 (Ministero della Marina, 1914) appare evidente.

---

<sup>21</sup>Interessante la notizia che 23 su 27.000 quintali di Mozzarelle "*figura ottenuta in aziende di tipo industriale*". La definizione di azienda industriale prevedeva "*l'esistenza di locali esclusivamente dedicati alla lavorazione del latte e dotati della conveniente attrezzatura tecnica*" per distinguerla da quella casalinga e da quella zootecnica transumante (Istituto Centrale di Statistica del Regno d'Italia, 1937).

<sup>22</sup> E' da osservare che il Censimento non ha considerato Caserta tra le circoscrizioni della Campania in cui oltre a Salerno e Napoli, riporta solo Avellino e Benevento. La provincia di Caserta era infatti stata soppressa con il Regio Decreto Legge n 1 del 1° gennaio 1927 e fu nuovamente riconosciuta, con territorio in parte diverso con Decreto Legislativo Luogotenenziale n 373 dell'11 giugno 1945 (Gazzetta Ufficiale n 85 del 17 luglio 1945).

Le restrizioni introdotte nel corso della II° guerra mondiale 1939-1945 offrono ulteriori indicazioni. Il Decreto Ministeriale 16 aprile 1941, come gli analoghi di oltre 20 anni prima, stabiliva infatti ove potevano essere prodotte determinate varietà di formaggi nel periodo di guerra<sup>23</sup>. Quel decreto diventa oggi uno strumento per verificare in quali aree del Paese fossero allora collocate le principali produzioni casearie. La fabbricazione dei formaggi a pasta filata freschi (Mozzarella di vacca, Provola e Scamorza) risulta consentita, oltre che in Italia centrale e meridionale, solo anche nelle provincie di Milano, Pavia, Cremona e Piacenza, provincie ove avevano e talvolta ancora oggi hanno sede gli stabilimenti di importanti aziende quali Galbani (Melzo, Casale Cremasco, Certosa di Pavia, Corteolona), Invernizzi (Melzo) e Polenghi Lombardo (Lodi e dintorni).

Nel 1950 apre, allora come laboratorio artigianale, il caseificio Preziosa di Seriate (Bergamo) che lancia il marchio “La Mozzarella di Seriate”, tuttora sul mercato. Occorre tuttavia aspettare ancora qualche anno perché le grandi aziende entrino in campo e facciano della Mozzarella uno dei settori portanti del loro business.

Egidio Galbani S.p.A. lancia nel 1956 la Mozzarella Santa Lucia, cui farà immediata concorrenza la Mozzarella Pizzaiola di Locatelli, un marchio storico del caseificio nazionale, acquisito nel 1961 da Nestlé che poi lo cederà al gruppo Besnier e oggi si ritrova assieme a Galbani nella galassia Lactalis. Il gruppo francese ha inoltre assorbito un altro leader italiano del comparto Mozzarella con la linea Mozarì, la storica Invernizzi di Caravaggio, già prima acquisita da Kraft nel 1985, così come sempre Lactalis ha acquisito Nuova Castelli che a sua volta aveva acquisito Alimentari Valdinievole (Alival) fondata nel 1981.

Il successo della Mozzarella al Nord si è progressivamente esteso. Nei primi anni 1960 nasce il Caseificio del Cigno, oggi ad Agnadello (CR), e a cavallo tra anni 70 e 80 vedono la luce una pluralità di altre aziende, fra cui ad esempio alcune oggi leader di settore come Latticini Brianza Lat Bri, fondata nel 1976 e da circa un decennio acquisita da Granarolo, la cooperativa altoatesina Brimi o la veneta Trevisanalat acquisita dal gruppo Sabelli di Ascoli Piceno.

---

<sup>23</sup>Decreto Ministeriale 16 aprile 1941-XIX. “Disposizioni per la disciplina del conferimento della produzione e distribuzione del latte vaccino e dei prodotti caseari alimentari e per l'osservanza dei relativi prezzi” (Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia n 95 del 22 aprile 1941)

L'espansione della produzione della Mozzarella dall'area di origine all'estero

Le emigrazioni oltreoceano sono state uno dei motori di diffusione della produzione di Mozzarella, che di fatto precorre l'ampliamento della zona di produzione nel Nord Italia. La produzione di Mozzarella fuori dall'Italia trova quindi le sue radici già all'inizio del 1900 soprattutto negli Stati Uniti e in Sudamerica, mentre non si hanno notizie circa l'apertura di caseifici per paste filate fresche da parte degli emigranti italiani in Europa, se non in tempi molto più vicini al presente, e quindi con un'emigrazione dettata non solo dal bisogno assoluto ma anche dalla volontà di fare un migliore *business*, esportando il *savoir faire* italiano.

La Mozzarella nel Nord America

Il sorrentino Giuseppe Pollio, arrivato negli USA nel 1879, ha iniziato a produrre Mozzarelle e Ricotta già dal 1899. Polly'O, marchio acquisito da Kraft nel 1986 e dal 2021 da Belgioioso, produce principalmente Mozzarella e Ricotta e il sito aziendale<sup>24</sup> racconta come Pollio abbia fondato la sua azienda a Long Island, New York, e iniziato a fare formaggi che vendeva come latticini freschi nel suo store di "delicatessen", con in evidenza sull'insegna la parola *Latticini Freschi*.

Storia con inizi probabilmente simili è quella di Pina Alleva, emigrata da Benevento, che gli eredi proprietari oggi di Alleva Dairy<sup>25</sup> a Manhattan, New York, raccontano la loro azienda come il più antico negozio di latticini in America, che serviva Mozzarella fresca già dal 1892.

Analogha storia appare quella di Santo Mancuso<sup>26</sup> che emigrò da Catanzaro nel 1904 e che nel 1917 dopo alterne fortune aprì un negozio per la vendita di Mozzarelle e Ricotte a Joliet, vicino a Chicago.

Altri emigranti italiani subito dopo la fine della prima guerra mondiale cercarono fortuna lavorando in caseifici e aprendone di propri visto il grande numero di connazionali. Fra questi, senza pretese di completezza, restando

---

<sup>24</sup><https://polly-o.com/our-story/>

<sup>25</sup><https://www.allevadairy.com/about/>

<sup>26</sup><https://www.mancusocheese.com/>

nel settore della Mozzarella si può ricordare la storia di John Miceli, che a Cleveland in Ohio, fondò nel 1923 un caseificio per produrre Mozzarella e Ricotta, oggi ancora attivo<sup>27</sup>.

Come racconta il sito degli allevatori del Wisconsin (Dairy Farmers of Wisconsin)<sup>28</sup> occorre aspettare la fine della seconda guerra mondiale perché grazie al traino della Pizza ci fossero le condizioni per lo sviluppo della produzione di Mozzarella negli USA. *“After World War II, American soldiers returned home with a taste for a delicious new food that they discovered in Italy — pizza! — which featured a cheese they’d never tried before: Mozzarella. Today, Mozzarella is America’s most popular cheese, and Wisconsin makes more of it than anywhere else. Our cheesemakers produce nearly 1 billion pounds of this mild and melty, irresistible cheese each year. Creamy white, pliable and delicious, we’re proud to produce America’s number one cheese for America’s favorite food (pizza). Grazie, Italy”*.

Filippo Candela, emigrato da Montelepre (Sicilia), nel 1925 fondava Grande Cheese Co. producendo formaggi stagionati, ma poi con il successo della Pizza passa a produrre anche Mozzarella<sup>29</sup>.

E' del 1953 l'inizio della storia americana di un'altra famiglia di emigranti, distributori e produttori di Mozzarella, Salvatore Calabro<sup>30</sup> ed il figlio Joseph, giunta ad una svolta nel 2021 con l'acquisizione da parte di Granarolo

E' di origine italiana anche Leprino Foods, che si dichiara la più grande azienda produttrice di Mozzarella al mondo, la cui attività fu iniziata da Mike Leprino Sr, emigrato nel 1914 dall'Italia. Leprino nel 1950 aprì con la moglie una piccola *grocery* nella Little Italy di Denver in cui vendeva Ricotta, Mozzarella e pasta fresca. La chiusura del negozio tuttavia fu la base per focalizzare l'attività sulla produzione della Mozzarella il cui mercato era in espansione grazie all'esplosione dei consumi di Pizza. Leprino Foods sorge quindi nel 1956 grazie ai figli James e Michel Leprino, emigrati di seconda generazione, nati negli USA<sup>31</sup>.

---

<sup>27</sup><http://www.miceli-dairy.com/about-us.html>

<sup>28</sup><https://www.wisconsincheese.com/find-cheese/ch/37/Mozzarella>

<sup>29</sup><https://www.grandcheese.com/why-grande/our-heritage/>

<sup>30</sup><https://calabrocheese.com/about>

<sup>31</sup><https://www.westword.com/restaurants/leprino-foods-lawsuit-15522918>



## La Mozzarella in Sud America

Per quanto le notizie relative ai rapporti tra emigrazione italiana in Argentina e Mozzarella siano scarse, sembra che il primo italiano a produrre Mozzarella e Ricotta sia stato nel 1922 il tranviere Salvatore Pontecorvo che, nel tempo non occupato dalla guida, iniziò una produzione a livello domestico che poi vendeva ad altri migranti che cucinavano Pizza alla Boca. Antonino Mastellone nel 1929 iniziò a produrre Mozzarella e Ricotta, trasportandola con propri camion con il logo “La Serenissima” dalla sede di produzione a General Rodriguez, circa 60 km da Buenos Aires, ai quartieri di Boca, San Telmo, Barracas e la zona del porto ove viveva un gran numero di connazionali. Anticipando il fenomeno che negli USA diventò di massa dopo la II guerra mondiale, la nascita delle grandi pizzerie che sorsero verso gli anni 1930 a Buenos Aires (ad es. Guerrin e Banchemo), per iniziativa di emigranti italiani, favorì il successo della Mozzarella locale. Il passaggio dal consumo in piedi a quello seduto nei locali favorì la crescita del consumo di pizza (Armus et al., 2017), portato in Argentina verso la fine del 1800 da emigranti italiani, in particolare genovesi (Lanzani, 2019).

## La Mozzarella in Oceania, Asia, Paesi Arabi e Africa: una storia più recente

L'emigrazione italiana in Australia diffuse anche in quel Paese la Mozzarella come testimonia la storia di Natale Italiano che già nel 1934 assieme ad altri formaggi produceva Mozzarelle (Cammarano, 2018). Perfect Dairy Co., l'azienda da lui fondata, è oggi parte del gruppo multinazionale Fonterra. La forte emigrazione italiana negli anni 1950 portò altri casari a produrre Mozzarella, fra i quali il campano Umberto Somma fondatore di Paesanella<sup>32</sup> che arrivato nel 1956 portando con sé una caldaia di rame tre anni dopo iniziò a produrre Mozzarelle e Ricotta. Storia per molti aspetti simile e coeva quella del siciliano Mauro Montalto, che progressivamente dal 1956 a oggi ha allargato la sua azienda mantenendo l'orgoglio delle origini nel nome Floridia cheese<sup>33</sup> e la fierezza della nuova nazionalità, “*Traditionally Italian, Proudly Australian*”.

Come conseguenza della globalizzazione, la produzione di Mozzarella oggi si è estesa in tutti i continenti con o senza la presenza diretta di emigranti

---

<sup>32</sup><https://paesanella.com.au/about-us/>

<sup>33</sup><https://floridiacheese.com.au/about-us/>

italiani. Il successo della Mozzarella spinge infatti anche imprenditori locali e/o grandi aziende multinazionali a proporre la loro versione di Mozzarella. Talvolta con un ricorso anche sfacciato all'*Italian sounding*.

Fra gli italiani all'estero inoltre non per tutti calza la vecchia immagine dell'emigrante che apre la propria azienda dopo anni di altri lavori, ma quale sia la ragione della loro decisione, sono connazionali che hanno trasferito all'estero le loro radici e che cercano di utilizzare know how e l'immagine della terra di origine. In Giappone nell'isola di Hokkaido a fianco di una Mozzarella "*Made by Italians*" quale quella di Giovanni Graziano di Fattoria Bio<sup>34</sup>, si può trovare anche una Mozzarella Kraft prodotta con il latte dell'isola di Hokkaido<sup>35</sup>. La trasformazione di cagliate *frozen* importate è invece il business di MuMu Mozzarella<sup>36</sup>, che a Shibuya (Tokio) produce per la ristorazione locale Mozzarella di vacca di "*latte italiano*", a quel punto fresca perchè "*appena fatta*", mentre la consociata Latteria del Curatino importa macchine italiane per la filatura della cagliata.

In Cina l'avventura della Mozzarella probabilmente parte nel 1995 con l'arrivo di una docente di lingua italiana a Pechino, Gisa Casarubea<sup>37</sup>, che si mette anche a produrre Mozzarella fresca per il mercato delle pizzerie, in alternativa al prodotto frozen, dirigendo a Pechino quella che diventerà Beijing Jikang Food Co Ltd Italian Cheese Factory, azienda poi acquisita nel 2013 dal gruppo Brazzale<sup>38</sup>. L'immagine quindi di una Fresh Buffalo Mozzarella confezionata in busta con la tricromia rosso bianco verde e la scritta "*Authentic Italian Craftsmanship*"<sup>39</sup> è stata presentata come esempio di *fake*, ma in questo caso oltre all'*Italian sounding*, è presente una componente di "*saper fare*" italiano. Un altro esempio non di *Made in Italy* ma di *Made by Italians*.

---

<sup>34</sup> <https://fattoriabio.jp/products/>

<sup>35</sup> Kraft Fresh Mozzarella Cheese A Mozzarella cheese with a fluffy milk taste and chewy texture. Made from fresh raw milk from Hokkaido, the heartland for dairy in Japan. <https://www.morinagamilk.co.jp/english/products/jp/cheese.php>

<sup>36</sup> <https://mumu-Mozzarella.com/latteriadelcuratino.html>

<sup>37</sup> <https://www.globaltimes.cn/content/469640.shtml>

<sup>38</sup> <https://www.eusmecentre.org.cn/casestudy/brazzale-group-jikang-food-co-ltd-cheese-production-china>

<sup>39</sup> <https://www.lastampa.it/cronaca/2020/01/16/news/quelle-fake-Mozzarelle-prodotte-nel-mondo-e-spacciate-per-made-in-italy-1.38336873/>

Nel 2019, sempre in Cina, nel corso della transizione dal consumo prevalente di latte come fluido da bere a quello di derivati da mangiare, la Mozzarella entra nel portafoglio prodotti di Yili, una delle maggiori industrie lattiero casearie al mondo. La Mozzarella Yili, importata, è presentata con taglio a listarelle una durata di 270 giorni allo stato congelato, e uso suggerito come ingrediente professionale<sup>40</sup>.

Nella prospiciente Corea del Sud esistono almeno 9 produttori di Mozzarella a livello industriale che si sommano alla produzione a livello di azienda agricola, ma è interessante la volontà di difendere l'origine del prodotto nazionale coreano, ragione per cui studiosi coreani hanno affrontato il tema di come differenziarlo da quelli di importazione (Kandasamy et al., 2021), prevalentemente allo stato congelato da USA, Francia ed Olanda ma anche dall'Italia<sup>41</sup>.

In Corea la Mozzarella ha avuto successo anche grazie a una sua specificità di consumo. La Mozzarella è infatti l'ingrediente caratterizzante di una delle varietà del cosiddetto "Korean Corn Dog"<sup>42</sup>, un esempio di street food in cui un blocco di formaggio, da solo o assieme a altri ingredienti, è infilzato da uno spiedino e quindi fritto dopo essere stato ricoperto con una pastella di farina, uova e latte. Appare come la versione coreana dell'italica Mozzarella in carrozza, con la diversità che è un prodotto anche industriale commercializzato pronto da friggere allo stato congelato. Nel 2020 circa 1/3 della produzione di Mozzarella Corn Dog della multinazionale coreana Pulmuone è stato esportato in Giappone<sup>43</sup>. Questo stile alimentare ha preso piede anche in USA, come testimonia il successo di Myungrang Hotdog che ha sviluppato dal 2016 una catena di oltre 650 negozi<sup>44</sup>. Su scala ridotta, il successo di un alimento composto determina quello del suo ingrediente caratterizzante, come è avvenuto per la Pizza.

In India, la Mozzarella è probabilmente arrivata come imitazione di quelle USA piuttosto che per emulazione di imprese di emigranti italiani. La Mozzarella per Pizza a blocchi o cubettata e congelata è tra i pochi formaggi

---

<sup>40</sup><https://www.yili.com/en/product/1769>

<sup>41</sup><https://www.volza.com/p/Mozzarella/import/import-in-south-korea/>

<sup>42</sup><http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=58812>

<sup>43</sup><https://koreajoongangdaily.joins.com/2020/07/22/business/industry/pulmuone-tofu-noodles/20200722173200306.html>

<sup>44</sup>[http://myungrangamerica.com/eng/sub01\\_03.do](http://myungrangamerica.com/eng/sub01_03.do)

non di origine locale prodotti da Amul<sup>45</sup>, la maggiore cooperativa lattiero-casearia del Paese e fra le prime 10 al mondo<sup>46</sup>, con una produzione di latte di oltre 26.000 ton di latte al giorno<sup>47</sup> nel 2021.

La Mozzarella, sempre in versione cubettata sia full fat che leggera, è uno dei prodotti di Almarai, la più grande compagnia dell'Arabia Saudita, settima al mondo nel 2021, sviluppatasi partendo dal settore lattiero-caseario, che resta il brand di punta grazie a 1,5 milioni di ton di latte prodotto annualmente dalle proprie 195.000 vacche<sup>48</sup>, e quindi estesa al settore food in generale<sup>49</sup>.

La presenza di emigranti italiani ed il successo della ristorazione italiana hanno spinto a creare filiere locali, come ad esempio in Sudafrica racconta la storia di Omero ed Elena Bandini<sup>50</sup> che aprirono il loro caseificio di Mozzarelle nel 1957, poi sviluppato dai figli nel 1980 o quella di Mauro Delle Donne<sup>51</sup> che da cinquant'anni produce nella sua azienda Zandam Italian Cheeses di Durbanville varie tipologie di Mozzarella e paste filate.

In Sudafrica anche imprese non italiane producono Mozzarelle, soprattutto da usare in cucina, come ad esempio Lancewood<sup>52</sup>, che curiosamente usa come conservanti il nitrato di sodio (E251), tipico additivo usato nel settore dei formaggi a media-lunga stagionatura per inibire la crescita dei clostridi butirrici.

La produzione di Mozzarella in Tanzania può essere anche il risultato di progetti di collaborazione allo sviluppo, come nel caso della latteria Cefa Njombe Milk Factory risultato della collaborazione di allevatori di Iringa con Granarolo (Italia) e la onlus CEFA di Bologna<sup>53</sup>. L'esperienza ha spinto altri caseifici a registrare la possibilità di produrre Mozzarella in Tanzania, come ad esempio la compagnia privata Profate Investment Limited di dar El Salaam

---

<sup>45</sup><https://amul.com/products/amul-pizzacheese-info.php>

<sup>46</sup><https://brandirectory.com/rankings/dairy-3/>

<sup>47</sup><https://amul.com/m/48th-annual-general-body-meeting>

<sup>48</sup><https://www.almarai.com/en/brands/almarai> L'azienda è stata fondata nel 1977 dal principe saudita Naif bin Sultan bin Mohammed bin Saud Al Kabeer e quindi aperta ad altri investitori nel 2005.

<sup>49</sup><https://www.almarai.com/en/corporate/media-center/almarai-news/almarai-is-the-world-seventh-largest-dairy-brand>

<sup>50</sup><https://Mozzarella.co.za/about-us/>

<sup>51</sup><https://www.zandamcheese.co.za/our-heritage/>

<sup>52</sup><https://lancewood.co.za/our-delicious-range-of-products/medium-fat-Mozzarella/>

<sup>53</sup><https://www.africamilkproject.it/>

che fa Mozzarella per Pizza a fermentazione lattica a ridotto contenuto di grasso con shelf life di 6 mesi, ed uso di sodio nitrato come additivo<sup>54</sup>.

Nel confinante Kenia, la produzione di Mozzarella appare principalmente riservata non alle quattro principali aziende lattiero casearie del Paese (Brookside, New KCC, Githunguri and Sameer) ma a imprese, quali ad esempio Raka Cheese<sup>55</sup> e Sirimon Cheese<sup>56</sup> che producono formaggi locali considerati di qualità premium grazie al mercato creato dalla presenza di catene di ristorazione quali KFC, Galitos o Pizza Hut<sup>57</sup>.

---

<sup>54</sup><https://profate.co.tz/our-products/>

<sup>55</sup><http://rakacheese.com/our-products/raka-Mozzarella/>

<sup>56</sup>[https://sirimon.co.ke/catalogue/Mozzarella\\_81/](https://sirimon.co.ke/catalogue/Mozzarella_81/)

<sup>57</sup><https://www.foodbusinessafrica.com/the-dairy-industry-in-kenya-production-capabilities-investments-innovations-and-trends/>

Probabili ragioni e alcuni dati sulla globalizzazione odierna della produzione di Mozzarella

Le ipotesi sulle ragioni della globalizzazione della produzione di formaggi commercializzati con la denominazione Mozzarella, quali siano le caratteristiche, sono molteplici.

La prima può essere il fatto che la produzione di Mozzarella a livello artigianale con filatura manuale non richiede investimenti elevati in strutture ed impianti supplementari<sup>58</sup> e che, essendo un formaggio da consumare freschissimo o comunque entro pochi giorni nella sua versione per Pizza, può avere un cash back pressoché istantaneo, senza richiedere quella capacità finanziaria supplementare richiesta per la stagionatura dei formaggi.

La seconda è che la Mozzarella è una varietà di formaggi che può essere mangiata tal quale a tavola anche come piatto forte, esempio tipico la cosiddetta “caprese” con Mozzarella e pomodori, oppure diventare ingrediente di piatti di cucina e in particolare è il co-protagonista di un'altra storia di successo, sempre originata dal Sud Italia, quella della Pizza.

La storia del legame simbiotico tra Mozzarella e Pizza

La storia della Pizza è antica e incontra solo in un secondo momento quella della Mozzarella. Come per la quasi totalità degli alimenti trasformati, la Pizza ha compiuto un lungo percorso che ha visto un'evoluzione importante sia del modo di farla (tipo di impasto, introduzione della lievitazione, cottura in padella o in forno), dei luoghi ove è fatta (ambito domestico, ristorazione, industria) e soprattutto della varietà dei suoi condimenti.

Nei manuali di scalcheria del 1500-1600 la Pizza era una parola usata per indicare un alimento dolce, frequentemente impastato con burro e uova (Scappi, 1570; Latini, 1694), talvolta anche con Ricotta. Corrado (1773) nel suo “Cuoco Galante” pur senza nominare la parola Pizza, offre la ricetta della “*sfogliata*” il cui impasto vede come ingredienti fior di farina, giallo d'uovo, burro, sale e acqua, ma non lo zucchero. Fra le ricette delle torte fatte con

---

<sup>58</sup> Passando dall'artigianato tradizionale all'industria ed alla sua logica, il discorso ovviamente cambia, vista la necessità di investire in impianti meccanizzati/automatizzati per fare fronte sia alla necessità di produrre grandi quantità di formaggio contenendo il costo del lavoro, sia per garantire una elevata riproducibilità di caratteristiche di prodotto anche alla luce di una maggiore durata di conservazione allo stato fresco e/o congelato.

la *sfogliata* Corrado riporta la “*torta di provature*” fra i cui ingredienti oltre alle provature si trovano grasso di vitello, midolla di manzo e zucchero, legati con gialli d’uova e panna di latte e la “*Torta alla Napoletana*” i cui ingredienti comprendono *provature* in fette, *Ricotta*, *Provola grattata*, *presciutto in fette*, *salsiccie*, *panzetta di porco fettata*, *uova sbattute*, *pepe* e *cannella*. In entrambi i casi gli ingredienti della farcia saranno messi “*tra la pasta sfogliata*” (quindi non sopra) e posti a cuocere. Nelle modalità di cottura della sfogliata, Corrado scrive che “*i gradi di fuoco per cuocere le paste sono varj; per la soda si deve riscaldare il forno a quel grado praticato per il pane; avvertendo di far cuocere la roba di dentro senza che resti bruciata la pasta; e per la mezza frolla, e sfogliata dev’essere un grado minore...*”.

Il romano Vincenzo Agnoletti (1819) usa la parola Pizza e racconta una serie di ricette già molto diversa da quella di Latini, ma ancora profondamente diversa da quelle attuali. Nell’impasto, lievitato, resta ancora lo zucchero, assieme a uova, burro e/o latte, mentre nella farcitura si amplia la gamma degli ingredienti elencati da Corrado, fra cui “*salciccie levata la pelle, e tagliate in pezzi, fettine di prosciutto, formaggio grattato, o in fettine di qualunque sorte, ventresca, provature fresche, o marzoline, e qualunque altra cosa sarà di vostro genio*” oppure anche “*formaggio cavallo*”. Questi ingredienti, stando alla descrizione di Agnoletti, sono tuttavia mescolati nella pasta<sup>59</sup> che quindi è posta a lievitare o a completare la lievitazione e poi cotta. Caso a sé, la Pizza alla Ricotta in cui l’impasto di Ricotta, zucchero, cannella e altro diventa di fatto la farcia tra due strati di impasto steso e lasciato lievitare, in modo simile questa volta al modo di fare la *Pizza rusteca* raccontato da Cavalcanti (1839) che prevede che sopra uno strato di pasta schiacciata, fatta con farina, zucchero, uova e strutto, si ponga il ripieno, una “*mbottunatura*” di “*ova, Mozzarella e presunto*” su cui a sua volta si ponga un altro strato di pasta.

Il modo di *mescolare* il condimento all’impasto, come raccontato da Agnoletti, rappresenterebbe un cambiamento rispetto al modo di fare le Pizze dolci raccontato da Latini (1694) il quale prevedeva una stratificazione di *sfogli* di impasto di farina, zucchero, burro e uova inframmezzati da un ripieno di differente composizione. Non si trova più tuttavia altra traccia di

---

<sup>59</sup> “*Pizza variata in più modi. Nell’impastare la Pizza,.....,potrete mescolare dentro qualunque delle qui sottoscritte cose...*” “*Pizza nobile alla Napoletana. Quando avrete formato una pasta ...vi mescolerete fettine di prosciutto...e di provature; indi formerete la Pizza , e la farete cuocere come le altre*” (Agnoletti, 1819)

questo modo di fare la Pizza mescolando impasto e condimento. La Pizza si avvia ad essere un impasto di farina ed acqua, spesso ancora senza lievito. Alexandre Dumas (1843) scrive che l'impasto della Pizza dei Napoletani è analogo a quello del pane<sup>60</sup>, quindi lontano da quello raccontato nei ricettari fin qui citati che indicano un impasto comunque ricco di uova, burro o strutto. Valeriani (1847) a sua volta scrive che le Pizze schiacciate sono fatte di *“pasta di grano senza lievito ed estremamente perciò indigeste”* su cui potevano essere posti sopra pomodoro crudi, o pesciolini o latticini. Talvolta due sfoglie di Pizza potevano essere sovrapposte agli orli, richiudendo dentro il ripieno, ed erano dette pizze *imbottite* o a *calzone*. Emmanuele Rocco (1858) scrive *“la Pizza ...è una specialità dei napoletani....Prendete un pezzo di pasta, allargatelo o distendendolo con il mattarello o percotendolo colle palme delle mani, metteteci sopra quel che vi viene in testa, conditelo di olio o di strutto, cocetelo al forno, mangiatelo, e saprete cosa è una pizza”*.

La semplificazione dell'impasto, la rapidità di preparazione in assenza di lievitazione e la duplicità del modo di cuocere la Pizza, sul testo o in forno (Cavalcanti, 1839), sono probabilmente elementi che favoriscono la nascita delle prime pizzerie a Napoli già nella prima decade del 1800 e con esse anche quella del mestiere di pizzaiolo (Mattozzi et al., 2021). Valeriani (1847) racconta che *“due specie di pizzajuoli si danno in Napoli”*, il *nobile* con bottega e il *plebeo* senza bottega che va in giro per la città. In ogni caso sta nascendo la Pizza contemporanea con le sue tante declinazioni sia in termini di ingredienti che di opportunità di consumo.

Al di là del modo di unire gli ingredienti, l'abbinata tra Provatura, termine italiano che indica la Mozzarella, e Pizza compare forse fra le prime volte nei testi di Corrado (1773) e Agnoletti (1819), e progressivamente diventa più diffuso, anche se tale abbinata è ancora in un contesto ben diverso da quello che diventerà famoso con il condimento della superficie della pizza con Mozzarella e pomodoro, il progenitore della Pizza Margherita (Cesari, 2023). Dal fatto di essere uno dei tanti ingredienti con i quali si poteva condire la Pizza, la Mozzarella diventa il condimento più diffuso e anche per questo larga parte della Mozzarella si adegua a questo uso, facendo fare al caseificio

---

<sup>60</sup> *“La pizza est une espèce de talmouse comme on en fait à Saint - Denis; elle est de forme ronde et se pétrit de la même pâte que le pain”* (Dumas, 1843). Questo modo di vedere la Pizza diverso dalle descrizioni precedenti era già stato evidenziato da Puoti (1841) distingue tra pizza al forno *“Pane schiacciato messo a cuocere al forno. Focaccia, Schiacciata, Schiacciata unta”* e Pizza dolce o rusteca indicata come *“spezie di vivande composte di varie cose battute e mescolate insieme, con zucchero o senza che si cuociono in tegghia (da noi detta Tortiera)”*



il lavoro di sgrondo della sierosità in eccesso che altrimenti deve fare il pizzaiolo per evitare di bagnare l'impasto in cottura.

Sfuggono a questa regola la Mozzarella di Bufala Campana DOP e la Mozzarella Tradizionale STG che assieme a pomodoro, basilico e olio extravergine di oliva sono gli ingredienti della farcitura della Pizza Napoletana STG<sup>61</sup>.

### Le Pizzerie nel mondo

Le Pizzerie (bar-ristorante) solo in Italia erano oltre 75.000 nel 2019 (Food 24)<sup>62</sup>. Secondo il sito di statistiche BoldData<sup>63</sup>, in Italia nel 2020 le pizzerie ristorante sono state stimate essere 42.288, in USA 90.817, in Brasile 32.283, in Germania 13.529 e negli altri Paesi 56.386. La diffusione delle Pizzerie in tutto il mondo è risultato dell'imprenditorialità iniziale di emigranti italiani cui si è aggiunta quella di altri imprenditori locali, alcuni dei quali, avendo capito il valore economico di questo alimento, probabilmente uno dei primi *street food*, hanno sviluppato grandi catene di negozi diffusi in decine di Paesi (Domino's Pizza, Pizza Hut etc).

La Pizza è inoltre un alimento prodotto anche a livello industriale in tutto il mondo e venduto pronto, allo stato surgelato o in atmosfera protettiva, in attesa di finire la cottura nel forno domestico o, alcuni formati, nel tostapane (ad esempio Speedy Pizza<sup>64</sup>).

Il successo della Mozzarella non avrebbe probabilmente avuto luogo senza la Pizza, ma probabilmente è vero anche il contrario.

Questo stretto legame è tuttavia una delle ragioni principali alla base della differenziazione delle tipologie di Mozzarella, che quando usata come ingrediente deve soddisfare al meglio i requisiti funzionali per l'alimento complesso.

---

<sup>61</sup>Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana n° 56 del 9/3/2010

<sup>62</sup> <https://www.ilsole24ore.com/art/pizza-day-business-primato-italiano-15-miliardi--AEoCvWGH>

<sup>63</sup> <https://bolddata.nl/en/pizza-restaurants-growth/>

<sup>64</sup> <https://www.cameo.it/it-it/i-nostri-prodotti/speedy-pizza/assortimento-prodotti>

## Produzione mondiale di Mozzarelle

E' quasi impossibile stimare con accuratezza la produzione di Mozzarella a livello mondiale, ma con buona approssimazione si può affermare che la Mozzarella sia il formaggio più prodotto al mondo. Considerando i primi 4 Paesi produttori di formaggio (Stati Uniti, Germania, Francia e Italia), che coprono circa il 50% della produzione mondiale con più di 11.000.000 di tonnellate complessive di formaggio (Atlasbig, 2022)<sup>65</sup>, si osserva che la loro produzione di Mozzarella nel 2021 è stata superiore a 2.700.000 ton, di cui circa 2.000.000 prodotte in USA<sup>66</sup>.

La produzione italiana odierna è nell'ordine di circa 400.000 ton e rappresenta la varietà di formaggi maggiormente prodotta in Italia assieme a quella dei formaggi di pasta granulosa (Grana Padano, Parmigiano Reggiano e similari) coprendo circa 1/3 della produzione complessiva di formaggi. La crescita produttiva e la geografia della produzione rispetto ai dati del Censimento industriale del 1937 è stata imponente. Più in dettaglio, 320.000 ton sono di Mozzarella di latte di vacca, di cui una frazione molto limitata è rappresentata dalla Mozzarella Tradizionale STG e dalla neonata Mozzarella di Gioia del Colle DOP, mentre 54.000 ton sono di Mozzarella di Bufala Campana DOP<sup>67</sup>, cui aggiungere altre circa 27.000 ton di Mozzarella di latte di bufala non DOP.

Il successo delle Mozzarelle presso i consumatori è reso immediatamente evidente dall'incremento della percentuale delle Mozzarelle rispetto al totale dei formaggi.

---

<sup>65</sup> <https://www.atlasbig.com/en-gb/countries-by-cheese-production>

<sup>66</sup> [https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays\\_Reports/reports/dary0822.pdf](https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/dary0822.pdf)

<sup>67</sup> [https://www.clal.it/?section=Mozzarella\\_bufala\\_campana](https://www.clal.it/?section=Mozzarella_bufala_campana)

Le due principali tipologie di Mozzarella: a elevata e ridotta umidità.

Con il nome Mozzarella oggi si fa riferimento a una pluralità di formaggi ottenuti dalla trasformazione di latte di vacca o bufala. Esistono anche produzioni molto limitate di Mozzarelle ottenute con latte di capra e talvolta anche pecora, ma sono essenzialmente prodotti fatti per stupire il consumatore curioso alla ricerca della particolarità, ancora senza rilievo di mercato. Le Mozzarelle hanno caratteristiche molto diverse tra loro in termini di composizione chimica (% di umidità e grasso, rapporto tra grasso e proteina in funzione di scelte di mercato o della specie animale di origine del latte), aspetto, forma, dimensioni e peso e infine modalità di presentazione (con o senza liquido di governo, fresche e/o congelate) e consumo (come formaggio da tavola o come ingrediente di piatti cucinati, *in primis* la Pizza ma non solo).

Questa variabilità è dovuta al suo successo planetario, cui è corrisposta la capacità di adattarsi.

### La Mozzarella come definita dal Codex Alimentarius

La definizione del formaggio Mozzarella che ha maggiore consenso nel mondo, almeno a livello istituzionale, è quella data dal Codex Alimentarius, organizzazione di FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations) e WHO (World Health Organization), con il suo standard 262-2006, disponibile in lingua inglese<sup>68</sup>, francese, spagnola, araba, cinese e russa. In

---

<sup>68</sup>La versione originale dello standard CXS 262-2006, modificato nel 2019, è la seguente: *“Mozzarella is an unripened cheese in conformity with the General Standard for Cheese (CXS 283-1978) and the Standard for Unripened Cheese Including Fresh Cheese (CXS 221-2001). It is a smooth elastic cheese with a long stranded parallel-orientated fibrous protein structure without evidence of curd granules. The cheese is rindless and may be formed into various shapes.*

*Mozzarella with a high moisture content is a soft cheese with overlying layers that may form pockets containing liquid of milky appearance. It may be packed with or without the liquid. The cheese has a near white colour.*

*Mozzarella with a low moisture content is a firm/semi-hard homogeneous cheese without holes and is suitable for shredding.*

*Mozzarella is made by “pasta filata” processing, which consists of heating curd of a suitable pH value kneading and stretching until the curd is smooth and free from lumps. Still warm, the curd is cut and moulded, then firmed by cooling. Other processing techniques, which give end products with the same physical, chemical and organoleptic characteristics are allowed.”* (<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>)

realtà il Codex racconta con lo stesso standard e nome almeno due formaggi, seguendo l'impostazione sviluppatasi negli USA nel corso degli anni 1960.

Il seguito, con il quale si cercherà di spiegare la storia del modo di fare Mozzarella e le ragioni alla base dei cambiamenti, permetterà di comprendere meglio alcuni aspetti dello standard del Codex che possono suonare troppo generici al non tecnico, ma che sono il risultato di un inevitabile compromesso.

Una traduzione dello standard in lingua italiana è la seguente: *“la Mozzarella è un formaggio fresco, ovvero senza maturazione, privo di crosta con forme diversificate. E' un formaggio elastico e liscio con una struttura fibrosa costituita da lunghi fili di proteine orientate in parallelo, senza più tracce di granuli di cagliata.*

*La Mozzarella ad elevato contenuto di umidità è un formaggio a pasta molle di colore quasi bianco la cui struttura a strati sovrapposti può dare origine a sacche contenenti un fluido di aspetto lattiginoso. Può essere confezionata in presenza o assenza di liquido di governo.*

*La Mozzarella a basso contenuto di umidità è un formaggio la cui pasta consistente/semidura senza aperture è idonea per essere tagliata in piccoli pezzi.*

*La Mozzarella è ottenuta per filatura, un'operazione che consiste nel riscaldare la cagliata avente un pH adeguato, nel suo impastamento e quindi nella stiratura fin tanto che la cagliata sia liscia e priva di grumi.*

*Ancora calda, la cagliata è tagliata e modellata, quindi rassodata per raffreddamento”.*

Questa definizione evidenzia bene i punti chiave comuni dell'operazione di filatura (riscaldamento, impastamento e stiratura della cagliata), ma testimonia anche come la Mozzarella rappresenti un mondo variegato di formaggi, ridotti di fatto a due gruppi principali, suddivisi in base al contenuto di umidità che a sua volta contribuisce a determinarne la principale destinazione d'uso, come formaggio da consumare tal quale a tavola o come ingrediente di cucina.

Il fattore comune e caratterizzante che distingue la Mozzarella da altri formaggi freschi anche con analogo elevato contenuto di umidità (esempi classici in Italia, Crescenza o Stracchino e Squacquerone) è proprio l'operazione di filatura della cagliata, che modifica e orienta la struttura della caseina e con essa il modo in cui è organizzata l'acqua nel formaggio e quindi la percezione della struttura alla masticazione.

Come sia raggiunta la condizione in base alla quale la cagliata diventa filabile (per fermentazione lattica del lattosio o per acidificazione diretta del latte mediante addizione di acidi) non è questione che appare interessare il Codex, probabilmente perché si aprirebbero infiniti diverbi. Il Codex si limita a indicare un pH *adeguato*, senza definirlo perché come si vedrà il punto dirimente perché la cagliata sia filabile non è il pH, ma una sufficiente solubilizzazione del calcio e del fosforo associati alla caseina, che avviene a pH diversi in funzione delle modalità di acidificazione del latte e della cagliata. Analogamente per il Codex non è dirimente il modo con cui si esegue l'operazione di filatura, con quale vettore di energia termica (acqua bollente, vapore, scotta residua alla lavorazione della Ricotta, microonde, altro) o come sia veicolata l'energia meccanica necessaria (manualmente o con macchine rispondenti a diversi principi, coclee, aspi o braccia tuffanti). Il Codex si limita a prescrivere che le tecniche usate facciano ottenere al formaggio la struttura prevista<sup>69</sup>.

Si potrebbe in parte dissentire dalla definizione del Codex quando facendo riferimento alla microstruttura parla di fili di proteine orientati in modo parallelo, fatto questo non sempre completamente vero nelle Mozzarelle italiane ottenute con filatura manuale o con macchine a braccia tuffanti in cui è evidente che i filamenti di caseina, a livello microscopico, non sono tutti in parallelo (Addeo et al., 1996), per quanto la struttura a livello macro possa in una qualche misura assimilata a quella di una cipolla, ovvero con sfoglie sovrapposte e quindi parallele.

Un punto importante della definizione del Codex, che segue le modificazioni del mercato USA alla fine del 1900, è l'inclusione della Mozzarella nella categoria dei formaggi senza maturazione o freschi. L'affermazione potrebbe sembrare banale per un Italiano, ma fino alla fine del secolo scorso negli USA la Mozzarella, soprattutto la varietà a minore umidità usata principalmente come ingrediente per la Pizza, era destinata ad essere maturata per due-tre

---

<sup>69</sup> A tale proposito il punto 8 dello standard prevede "*Determination of equivalency between "pasta filata" processing and other processing techniques: Identification of the typical structure by confocal laser scanning microscopy.*" La microscopia confocale permette di vedere bene la distribuzione dei globuli di grasso nella matrice proteica e la fase sierosa (Joshi et al., 2004) ma non ha la capacità della microscopia elettronica a scansione (SEM) di restituire un'immagine che consenta invece la visione chiara della struttura a fili o a lamelle (McMahon et al., 1999; Addeo et al, 1996).

settimane al fine di conseguire le migliori proprietà d'uso, con costi aggiuntivi di processo e stoccaggio.

Lo standard del Codex definisce alcuni requisiti di composizione chimica (Tabella 1), stabilendo i valori di sostanza secca (*dry matter*), quindi per differenza a 100 quello di acqua, e di grasso sulla sostanza secca (min 18%), differenziandoli per la Mozzarella a basso o alto tenore di umidità, includendo quindi la possibilità di commercializzare Mozzarelle a basso tenore di grasso, ottenute quindi con latte anche parzialmente scremato. Per la Mozzarella *low moisture* il contenuto minimo di sostanza secca varia da 34 a 53%, mentre per quella *high moisture* l'intervallo è compreso tra 24% e 38%. Il contenuto massimo di acqua varia quindi rispettivamente tra 66 e 47% e tra 76 e 62%, anche se è difficile reperire in commercio Mozzarelle con umidità superiore al 70%, se non alla condizione di un loro consumo immediato in quanto avrebbero notevoli problemi di conservabilità.

I limiti definiti dal Codex sono comunque decisamente più larghi di quelli della composizione delle Mozzarelle reperibili sul mercato italiano.

Lo standard del Codex, così come per tutti gli altri alimenti fra cui i formaggi, non dà indicazioni invece sulle origini geografiche della Mozzarella, che probabilmente oggi è il formaggio prodotto nel maggiore numero di Paesi al mondo in tutti i continenti, escludendo l'Antartide dal computo.

3.3 Composition			
Milk constituent	Minimum content (m/m)	Maximum content (m/m)	Reference level (m/m)
<b>Milkfat in dry matter:</b>			
■ with high moisture:	20%	Not restricted	40% to 50%
■ with low moisture	18%	Not restricted	40% to 50%
<b>Dry matter:</b>	Depending on the fat in dry matter content, according to the table below.		
	<b>Fat in dry matter content (m/m):</b>	<b>Corresponding minimum dry matter content (m/m):</b>	
		With low moisture	With high moisture
	Equal to or above 18% but less than 30%:	34%	–
	Equal to or above 20% but less than 30%:	–	24%
	Equal to or above 30% but less than 40%:	39%	26%
	Equal to or above 40% but less than 45%:	42%	29%
	Equal to or above 45% but less than 50%:	45%	31%
	Equal to or above 50% but less than 60%:	47%	34%
	Equal to or above 60% but less than 85%:	53%	38%
Compositional modifications beyond the minima and maxima specified above for milkfat and dry matter are not considered to be in compliance with section 4.3.3 of the <i>General Standard for the Use of Dairy Terms</i> (CODEX STAN 206-1999).			

Tabella 1. Requisiti di composizione della Mozzarella previsti dal Codex Standard 262/2006

La composizione chimica centesimale delle principali varietà di Mozzarella

La composizione delle Mozzarelle disponibili in commercio, come visto, si differenzia principalmente sulla base del contenuto di umidità e grasso, determinato a sua volta principalmente dalla destinazione d'uso (consumo tq o ingrediente di cucina) e da scelte alimentari dettate da linee guida nutrizionali (grasso).

Gli Standards del Code of Federal Regulations degli USA, del Codice Alimentario Argentino e quelli delle Mozzarelle italiane DOP e STG (Tabella 2) offrono un esempio dell'ampia variabilità dei possibili contenuti di umidità e grasso così come delle logiche ad essa sottese, per cui a volte sono stabiliti intervalli, altre solo valori soglia minimi e/o massimi.

L'osservazione della composizione chimica centesimale, che dettaglia quindi i componenti della sostanza secca o residuo secco che dir si voglia, permette di capire anche alcune altre delle principali differenze che caratterizzano i formaggi che sono identificati dal comune nome di Mozzarella.

Una fonte di variabilità di composizione è quella relativa al contenuto di zuccheri e acidi organici, dovuta alle modalità di demineralizzazione della caseina (acidificazione diretta del latte; fermentazione lattica della cagliata). La presenza o l'assenza della fermentazione lattica incide sulla quantità di lattosio (e galattosio) residui e su quella dell'acido lattico. Nelle Mozzarelle ad acidificazione diretta il tipo di acido usato per l'acidificazione del latte (acidi citrico, lattico, acetico, gluconico etc) inevitabilmente si ritrova in quota parte nella Mozzarella. La quantità di zuccheri residui e/o acidi dipende infatti anche dalle modalità di filatura della cagliata (con acqua calda, vapore, scotta o altri fluidi) e quindi dall'entità dello scambio di materia tra fluido di filatura e cagliata.

In linea molto generale si può considerare che le Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte contengano lattosio in misura fino a 1-1,5%, mentre la maggior parte di quelle ottenute per fermentazione lattica contengano una quota di lattosio attorno a 0,3-0,5% e una aliquota di galattosio analoga a quella dell'acido lattico (circa 0,5-0,7%).

	Umidità %	Grasso % su sostanza secca	Grasso minimo su tal quale*
Mozzarella cheese and scamorza cheese 21CFR133.155	52-60	Min 45	18
Low Moisture Mozzarella and scamorza cheese 21CFR133.156	45-52	Min 45	21,6
Part Skim Mozzarella and scamorza cheese 21CFR133.157	52-60	30-45	12
Part Skim Low Moisture Mozzarella and scamorza cheese 21CFR133.158	45-52	30-45	14,4
Queso Mozzarella (art 618 Codigo Alimentario Argentino)	Max 60	Min 35	14
Mozzarella di Bufala Campana DOP	Max 65	Min 52	18,2
Mozzarella di Gioia del Colle DOP	58-68	Non previsto	15-21**
Mozzarella Tradizionale STG sferoidale	58-66	Min 44	15
Mozzarella Tradizionale STG a treccia	56-62	Min 44	16,7
Mozzarella in Liquido di Governo Norma UNI 10979/2013 (Vacca)	56-66	Min 38	12,9
Mozzarella in Liquido di Governo Norma UNI 10979/2013 (Bufala)	56-65	Min 50	17,5
Mozzarella a bassa umidità Norma UNI 10848/2013	Min 44	Min 40	Non calcolabile
*Calcolato moltiplicando il valore minimo del grasso % sul secco per il valore minimo di sostanza secca (100-valore massimo di umidità) /100			
** Prescritto dal disciplinare			
Tabella 2. Limiti di contenuto % di umidità (100-sostanza secca) e grasso previsti da differenti sistemi normativi			

La presenza di acido citrico (circa 0,1-0,2%) è legata sia alla sua presenza naturale nel latte che al suo uso come acidificante.



L'origine del latte (vacca vs bufala) influenza invece il rapporto tra grasso e proteine della Mozzarella, essendo minore quello del latte di vacca (1,2-1,0) rispetto alla bufala (2,0-1,7). Nel caso del latte di vacca, la scrematura parziale del latte applicata per la produzione di Mozzarelle a ridotto tenore di grasso abbassa il valore del rapporto anche sotto l'unità, mentre nel caso della Mozzarella di Bufala non è diffusa la pratica della scrematura del latte, vista l'assenza di un mercato rilevante di burro e crema di bufala<sup>70</sup>.

Le proteine presenti nella Mozzarella sono rappresentate nella quasi totalità dalla frazione caseinica, come per la maggiore parte dei formaggi. La percentuale di proteine nelle Mozzarelle di vacca è generalmente compresa in un intervallo tra 16 e 24% largamente dipendente dal tenore di umidità. Solo nel caso della Mozzarella di bufala la concentrazione scende generalmente a valori inferiori al 15%, a causa del maggiore contenuto di grasso e dell'elevato tenore di umidità.

Le proteine del siero sono presenti in limitata quantità in forma denaturata e legata alle frazioni  $\alpha_{s2}$  e para-K caseina in funzione dell'intensità del trattamento termico di pastorizzazione del latte. La presenza di proteine del siero in forma nativa, oltre che minima, è inoltre generalmente inferiore a quella dei formaggi non a pasta filata per l'effetto di scambio di materia con il fluido di filatura<sup>71</sup>.

La quantità di sale (NaCl) è in relazione con scelte produttive legate essenzialmente alla percezione della sapidità del formaggio e normalmente in Italia il valore è inferiore a 1%. In ogni caso considerando anche l'abbinata tra tenore ridotto di umidità e valori elevati di NaCl prossimi a 2% come in alcune delle Mozzarelle USA e la ridotta quando non assente proteolisi secondaria<sup>72</sup> il valore di  $a_w$  delle Mozzarelle non può condizionare la crescita microbica.

---

<sup>70</sup>Burro e crema di bufala sono prodotti disponibili sul mercato retail e/o degli ingredienti, ma frequentemente derivano da crema recuperata dalla scrematura del siero e non direttamente dal latte.

<sup>71</sup> Le proteine del siero possono essere presenti in misura analoga a quella del latte solo nel caso di Mozzarelle ottenute con tecniche che prevedono la concentrazione iniziale del latte a livello tale da evitare lo spurgo del siero post-coagulazione e la filatura con vapore in condizioni tali da evitare scambi di materia.

<sup>72</sup> Per proteolisi secondaria si fa riferimento alla idrolisi di oligopeptidi ed amminoacidi dalla caseina operata da peptidasi microbiche, ovvero alla liberazione di molecole a basso peso molecolare in grado di "legare" acqua e quindi ridurre il valore di  $a_w$ .

La quantità di minerali è ridotta rispetto alla generalità degli altri formaggi (esclusi quelli a coagulazione acida tipo Quark o Cottage cheese) proprio perché la solubilizzazione nel siero di calcio e fosforo associati originariamente nel latte alla caseina è la condizione per la filabilità della cagliata. I formaggi a pasta filata contengono tuttavia ancora una parte di calcio e fosforo, responsabili della struttura del formaggio.

La specie animale di origine del latte e il contenuto di grasso influenzano inoltre il colore della Mozzarella, in quanto l'assenza di caroteni tipica del latte di bufala è responsabile del colore bianco porcellanato della Mozzarella bufalina. Nel latte di vacca la presenza di caroteni può essere molto variabile in funzione del tipo di alimentazione animale e della % di grasso del latte, ma una quota è sempre presente<sup>73</sup>.

Il valore del pH della Mozzarella può essere molto variabile (generalmente da 4,8 a 6,0) in quanto dipende da una pluralità di fattori tecnologici che possono interagire tra loro in modo complesso: in linea molto generale il valore più acido è riscontrabile in Mozzarelle a ridotta umidità ottenute per fermentazione lattica filate con vapore e quello meno acido in Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte con acido citrico.

Le proprietà funzionali o *fisiche* delle Mozzarelle a ridotta umidità, anche dette per Pizza

Le proprietà fisiche della Mozzarella rappresentano un aspetto studiato ai fini di rendere funzionale la Mozzarella al suo utilizzo come ingrediente in particolare della Pizza prodotta sia a livello industriale che nelle grandi catene delle Pizzerie sorte negli Stati Uniti, in cui il lavoro del pizzaiolo deve essere il più possibile riproducibile in modo che l'identità del prodotto non dipenda dalla capacità del singolo pizzaiolo di interpretare e gestire il comportamento della Mozzarella, ma di seguire le "istruzioni". Il paragrafo che segue non ha la pretesa di approfondire la complessità di questi aspetti, ma vuole solo illustrare alcuni punti basilici del comportamento della Mozzarella per Pizza confezionata in avvolgimento, normalmente sotto vuoto, e comunque senza liquido di governo visto il suo tenore ridotto di umidità.

---

<sup>73</sup> I caroteni possono essere estratti in modo quantitativo ricorrendo all'estrazione con CO<sub>2</sub> allo stato supercritico, ma la pratica non è diffusa nel settore della Mozzarella

Mentre la caratteristica principale delle Mozzarelle a elevata umidità tradizionali, fra le quali a esempio la Mozzarella di Bufala Campana DOP, destinate al consumo tal quale può essere ritenuta la succosità, espressa dalla capacità di rilasciare una sierosità lattiginosa alla compressione<sup>74</sup> data dal taglio e comunque dalla masticazione, le Mozzarelle destinate a diventare ingrediente della Pizza devono avere requisiti specifici che vanno oltre il necessario minore contenuto di umidità ed eventualmente di grasso. Le proprietà funzionali o fisiche fanno riferimento al comportamento che la Mozzarella deve avere in funzione della preparazione e della cottura della Pizza e quindi durante il suo consumo. In altre parole, deve essere considerato il gradimento del produttore e del consumatore di Pizza relativamente ad alcune caratteristiche della Mozzarella, quali:

l'attitudine del formaggio a essere ridotto in pezzi con dimensioni più piccole (*shreddability*);

la separazione di grasso liquido (*oiling off*);

la modificazione di colore con il relativo grado di imbrunimento (*browning*);

l'attitudine della Mozzarella a formare bolle bruciate (*blistering*);

le proprietà di fusione (*meltability*), elasticità e filabilità (*stretchability*).

Tutte queste proprietà sono in relazione sia con i modi di produrre la Mozzarella che ne determinano la composizione che con l'età della Mozzarella e le condizioni in cui è stata conservata (refrigerata o a temperatura negativa) che modificano lo status delle proteine in termini di proteolisi e idratazione.

Probabilmente è inutile sottolineare che il modo in cui si esprimono le proprietà della Mozzarella in cottura dipende anche dal modo in cui è effettuata la cottura.

---

<sup>74</sup>Questa caratteristica diventa opzionale per le Mozzarelle "comuni", come da Norma UNI 10979/2013

L'attitudine del formaggio a essere ridotto di dimensioni

Questa caratteristica della Mozzarella è funzionale innanzitutto alla facilità con la quale la forma di Mozzarella può essere tagliata in pezzi con le forme e dimensioni volute senza generare un eccesso di particelle troppo fini che possono diventare scarto o comunque complicare il loro utilizzo da parte del pizzaiolo, ad esempio aderendo alla lama durante il taglio o perdendo la capacità di fluire in modo indipendente senza quindi tendere ad aderire l'un l'altro (Childs et al., 2007). Questa proprietà influenza sia la velocità che l'uniformità di distribuzione dei pezzi di Mozzarella sulla Pizza e quindi il modo con cui il condimento ricopre la superficie della Pizza. I pezzi a forma di filo o strisciolina, con un minimo spessore e un elevato rapporto tra superficie e volume, sono fra quelli ritenuti con le più rapide proprietà di fusione rispetto ai pezzi con forma di cubetto o fetta, come suggeriscono le leggi dello scambio termico.

La separazione di grasso liquido

La formazione di un accumulo visibile di grasso liquido attorno alla Mozzarella rappresenta un difetto perché danneggia sia l'aspetto del formaggio fuso che la percezione del consumatore che si trova di fronte alla sensazione che sta consumando un alimento grasso. Tale separazione è in relazione diretta con il contenuto di grasso della Mozzarella ed inversa con il contenuto di sale, che favorirebbe una migliore emulsione del grasso. Inoltre aumenta nella Mozzarella conservata rispetto a quella fresca (Kindstedt, 1990).

La modificazione di colore

L'imbrunimento della Mozzarella durante la cottura è dovuto alla reazione di Maillard a carico degli zuccheri residui, lattosio o galattosio, e il suo livello dipende dalla quantità di zuccheri e dalle condizioni di cottura, temperatura e tempo, diversi per le Pizze cotte in forno domestico (max 250°C) piuttosto che in forno industriale (> 300°C) o in quelli tradizionali a legna tipici delle Pizzerie (circa 400-450°C). Il tempo di cottura, oltre che dalla temperatura, dipende dallo spessore della Mozzarella. La quantità di zuccheri presenti dipende dal tipo di starter, se utilizzato, e dalle condizioni di filatura che determinano la quantità di composti solubili ceduti dalla cagliata al fluido di filatura. Il gradimento della presenza di questa modificazione di colore,

quando evidentemente non eccessiva, sembra trovare sia apprezzamenti che valutazioni negative presso i consumatori (Matzdorf et al., 1994).

L'attitudine della Mozzarella a formare bolle bruciate

La cottura della Pizza può causare la formazione di bolle bruciate (*blisters*) di Mozzarella, e il meccanismo del fenomeno è così stato ipotizzato. La formazione di grasso liquido che fuoriesce dalla matrice proteico-lipidica crea uno strato barriera che ostacola la fuoriuscita del vapore generato dall'acqua della Mozzarella durante la cottura. La pressione esercitata dal vapore trattenuto solleva il formaggio ed è contrastata dalla resistenza opposta dalle proprietà di elasticità e filabilità della Mozzarella. Continuando la cottura aumenta la quantità e la pressione del vapore, mentre diminuisce la resistenza elastica, fin tanto che si forma una bolla di gas che cresce di dimensioni fin tanto che esiste un equilibrio tra le forze. La formazione della bolla fa defluire il grasso liquido dalla sommità della bolla verso la base riducendo la forza della barriera all'evaporazione e in queste condizioni, la superficie della bolla si disidrata e quindi *brucia*. È stato osservato che l'entità del fenomeno può essere ridotta aumentando il tenore di sale e riducendo il contenuto di umidità totale, riducendo quindi il valore di  $a_w$ . Il conseguente aumento di elasticità e filabilità riduce la crescita delle bolle che quindi restano di minori dimensioni (Ma et al., 2013).

Le proprietà di fusione, elasticità e filabilità

Le proprietà di fusione della Mozzarella durante la cottura sono una caratteristica importante per l'aspetto che avrà al termine del riscaldamento e per la capacità di espandersi sulla Pizza coprendone la superficie nella misura desiderata. Una Mozzarella con ridotta capacità di fondere è tendenzialmente poco filabile e dura, mentre un'eccessiva capacità di fondere può conferire al formaggio fuso un aspetto troppo compatto egualmente indesiderato (Wang et al., 2002). La capacità di fondere è in relazione diretta con il contenuto di grasso e aumenta in funzione del cambiamento di distribuzione delle forme dell'acqua e quindi della diminuzione del siero esprimibile. Una Mozzarella con tre settimane di conservazione refrigerata ha quindi un migliore comportamento in fusione rispetto a una fresca (Mc Mahon et al., 1999). I costi economici di questa attesa, non fosse altro la dimensione dei magazzini di stoccaggio, sono la

ragione degli studi finalizzati a rendere indipendenti le proprietà di fusione della Mozzarella dal tempo.

L'evoluzione negli anni della composizione delle Mozzarelle

Le informazioni relative alla composizione di Mozzarella precedenti il 1950 di fatto sono riferibili essenzialmente a Mozzarelle italiane. L'analisi di questi dati è uno strumento per osservare l'eventuale scollamento delle caratteristiche delle Mozzarelle attuali, italiane e non, da quelle di un passato non eccessivamente remoto, e quindi per valutare in che misura rispecchino la tradizione, sempre che si possa individuare una tradizione univoca.

I primi *numeri* sulla composizione chimica di Mozzarelle italiane di bufala e di vacca risalgono al 1900 e sono in larga parte riportati nel libro di Savini (1937) che presenta una tabella riferita alla composizione della Mozzarella di Bufala in cui sono mostrati i risultati degli studi di Rimini (1900) che per la Provatura indica un'umidità media di 43,35% e un rapporto tra grasso e proteina di circa 1,32, risultato anomalo rispetto alle caratteristiche del latte che obbliga a ipotizzare che una tecnica arcaica di rottura del coagulo e/o l'uso di molta acqua per la filatura possano avere contribuito a forti perdite di grasso. I dati di Rimini appaiono tuttavia complessivamente confrontabili con quelli successivi di Caprariis (1913) e De Caro e Pannain (1932), che descrivono Mozzarelle decisamente povere di umidità (44,5% medio) rispetto a oggi con un rapporto tra grasso e caseina inferiore all'unità.

La composizione della Mozzarella di vacca e di Provatura fornita da Rimini mostra invece un contenuto di acqua medio di 54,84% e un rapporto tra grasso e caseina medio di 0,76. I dati di Arena (1932), operante presso l'allora Istituto Zootecnico Casario per il Mezzogiorno di Caserta, indicano un aumento della percentuale di umidità media (57,57), risultato tuttavia di una grande variabilità (da 42,57 a 62,94%), a fronte di un rapporto tra grasso e caseina appena superiore all'unità, valore coerente con le caratteristiche del latte.

La sintesi redazionale (Italia Agricola, 1933)<sup>75</sup> di uno studio di G. Dalla Torre, direttore dell'Istituto Zootecnico Casario per il Mezzogiorno di Caserta, riferisce invece di un contenuto di acqua della Mozzarella di bufala tra 60 e 62%, grasso 17-18%, azoto totale 2,56-3,07 (proteine 16,3-19,6), ceneri 2,06-2,18 di cui sale 0,96-0,99, lattosio 0,70-0,75. Il rapporto medio tra grasso e proteina risulta prossimo quando non inferiore all'unità, anche in questo caso un valore non coerente con la composizione del latte di bufala.

---

<sup>75</sup>L'Italia Vinicola ed Agraria, 1933, XXIII, n 4 pag. 63

Reginaldo Marracino (1949), direttore nel dopo guerra del medesimo Istituto Zootecnico Caseario di Caserta in cui avevano operato Arena e Dalla Torre, ha contestato la significatività della campionatura fatta da Arena 17 anni prima nonché l'esattezza dei dati che ne sono stati ricavati, sottolineandone l'eccessiva variabilità. Secondo Marracino, che ribadirà la sua convinzione anche nel 1958, la composizione di riferimento del Fior di Latte (Mozzarella vaccina) prima della salagione dovrebbe essere la seguente: acqua 63%; grasso 18,1%; proteine 16,8%; ceneri 1,4% e lattosio 0,7%. Le caratteristiche indicate sono analoghe a quelle delle Mozzarelle di vacca attuali, ma distanti da quelle riportate nel 1937 per le Mozzarelle pugliesi. Brandonisio e Boccassini (1937) con uno studio su *Provolone* o Mozzarelle di Bari ottenute con latte di vacca prodotte in 9 comuni pugliesi stabiliscono infatti questa composizione media delle Mozzarelle baresi: umidità 50-55%; grasso 20-23%; sostanze azotate (proteine) 22-25%; ceneri 1,5-2,5%; lattosio 1,5-2% e cloruro sodico 0,5-1%. Il rapporto tra grasso e proteine è quindi nell'ordine di 0,91.

Marracino espone osservazioni critiche sull'accuratezza dei metodi di campionatura del formaggio e di analisi del contenuto di acqua delle Mozzarelle. Tali critiche sono in larghissima parte condivisibili<sup>76</sup> e quindi il rischio di una sottostima del contenuto di acqua è alto. Resta tuttavia il fatto che quasi tutti i dati dell'epoca affermano una composizione delle Mozzarelle di vacca molto diversa da quelle attuali conservate in liquido di governo e paradossalmente più simile a quelle per Pizza.

Considerare quei numeri solo come frutto di errori di campionatura e non anche di una diversità di caratteristiche della Mozzarella rischia a sua volta di essere arbitrario. Un errore certo può essere invece evidenziato a proposito dei numeri dello studio di Rimini riferiti al lattosio in quanto la misura del lattosio (tra 6,7 e 9,7%) non è realistica in quanto superiore al valore di lattosio presente nel latte e la trasformazione del latte in formaggio non può

---

<sup>76</sup> Marracino illustra i molteplici problemi ancora oggi ben noti a chi deve misurare il contenuto di acqua di Mozzarelle ad elevata umidità: il rilascio al taglio di sierosità più o meno abbondante legata al particolare status di parte dell'acqua che è raccolta in "sacche" dovute alla filatura e che è assorbita dal formaggio in misura variabile dipendente dalle condizioni di conservazione del formaggio prima dell'analisi; anche mettendo in atto strategie atte a prelevare correttamente l'aliquota di campione per l'analisi, resta aperto il fatto che il contenuto di umidità della Mozzarella è variabile nel tempo. Come si discuterà più avanti, nel caso della Mozzarella di bufala la % di acqua del formaggio può aumentare durante la conservazione in liquido di governo, a differenza di quanto accade nel caso delle Mozzarelle vaccine.



portare a un aumento della percentuale di lattosio.

La sensazione è che resterà irrisolta la domanda di conoscenza riguardo ad una stima esatta della composizione delle Mozzarelle delle prime decadi del 1900, in particolare il contenuto di umidità.

A supporto comunque delle considerazioni di Marracino va riportata una frase di Nicola Bochicchio (1894) che definì le Mozzarelle come *“il formaggio bovino più ricco di siero, cioè più acquoso, e perciò molto molle e prontamente consumabile”* e l'antica definizione della Mozzarella data da Frugoli (1631) come formaggio molto umido, ma senza numeri tutto resta relativo.

La valutazione del rapporto tra grasso e proteine, che non dipende dal contenuto di acqua del formaggio, mette invece in evidenza che proprio la Mozzarella di Bufala manifesta oggi una misurabile variazione in positivo del rapporto tra grasso e proteina del formaggio, indice di una migliore tecnica di lavorazione del latte con riduzione degli sprechi di grasso, a fronte di un valore confrontabile dello stesso rapporto nel latte<sup>77</sup>.

La crescita dell'industria della Mozzarella di vacca nel Nord Italia negli anni 1950-1970 non lascia traccia evidente nella letteratura tecnica circa la composizione del formaggio, nonostante l'introduzione di non poche variazioni di processo, fra cui la conservazione della Mozzarella in liquido di governo.

Augusto Balducci (1974), tecnico dell'industria di meccanica alimentare Sordi di Lodi, invitato all'XI<sup>th</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar tenuto a Madison nel Wisconsin nel cuore della Mozzarella USA, nel suo intervento riporta un contenuto di umidità delle Mozzarelle industriali del Nord Italia filate meccanicamente compreso tra 48,52 e 59,28% in funzione del caseificio, mentre nel Sud Italia i valori di umidità percentuale sono decisamente superiori e compresi in un intervallo più stretto tra 65,3 e 67,2%.

Altri pochi dati riferiti a Mozzarelle industriali di vacca conservate in liquido di governo indicano ancora dopo la metà degli anni 1970 valori in linea con

---

<sup>77</sup> Il rapporto tra grasso e proteine del latte di bufala calcolabile dai dati riportati da Savini (1937) era nell'ordine tra 1,60 (Caprariis, 1913) e 1,87 (Maymone, 1923) che è quindi confrontabile con i valori attuali di circa 1,80 grazie al concomitante aumento del contenuto di grasso (circa 8,1 vs 7,7%) e proteine (4,6 vs 4,3%).

quelli citati da Balducci (56,5% e 51,8% per un campione di Mozzarella Santa Lucia e uno di Mozzarella di Seriate rispettivamente) a supporto di un concetto di Mozzarella diverso dall'attuale (Forloni, 1976)

I risultati di un'indagine promossa dal CNR (1996) sui prodotti caseari del Mezzogiorno riportano per Mozzarelle artigianali di latte di vacca e bufala prodotte in Campania, Puglia e altre regioni valori di umidità generalmente compresi tra 58 e 64%, più simili quindi a quelli di Dalla Torre e a quelli attuali anche quando riferiti alle Mozzarelle della grande industria.

Come si vedrà, la sfida vinta dall'industria è stata quella di aumentare il tenore di acqua della Mozzarella garantendo allo stesso tempo una durata di conservabilità decisamente superiore a quella del prodotto artigianale, necessaria per affrontare un mercato con dimensioni geografiche estese.

I drivers del passaggio dalle Mozzarelle artigianali della tradizione ai prodotti industriali di ieri e di oggi

L'evoluzione delle caratteristiche delle Mozzarelle è la conseguenza del loro successo e quindi della necessità di adeguarsi alle richieste di un mercato molto differenziato di consumatori, sia a livello geografico che di motivazioni per l'acquisto, modalità di consumo e disponibilità alla spesa.

La comparsa della Mozzarella è stata descritta come produzione residuale della lavorazione del latte a Caciocavallo, destinata essenzialmente al consumo familiare o comunque strettamente locale subito dopo il suo ottenimento. L'eccezione, di cui non è noto il peso, era qualche mensa papale o nobiliare, come testimoniato da Scappi (1570) e da altri ricettari d'epoca. Bochicchio (1894) secoli dopo scrive che *"le Mozzarelle raramente formano oggetto di commercio perché non si conservano lungamente e, per lo più, si producono per uso e consumo delle famiglie e per far regali e doni"*.

Come anticipato, nel momento in cui la Mozzarella entra nella logica del commercio e inizia ad avere successo si formano le condizioni anche per il progressivo passaggio verso la produzione industriale. Il primo modello sociale produttivo è caratterizzato dalla parcellizzazione estrema dei luoghi della produzione, con una filiera cortissima, dall'allevamento al consumo<sup>78</sup>, senza per questo escludere anche un commercio su base locale, come deducibile dal decreto sulle importazioni emanato il 30 novembre 1824 da

---

<sup>78</sup> Per avere un'idea dell'organizzazione della filiera distributiva del prodotto più fresco in assoluto, ovvero il latte crudo, è da ricordare che l'approvvigionamento di latte di vacca e capra nella città di Napoli fino al 1927 avveniva anche grazie alla stabulazione e alla mungitura diretta dell'animale in ambiente urbano fin tanto che tale pratica non fu vietata con Ordinanza del 3/2/1926 dell'Alto Commissario per la Città e la Provincia di Napoli (Sordi C., 1926), figura istituita con Regio Decreto Legge 1636 del 15 agosto 1925 al fine di "risanare" le condizioni della città. Nel 1928 sorse a Napoli la Centrale di pastorizzazione del latte completando il percorso per l'approvvigionamento urbano del latte. Alfonso Montefusco, libero docente di Igiene alla R. Università di Napoli scriveva che vacche e capre *"sono portati quasi tutti in giro per le vie della città dalle 6 alle 9 del mattino ed alla sera .... le famiglie...mandano giù nella strada la persona di servizio ad assistere alla mungitura del latte. Le capre sono portate per le scale fino alle abitazioni... Un certo numero di vacche ...resta nelle stalle ove si recano le persone che devono comprare il latte..."* All'epoca si contavano a Napoli oltre 350 stalle per vacche e capre (255 nel 1884) cui aggiungere 15 latterie e una rivendita di latte sterilizzato. (Montefusco A., 1893). La sopravvivenza della pratica della stabulazione urbana fino al 1926 non deve tuttavia stupire, se si considera che a Brooklin, a differenza di New York City, ancora nel 1904 circa 6000 vacche erano allevate usando come nutrimento gli scarti di birreria (Dillon, 2013).

Ferdinando I, re del regno delle due Sicilie. Nel decreto è stabilita la “*Tariffa de’ dritti di consumo per la città di Napoli e i suoi casali*”, in cui si legge il valore del dazio per “*l’immissione*” di Mozzarella nella città di Napoli e nei suoi casali. La notizia supplementare relativa all’applicazione del 5% come valore della tara relativa a “*sporte, sportoni con erba, fieno o mortella*” offre una preziosa informazione sui mezzi usati per il trasporto del formaggio. La caduta dei Borboni e l’ingresso dei Savoia a Napoli determinò il cambiamento di quelle che erano le regole dello Stato borbonico e favorì nel 1861 la nascita di quello che è ricordato come uno dei primi mercati di distribuzione della Mozzarella, la “*Taverna*” di Aversa<sup>79</sup>. Lo sviluppo di questo sistema distributivo pose con più forza il problema di come gestire il trasporto della Mozzarella di bufala dalla “*pagliara*” l’edificio rurale ove il “*curatino*” (il casaro) trasforma il latte in formaggio, al mercato e/o ai negozianti della zona, grazie all’intermediazione del “*casigno*” che ritirava il formaggio dal caseificio e lo trasportava sui luoghi della distribuzione.

Il commercio della Mozzarella evidenzia nuovi problemi sia di natura tecnica, quali l’idoneità al trasporto in un periodo in cui non esistevano le confezioni individuali, mantenendo caratteristiche ottimali per tutto il tempo richiesto dalla distribuzione, che di carattere gestionale per l’introduzione ad esempio della figura del mediatore, con i relativi vantaggi e costi.

La capacità del mediatore di ampliare il raggio della distribuzione della Mozzarella per potere essere efficace doveva essere supportata dalla

---

<sup>79</sup> “ *Intorno al 1811, in epoca murattiana per intenderci, i capi di bufali registrati nella sola Capua ammontavano a circa 7800 unità. Nel 1868, si ridussero a 2422. Come tutta l’industria meridionale, anche la produzione di Mozzarella di bufala ricevette un colpo feroce dall’unità d’Italia. Vennero dismesse diverse «pagliare» e anche la «Reale industria della pagliata delle bufale» di Carditello chiuse i battenti. È in questo periodo che venne istituita, ad Aversa, la Taverna, una sorta di «borsa italiana della Mozzarella». In questo mercato all’ingrosso, infatti, venivano «quotate» quotidianamente i prezzi della Mozzarella di bufala e dei derivati caseari prodotti dallo stesso latte tra cui è bene citare la Ricotta. Il prezzo, naturalmente veniva formato dal gioco di domanda ed offerta e regolato da veri e propri contratti. In pratica il produttore di impegnava a vendere i suoi latticini ad un solo commerciante, che si avvaleva di un vettore detto «casigno». Quest’ultimo, infatti, ritirava presso la «pagliara» il prodotto e lo trasportava fino ai mercati di riferimento, come Napoli e la sua provincia. La Mozzarella veniva ritirata nei luoghi di produzione già pesata e avvolta in foglie di giunco o di mortella, ordinatamente disposte in cassette di vimini o castagno e trasportata fino all’ubicazione del negoziante”(<https://www.Mozzarelladop.it/Mozzarella-di-bufala-dallunita-ditalia-alle-due-guerre/>)*

corrispondente capacità del caseificio di fare Mozzarelle che fossero in grado di mantenere le proprie caratteristiche ottimali per un tempo necessariamente più lungo di quello richiesto dal consumo familiare o locale.

Le Mozzarelle della tradizione più antica, e per il consumatore locale gourmand lo sono ancora oggi, erano formaggi caratterizzati da un consumo molto rapido, compreso nell'ordine da qualche ora (Savini, 1937) a due giorni dalla produzione.

In funzione della destinazione delle Mozzarelle nel medesimo periodo si poteva già tuttavia assistere a situazioni diverse, a conferma della pluralità delle condizioni di mercato. Federico Sallusto (1935), ricercatore al Laboratorio di Industrie Agrarie del Regio Istituto Agrario Superiore di Portici, scriveva che le Mozzarelle si *“spediscono al mercato ogni due giorni”*, testimoniando quindi l'influenza dei costi della distribuzione sulle modalità di consumo del formaggio.

Muzio Novelli (1913) descrivendo l'area geografica conosciuta come i *Mazzoni* di Capua e il mondo delle *Difese* e delle *Pagliare* in cui erano allevate le bufale e fatte le Mozzarelle racconta come la lavorazione iniziasse all'alba e il mattino successivo i formaggi fossero trasportati in ceste di vimini *“nelle città di smercio: Napoli, Aversa, Santa Maria Capua Vetere, Caserta, etc”*. Novelli scrive con una prosa tipica del tempo che la barriera del confine regionale è stata superata e che la *“Mozzarella, bene affasciata nelle verdi liane selvatiche e meglio imballata, sorvola i monti e qualche volta i mari, per imporsi alla considerazione dei nostri raffinati amici di Parigi, di Londra e di New York”*. Pur non volendo immaginare le caratteristiche della Mozzarella di quel tempo all'arrivo a New York<sup>80</sup>, e tralasciando l'orgoglio retorico del giornalista casertano, si coglie anche da queste note di costume l'inizio dell'ampliamento del mercato della Mozzarella.

---

<sup>80</sup>La durata della navigazione tra Napoli e New York nella prima decade del 1900 con l'introduzione delle navi a vapore poteva durare oltre una settimana. Nel 1935 la nave REX impiegava 8 giorni per il trasporto passeggeri da Napoli a New York. L'introduzione della refrigerazione sulle navi è stata applicata dall'ing. Tellier già nella seconda metà del 1800 per il trasporto di carne e altri alimenti (Berges P., 1914). In linea di principio quindi sarebbe stato possibile fare arrivare a New York una Mozzarella dopo circa 10 giorni dalla produzione, conservata al freddo: con le tecniche produttive dell'epoca (latte crudo senza starter) può avere qualche fondamento l'espressione di dubbi sulle sue caratteristiche al momento del consumo.

Le preferenze e i dibattiti nell'area tradizionale se sia migliore la Mozzarella di bufala consumata nello stesso giorno di produzione o il giorno successivo sono state e sono ancora oggi senza fine: la risposta dipende dal grado di apprezzamento di una struttura molto e leggermente meno elastica e quindi "nervosa" alla masticazione. C'è concordia sul fatto che oltre quella comunque breve durata, la Mozzarella sia da destinare all'impiego in cucina, come ricordava già Crisci (1634) scrivendo di Mozzarella *stufata* sui maccheroni, e/o all'affumicatura.

Una memoria scritta da Rocco Fasano (2008), studioso di Gioia del Colle, su "*Mozzarellari di Gioia del Colle*" focalizza, fra l'altro, su una particolarità del modo di distribuzione della Mozzarella in Puglia a cavallo tra le due guerre mondiali del secolo scorso, legata al mestiere di *trasportatori*, ovvero persone che svolgendo di fatto il lavoro di viaggiatori di commercio, in proprio o per conto dei caseifici, distribuivano ai clienti le Mozzarelle viaggiando in treno e a causa dei limiti al peso del bagaglio trasportabile senza sovrapprezzo<sup>81</sup> chiedevano ad altri passeggeri di fare figurare parte delle Mozzarelle come proprio bagaglio<sup>82</sup>.

Il passaggio della produzione di Mozzarella dal Sud Italia anche al Nord è incominciata come già visto nei primi decenni del 1900, decollando nella seconda metà del 1900, probabilmente anche grazie alle forti correnti di emigrazione interna dal Sud al Nord Italia per la forte richiesta di manodopera necessaria allo sviluppo industriale. Lo sviluppo dell'industria

---

<sup>81</sup> Per avere un'idea delle condizioni e dei potenziali costi di trasporto, le regole delle tariffe applicabili a viaggiatori e bagagli all'inizio del 1900 prevedevano un limite al peso del bagaglio trasportabile senza sovrapprezzo " *I viaggiatori hanno diritto al trasporto gratuito nel compartimento di kg 20 di bagaglio, il resto è pagato in ragione di L. 0.40 per tonnellata – chilometro*" (Tajani, 1905). Nel 2023 Ferrovienordbarese SPA che gestisce il trasporto da Bari a Barletta prevede il trasporto gratuito di bagagli fino a 10 kg con limiti anche alle dimensioni (<https://www.ferrovienordbarese.it/servizi/trasporto-bagagli-bici-animali>)

<sup>82</sup> "In seguito si cominciò ad usare il treno: il costo dell'abbonamento doveva essere ammortizzato dalla velocità e dalla lunghezza del viaggio, dalla distanza dalla piazza di vendita, e dalla quantità di merce trasportabile. Ma non era conveniente superare il limite del bagaglio, altrimenti addio convenienza! Si era giunti ad una regolare distribuzione del carico: i viaggiatori venivano pregati di attribuire a se parte del bagaglio, ai fini di eventuali controlli, che non mancavano. Solo dopo l'ultima guerra, pagando un forfait per l'intero bagaglio, si era giunti ad una regolare distribuzione del carico: i viaggiatori venivano pregati di attribuire a se parte del bagaglio, ai fini di eventuali controlli, che non mancavano. Solo dopo l'ultima guerra, pagando un forfait per l'intero bagaglio, i Mozzarellari poterono sistemarsi negli ultimi vagoni dei treni "accelerati" senza distribuire la mercanzia". (Fasano, 2008, ripreso da Fernando Tateo in ([www.brazzalesc.com/sui-Mozzarellari-a-gioia/](http://www.brazzalesc.com/sui-Mozzarellari-a-gioia/)))

della Mozzarella inizia in Lombardia e Piemonte ove maggiore è la disponibilità di latte di vacca<sup>83</sup> e maggiore anche la presenza di emigrati.

Area di produzione e consumo si sovrappongono e questo è necessario per fare decollare la crescita di un formaggio fresco allora velocemente deperibile. Il contemporaneo passaggio dal piccolo caseificio artigianale allora tipico del Meridione a quello industriale ha posto sul tavolo la necessità di dare risposta anche ad alcune domande classiche per qualsiasi prodotto che voglia rivolgersi ad un mercato ampio. Occorre ottenere una Mozzarella con una durata di conservazione congrua con i tempi di distribuzione di un sistema a sua volta in evoluzione. La Mozzarella deve avere caratteristiche riproducibili nel tempo, evitando quella grande variabilità di caratteristiche prima evidenziate già a partire dalla banale misura del contenuto di umidità. Lo sradicamento dei consumatori tradizionali dalle loro radici e l'aumento progressivo dei nuovi consumatori, senza memoria storica, aprono all'industria italiana la possibilità di fare un formaggio con modificate proprietà sensoriali (e quindi anche composizione chimica) consone alle aspettative di un pubblico nuovo. Le nuove Mozzarelle di vacca hanno successo e un primo paradosso dell'ampliamento dell'area geografica della produzione di Mozzarelle è che anche il Sud Italia inizia a diventare mercato per il prodotto industriale del Nord, come raccontato da Kosikowski (1960) nel corso di un suo viaggio di studi in Italia l'anno precedente.

La concorrenza sul proprio mercato locale, la modificazione delle abitudini di acquisto di una parte anche della popolazione meridionale che non trova più comodo o possibile acquistare quotidianamente la Mozzarella determina una spinta a modificare il modo di produrre Mozzarelle tradizionale anche da parte degli "artigiani".

In estrema sintesi si potrebbe affermare che nell'equilibrio tra modo artigiano di fare Mozzarelle e modo industriale, il secondo propone al consumatore una gamma con requisiti diversificati, fra cui oggi sono considerate "*premium*" le Mozzarelle con caratteristiche più vicine all'artigianale.

Il caseificio artigianale nel momento in cui decide di volere accrescere la sua produzione di Mozzarella spesso si trova a dovere modificare la condizione originale per cui trasformava solo il latte del proprio allevamento e inizia ad

---

<sup>83</sup> In Emilia il Parmigiano Reggiano è storicamente collettore della maggiore parte del latte prodotto.

acquistare latte. La trasformazione di latte acquistato, esclusiva o a complemento del proprio latte aziendale, apre una serie di problemi gestionali nuovi, il primo fra i quali è il diverso tempo che intercorre tra mungitura e trasformazione del latte. Il latte crudo è materia velocemente deperibile e quale sia il trattamento applicato per la sua conservazione questo ne modifica in parte l'attitudine alla caseificazione.

Per potere competere con i costi derivanti anche dall'evoluzione delle norme igieniche<sup>84</sup> e delle pratiche tecnologiche non poche volte l'artigiano si trova a dovere abdicare, in misura più o meno rilevante, alla tradizione e applicare a sua volta, come può e riesce, tecniche proprie dell'industria (es. pastorizzazione del latte, uso di starter, uso di cagliate prodotte altrove<sup>85</sup>, confezionamento, shelf life più lunga, etc).

L'equilibrio tra prodotto "artigianale" e processo "industriale", comunque sia declinato e giudicato, ha permesso il successo globale di questa varietà di formaggio, con interazioni assolutamente interessanti anche a livello geografico. La tecnica industriale dell'acidificazione diretta del latte con *vinegar* iniziata negli anni 1950 in USA e perfezionata nella decade successiva (Breene et al., 1964a) è presto stata recepita anche in Italia ove è stata applicata sia dalla grande industria, a partire dalla fine degli anni 1960 in Galbani con il marchio S. Lucia<sup>86</sup>, che dall'artigiano, inizialmente soprattutto in Puglia<sup>87</sup> ove il settore della Mozzarella di vacca è più sviluppato rispetto a quello della bufala. Per quanto possibile tecnicamente, l'acidificazione diretta del latte non ha trovato invece ancora applicazione nel settore della Mozzarella di Bufala, trainato dalla Mozzarella di Bufala Campana DOP.

---

<sup>84</sup>Il primo corpus moderno di normativa relativo all'igiene degli alimenti in Italia è la legge 283/1962 che modifica gli articoli 242, 243, 247, 250 e 262 del testo unico delle leggi sanitarie, approvato con regio decreto 27 luglio 1934, n. 1265: Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande

<sup>85</sup>La deliberazione n 823/1933 del Governatorato di Roma relativa alla tariffa dell'Imposta di consumo per la voce Formaggi e Latticini stabilisce la tassazione "*della pasta di formaggio detta cagliata che serve esclusivamente alla produzione dei latticini (Mozzarella, Provatura, provolone)*". La pratica di usare cagliate per fare formaggi a pasta filata ha quindi una sua *tradizionalità* anche in Italia.

<sup>86</sup>Comunicazione personale di Vittorio Angelo Zambrini, manager lattiero caseario italiano con attività in Parmalat, Centro Sperimentale del Latte, Galbani, Danone e Granarolo

<sup>87</sup>Fra le prime tracce documentali a livello di letteratura tecnica sull'uso dell'acido citrico in Puglia si trova uno studio di ricercatori dell'Università di Bari con riferimento all'anno 1977 da cui si ricava comunque la sensazione che la pratica fosse già in corso da tempo (La Notte et al., 1980).



Per potere ragionare sulle dinamiche di questo equilibrio complesso occorre quindi riprendere le problematiche diverse dei differenti Paesi e considerare il destino prevalente di uso del formaggio, ovvero come formaggio da tavola o come ingrediente.

Occorre anche iniziare a definire i requisiti di base delle diverse tipologie di Mozzarella, non limitando l'analisi alla sola composizione chimica, fattore importante per la resa di trasformazione del latte in formaggio, ma considerare anche la durata di shelf-life attesa e la tecnica di trasformazione in rapporto al tempo necessario e alla quantità di Mozzarella da produrre, fattori tutti strettamente interconnessi in relazione con i costi di processo e quindi, ipotizzando un margine di guadagno uguale, con il prezzo di vendita finale al pubblico.

I punti caratterizzanti l'evoluzione della tecnologia di produzione delle Mozzarelle: dati e opinioni

L'industria deve avere la capacità di sapere fare il prodotto con tutti i requisiti funzionali a determinarne il successo commerciale, fra cui avere un numero di potenziali acquirenti nel mercato di riferimento in grado di comperare una quantità superiore a quella del bene prodotto. In altri termini una domanda superiore all'offerta, in modo da sostenere il prezzo. La produzione su larga scala di una Mozzarella destinata a un pubblico vasto, la cosiddetta *commodity*, o di una specialità, quella che gli anglosassoni definiscono come *specialty cheese*, pur nella loro diversa relatività dovrebbero obbedire alla medesima logica. Questo concetto, che mette in relazione il mercato di riferimento con la capacità produttiva, è applicabile quindi a tutte le aziende, quale sia la loro dimensione, quando operano in una logica industriale di qualità.

Nel caso specifico di tutte le varietà di Mozzarella è punto chiave non dimenticare che si tratta di un formaggio con shelf life refrigerata comunque limitata. Questo limite vincola la dimensione del mercato, intesa come estensione anche geografica, alla capacità di prolungare la durata di conservazione. Appare immediatamente evidente che in un mercato di prossimità, il legame tra caseificio e mercato può continuare a essere basato sulla vendita diretta allo spaccio aziendale, come agli esordi della storia della Mozzarella, e/o in punti vendita di proprietà del caseificio medesimo e/o in franchising<sup>88</sup>. In questi casi la shelf-life della Mozzarella può continuare a essere anche brevissima e quindi le tecnologie di produzione possono godere di questa particolare condizione. Viceversa, all'estremo opposto si ha il caso delle medie e grandi industrie che affrontano il mercato globale, sia in senso geografico che di diversità della qualità attesa da grandi gruppi di consumatori. Molti consumatori frequentemente non sono a conoscenza dell'esistenza di "altre" Mozzarelle, e hanno formato il proprio gusto, e quindi il riconoscimento dei requisiti attesi del prodotto, sulle Mozzarelle disponibili localmente, non necessariamente le originali del Sud Italia. Maggiore è inoltre la dimensione del mercato, maggiore è l'ampiezza della variabilità della disponibilità di spesa dei singoli e quindi la necessità per l'industria di comprimere i costi per consentire l'accesso anche alle persone con minore disponibilità. La riduzione dei costi a sua volta può seguire tante

---

<sup>88</sup> Esempi di questa attività sono quelli messi in campo dai caseifici di Mozzarella di Bufala Campana La Contadina e La Tramontina

vie che si incrociano con scelta degli ingredienti e tecniche di produzione idonee all'uso di ingredienti semilavorati, sempre e rigorosamente di origine lattea quali latte concentrato o in polvere<sup>89</sup> piuttosto che cagliate, diversi dal latte fresco.

### La tecnica *originale*

Dalle prime notizie riportate da Boccone (1697) al primo quarto del 1900 lo schema base di produzione della Mozzarella è rimasto sostanzialmente invariato, per quanto siano iniziate a cambiare come visto le richieste del mercato e con esse l'organizzazione della distribuzione del formaggio. Fin tanto tuttavia che la Mozzarella è rimasto un formaggio da consumo quasi immediato, la tecnica tradizionale di fabbricazione poteva reggere al confronto con i tempi.

Lo schema storico di fabbricazione (Figura 1) era basato sulla coagulazione del latte crudo ancora caldo seguita dalla fermentazione lattica (ed altre concomitanti ma non ricercate) della cagliata da parte del microbiota spontaneo del latte e di quello residente sui contenitori e gli attrezzi in legno. La modificazione degli equilibri minerali della caseina dovuti all'acidificazione era (ed è) la condizione necessaria per consentire alla cagliata di modificare la sua struttura e filare, quando sottoposta ad azione meccanica e somministrazione di calore. La filatura era quindi realizzata impastando la cagliata acida, prima opportunamente sminuzzata, con acqua bollente o la scotta residua dalla produzione di Ricotta. La massa di cagliata filata era quindi porzionata in pezzi di opportuna dimensione, rassodata in acqua e quindi salata per immersione in salamoia. La Mozzarella era quindi posta in cesti di vimini, eventualmente con foglie di mortella o altri vegetali, e come tale era pronta per il consumo.

---

<sup>89</sup> L'uso di semilavorati paradossalmente dovrebbe rappresentare un costo aggiuntivo, soprattutto nel caso di latte concentrato o in polvere, ma nella pratica non lo è perché i costi supplementari dovuti alla trasformazione del latte in derivati a ridotto contenuto di acqua o anidri sono largamente compensati dai minori costi del latte, e talvolta del lavoro, nei Paesi di origine e dalla funzione di "polmone" di questi ingredienti che per la loro lunga durata di stoccaggio sono acquistati nei momenti di discesa dei prezzi.

Una rapida analisi di tale modo di produrre mette in evidenza numerosi punti di criticità che diventeranno oggetto di sviluppo del modo di produrre, i più rilevanti dei quali sono:

- a) variabilità della durata della fermentazione lattica e della quantità di acido lattico prodotto nei tempi utili disponibili per la caseificazione;
- b) presenza non controllata di altre fermentazioni;
- c) variabilità della composizione chimica della Mozzarella e conseguentemente anche della resa di trasformazione del latte;
- d) variabilità delle sue proprietà sensoriali;
- e) ridottissima durata di conservabilità.

Latte crudo caldo intero (parzialmente scremato, se latte di due munte)

No starter – Legno

Caglio animale

Riscaldamento della cagliata in maturazione con siero caldo

Fermentazione spontanea della cagliata

Verifica dell'idoneità alla filatura

Filatura con H<sub>2</sub>O bollente o scotta residua alla Ricotta

Modellatura manuale

Rassodamento in acqua

Salagione in salamoia

Consumo in 24-48 h

Figura 1. Le basi storiche della tecnologia delle Mozzarelle fino agli anni 1930-40

Le principali caratteristiche della trasformazione del latte in Mozzarella fino all'inizio degli anni 1940 in Italia

Una sintesi circa il modo di produrre e le caratteristiche della Mozzarella negli anni 1930 si trova nelle note a margine del citato Censimento Industriale dell'Agricoltura del 1937 che così riporta quanto scrisse Fascetti, direttore della allora Regia Stazione Sperimentale di caseificio di Lodi, nella sua Enciclopedia del caseificio (Volume II, 1935 Hoepli Editore) *“la Mozzarella. - Nella lavorazione tipica si dovrebbe usare solo latte di bufala: ma oggi si usa, in maggioranza, latte di vacca. In Agro romano la Mozzarella è conosciuta sotto i nomi di ovuli e provature. Con la pasta di Mozzarella, si fabbricano poi latticini speciali, che, a seconda della forma, si chiamano treccie, uova, ecc. Il metodo di preparazione è assai simile a quello del Caciocavallo. Ne differisce soltanto in quanto: il latte deve essere appena munto e molto grasso; la rottura della cagliata deve avvenire lentamente e senza sminuzzare eccessivamente i grumi, la pasta viene filata assai poco e nel minimo d'acqua occorrente. La salagione, brevissima (una diecina di minuti), è fatta in salamoia (alla concentrazione del 16-20 %). Com'è noto, si tratta di formaggio di immediato consumo, preparato in forme piccole, rotonde o leggermente ovali, del peso di 50-400 grammi. Resa del 20-25 % da latte di bufala; del 15 % da latte di vacca”*.

L'intento è quindi quello di ripercorrere il cammino che ha portato a questa sintesi per poi riprenderlo discutendo l'evoluzione successiva della Mozzarella

La prima notizia, come detto, sembra essere quella riportata da Boccone (1697), che scrive della Provola o Provatura di Roma come di un formaggio di latte di bufala. Il coagulo, separato da gran parte del siero, è mantenuto coperto in un *“tinozzo”* per ventiquattro ore dopo di che viene tagliato a fette e *“si maneggia in modo che fila<sup>90</sup>”* e dopo essere stato formato viene messo in un altro *“tinozzo, pieno di acqua salita di giusto”* per altre ventiquattro ore, dopo di che è estratto ed asciugato all'aria. Boccone inoltre aggiunge che se si è usato latte non privato del suo grasso per fare burro, la Provatura

---

<sup>90</sup>Boccone scrivendo subito dopo del *“Cascio Cavallo della Sicilia”* spiega il metodo di filare: riduzione della cagliata in fettucce, trasferimento in un vaso di legno ove sono coperte con siero caldo rimasto dalla lavorazione della Ricotta, impastamento con un *“pezzo di legno di buona forma”* fino ad ottenimento di una massa che modellata ancora calda può assumere la forma prevista

che si ottiene è più delicata e gustosa e conclude affermando che i formaggi fatti a Napoli sono preferiti rispetto ai romani.

La Provatura di fine 1600 è quindi ottenuta con una tecnica i cui fondamenti sono ancora quelli di oggi, sia con latte intero che parzialmente scremato. I tempi della lavorazione sono funzionali al ciclo produttivo dell'allevatore-trasformatore, con latte probabilmente munto una volta al giorno, sua trasformazione in cagliata e filatura della cagliata il giorno successivo. Il formaggio è quindi pronto dopo un ulteriore giorno di attesa per la salagione. Il tempo di salagione appare lungo, quale sia la dimensione della Provatura, a meno che la concentrazione di sale della salamoia, *l'acqua salita di giusto*, non fosse stata molto bassa rispetto agli standard attuali.

Alla voce "*Provatura*" il Dizionario Universale Economico Rustico (1796) precisa che la coagulazione del latte di bufala avviene a freddo, "*senza riscaldarsi a fuoco*", lasciando quindi dedurre che si trasforma latte caldo appena munto. Nelle campagne napoletane la salatura per immersione in salamoia dura solo alcune ore quando le Provature sono da mangiare fresche. I *bufalari romani* invece tengono le più piccole, dette uova di bufala, nel latte fino al momento che si mangiano, mentre le Provature ordinarie sono tenute in acqua fresca. "*Se si mangiano dopo qualche giorno si aspergono di sale*".

Una coppia di brevi testi non firmati apparsi su "La Biblioteca di Campagna" (Anonimo, 1806) aggiorna le informazioni sulla Provatura raccontando che la durata della sosta della cagliata per la fermentazione dura molte più ore in inverno rispetto all'estate, e che terminata la lievitazione, la pasta è tagliata in pezzi e messa in una non meglio precisata *madia* perché "*ne coli tutto il siero*" e quindi ulteriormente "*ridotta in pezzi minutissimi, vi si versa dell'acqua bollente*". Quando l'acqua si è intiepidita e consente il contatto con le mani, la pasta è maneggiata e quindi formata in pezzi della dimensione voluta che sono messi in salamoia, ove "*van tenuti fin tanto che non siansi saturati di sale. Dopo di che si possono mangiare*". L'articolo racconta che sono preferibili le Provature di latte di bufala perché è più grasso, ma che si può usare anche il latte di vacca.

Nel corso di un secolo, si osserva un importante primo segno del cambiamento delle pratiche di caseificazione, legato alla riduzione dei tempi di lavorazione che non sono più basati sul ciclo quotidiano. Il fatto di non aspettare il giorno successivo per la filatura della cagliata comporta che la

filatura non possa più essere eseguita con la scotta residuale della Ricotta, aprendo la strada all'uso dell'acqua bollente e con essa ad una modificazione degli scambi di materia tra cagliata e fluido di filatura con conseguente cambiamento anche della composizione del formaggio<sup>91</sup>. Il cambiamento più importante è tuttavia dal punto vista del fattore umano, in quanto cambia il *driver* che gestisce l'organizzazione del lavoro, che inizia a orientarsi verso quella che oggi è diventata la logica della qualità, ovvero produrre un bene conforme alle caratteristiche attese. Il momento della filatura diventa funzione delle caratteristiche della cagliata anziché dipendere dal ritmo dell'organizzazione quotidiana del lavoro. A questo aspetto di modernità fa da contrappunto l'assenza dell'uso di un attrezzo per impastare la cagliata, operazione che è fatta con le mani. Moderno è invece il concetto che la durata della salagione appare non essere più gestita in funzione di tempi predefiniti (una giornata) ma sulla base di un criterio (la *saturazione*). Per quanto tale criterio non appaia chiaro, e la *saturazione* sia da valutarsi in termini di apprezzamento sensoriale e non di proprietà di una soluzione, esso risponde alla esigenza di gestire la variabile data dalla diversa dimensione delle Provature e quindi il fatto che per avere lo stesso grado di sale sono richiesti diversi tempi di contatto con la salamoia.

L'Autore anonimo testimonia inoltre della pratica di conservare le Provature salate più piccole, le uova di bufala, in un "*vaso di maiolica pieno di panara*", ovvero panna, con l'avvertenza che devono essere mangiate in giornata. Nel caso si vogliano conservare qualche giorno, le uova di bufala vanno racchiuse in una "*borsa della medesima pasta che chiudesi ermeticamente*". L'Autore, evidenziando in tal modo un'origine non campana o una conoscenza migliore di altre regioni, scrive che tale borsa in Lucania è chiamata *Lattajuola*, anche se tale definizione non è più ripresa da altri, in quanto prevale il termine campano di "*Burriello*" (Padiglione, 1885) o quello di *borsa*.

Il farmacista milanese Antonio Cattaneo (1839) dedica un paio di pagine ai formaggi di latte di bufala prodotti nel Regno di Napoli, specificando che la fermentazione della cagliata dura da 4 a 6 ore in estate e da 10 a 12 ore d'inverno, fin tanto che "*quando tirata con le mani, quella pasta fila, cioè ...si distende senza rompersi*". Cattaneo, che non cita la riduzione di dimensioni

---

<sup>91</sup>La scotta residua alla Ricotta contiene più lattosio rispetto alla frazione sierosa della cagliata acidificata e quindi la filatura con scotta non riduce il contenuto di lattosio della cagliata, anzi può leggermente aumentarlo. Viceversa la filatura con acqua ha l'effetto opposto (Mucchetti et al., 2008).



della cagliata pronta prima della filatura, prosegue *“allora col mezzo dell’acqua calda o del siero caldo s’impasta di nuovo, e se ne formano le provature...o pure le Mozzarelle, grosse quanto un uovo o più”*. I formaggi sono quindi raffreddati in acqua fredda e salati in salamoia leggera per 24 ore. Cattaneo racconta quindi che le Mozzarelle *“si chiudono entro il mirto ....o dentro alla stessa pasta, o a quella di caciocavalli, mettendovi latte dentro, detta in que’ paesi, borsa, e si mangiano fresche”*.

Lo scritto di Cattaneo conferma la coesistenza di entrambe le pratiche fin qui descritte, confermando l’uso del mirto come sorta di packaging già citato dal decreto di Re Ferdinando e introducendo l’uso del latte al posto della panna come sorta di liquido di governo nella borsa. Cattaneo inoltre affronta un tema tecnico di assoluto rilievo relativo al modo con cui il casaro valuta l’idoneità della cagliata ad essere filata, una sorta di prova di filatura *ante litteram*.

Giuseppe Domenico Cestoni(1843), giurista ed agronomo lucano, illustra a sua volta una sorta di prova di filatura per capire il corretto punto di maturazione della cagliata: *“per conoscere il suo vero punto di perfezione se ne fa cuocere un pezzettino sulla brace, e tirandolo fra le dita si vedrà se facilmente si distende senza spezzarsi”*. A differenza della semplice trazione raccontata da Cattaneo, questo test introduce il fatto che la trazione è operata su una cagliata riscaldata e quindi in condizioni più vicine a quelle che troverà grazie al contatto con fluidi caldi<sup>92</sup>. Cestoni dettaglia meglio anche la narrazione del *“Libro di Campagna”* citando il passaggio delle sottili fette di cagliata nella madia, ma chiarendo che la filatura avviene nel *tinello* per aggiunta di acqua bollente. La miscela di cagliata e acqua è quindi lavorata non con le mani, ma *“si avvolge con una mestola, e indi si maneggia ben bene per purificarla dal siero”*, ovvero dall’acqua usata per la filatura che

---

<sup>92</sup>Questo tipo di prova di idoneità della cagliata alla successiva filatura ha una sorprendente analogia con il test utilizzato dai casari statunitensi per valutare l’idoneità della cagliata di Cheddar alla fase di macinazione che precede salagione e successiva formatura, definita *hot iron test*. Il test prevedeva che una lamina di acciaio fosse scaldata sul fuoco fino a calore rosso e quindi lasciata a raffreddare. Non appena ripreso il colore nero, un’aliquota di cagliata ben pressata tra le dita per separare il siero in eccesso era fatta aderire alla lamina e quindi asportata. L’idoneità della cagliata alla macinazione era quindi valutata in base al tipo di filamenti che residuavano sulla lamina una volta staccato il formaggio (Anonimo, 1895; Babcock, 1895). Il comportamento della cagliata era associato, anche se non in modo esclusivo, alla sua acidità e quindi era uno strumento per verificare il grado di maturazione della cagliata in una fase decisiva del processo, quale la sua macinazione prima della salagione.

estrae parte dei componenti solubili della cagliata assumendo quindi aspetto sieroso o lattiginoso.

Il modo di produrre Provola di latte di bufala nelle pianure di Pesto (Paestum), una delle varietà ottenute assieme ad altre quali Fior di latte, Borrielli, Scamorze etc, è descritto da G. Novi (1853; 1854) su una rivista di costume "Poliorama Pittoresco" edita a Napoli, apportando altre informazioni utili a ricostruire il modo di fare Mozzarelle all'epoca. La coagulazione del latte di bufala appena munto aveva una durata di circa un'ora, prima che si procedesse al primo taglio del coagulo a forma di croce ("*avventura a croce*"), sosta per circa un quarto d'ora e quindi rottura in "*minuti pezzi*". L'autore descrive quindi un modo particolare di separazione della cagliata dal siero realizzata introducendo un paniere di vimini (il *serratore*) con il quale si pressa la cagliata sul fondo della tina e si rende possibile l'estrazione di parte del siero emerso che sarà utilizzato per fare Ricotta. La filatura avviene impastando la cagliata sminuzzata con acqua bollente che diventa "*lattiginosa*" perché si arricchisce di grasso. Tolta l'acqua in eccesso, la pasta è quindi foggata "*a forma rotonda e a grandezza che senza stento può essere compresa nel cavo delle due mani leggermente incurvate e l'una all'altra rivolte*". Le Provole sono quindi indurite in acqua fredda e salate in salamoia per ventiquattro ore.

Achille Bruni (1859), professore della Regia Università di Napoli, nella parte della sua Nuova Enciclopedia Agraria dedicata alla fabbricazione del formaggio con latte di bufala riprende in sostanza la narrazione del Cattaneo senza apportare novità.

La risposta della Reale Società Economica di Capitanata (1874) ai quesiti del Ministero dell'Agricoltura è utile per capire come era lavorato il latte di bufala. Il testo esplicita in modo chiaro che le bufale in Puglia si mungono solo una volta al giorno, la mattina, e con il loro latte si ottiene la Provatura o Provola. Il latte è riscaldato per essere lavorato solo "*quando l'aria è fredda*". La rottura del coagulo è fatta con il "*rotolo*" (oggi rotella), attrezzo che serve principalmente per mescolare, ma che nella tradizione del caseificio siciliano ancora fino a pochi anni fa era usato come nel 1800 anche per rompere il coagulo. Anziché il *serratore* di vimini, la separazione del siero è accelerata sovrapponendo "*una maniera di crivello di latta bucherato tenendolo fermo con un peso*". Per favorire la fermentazione (il *crescimento*) della pasta può essere aggiunto siero riscaldato e quando la cagliata è pronta è filata con acqua bollente in un tino di abete. Dopo

porzionatura della pasta con una scodella di legno si maneggia per ottenere palle da circa un kg o meno. Si procede quindi al rassodamento in acqua fresca fino al termine del lavoro della giornata e quindi *“si passano alla salamoia per poco, giacchè tali latticini si vendono freschi e così si consumano”*.

L'aggiunzione di siero riscaldato è un punto di rilievo che denota attenzione alla gestione dei tempi della fermentazione lattica, influenzata in modo rilevante dalla permanenza della cagliata a temperatura consona per la duplicazione dei batteri lattici del latte crudo e si inquadra nel contesto di una velocizzazione della trasformazione del latte in formaggio.

I risultati dell'inchiesta Jacini sullo stato dell'Agricoltura in Italia offrono anche uno spaccato sul modo di realizzare le Provature di bufala nell'area compresa tra Roma e Grosseto. La relazione firmata dal marchese Francesco Nobili Vitelleschi (1884) conferma l'uso di coagulare latte appena munto e di riscaldare la cagliata in fermentazione depositata sul fondo di un non meglio specificato *“vaso”*: dopo avere aggiunto *“siero assai caldo... si pone il recipiente al fuoco”* in modo che il rialzo di temperatura determini che la pasta *“lievita più presto e quindi rigonfiando ed acquistando un peso specifico minore del siero si solleva galleggiando sul medesimo”*. Tale testimonianza permette di dedurre l'uso di recipienti metallici diversi dal legno e conferma le ancora scarse conoscenze di microbiologia per cui le fermentazioni gasogene che determinano la *“crescita”* della pasta sono considerate come un evento positivo anziché un inevitabile effetto collaterale alla fermentazione omo-lattica, quella che consente poi che la pasta possa filare, in tempi indicati tra 7 e 8 ore in primavera e 10-12 in inverno.

Il testo riporta anche un'altra informazione di interesse relativa al modo di verificare l'idoneità della pasta alla filatura. *“Il casaro prende un pezzettino di pasta, l'avvoltole come un cerino, e la pone sulla fiamma di una lucerna finchè diventa nera; la muove quindi dondolandola con la mano e lasciandola allungare verso terra. Se ciò avviene senza rompersi è segno...di perfezione, in caso diverso ...la pasta stessa è passata di cottura”*. La pasta matura dopo essere stata *“spappolata”* manualmente è impastata con acqua *“caldissima”* e lavorata con un bastone, quindi formata in pezzi delle dimensioni di un uovo è posta in acqua fresca e quindi in *“acqua salsa”*<sup>93</sup> ove si trattiene per

---

<sup>93</sup>Gli estensori della nota indicano che per preparare la salsa necessaria a salare 12 dozzine di provature si impiega una libbra di sale.

*cinque o 6 ore circa*". Con le Provature se ne fanno degli involti di 12 ciascuno con la mortella.

Bochicchio (1894), vice direttore delle Regie Scuole Agrarie Italiane nella sua monografia tecnologica sull'industria casearia abruzzese e sannitica, scrive dell'uso di latte di due mungiture consecutive (probabilmente riferendosi a quello di vacca) o *"meglio di una sola munta e appena estratto dalle mammelle"* (probabilmente quello di bufala). Conferma l'uso di aggiungere un po' di scotta (*"siero magro e cocente"*) alla cagliata ancora sotto siero per *"aiutare il fenomeno fermentativo, specialmente nella stagione invernale"*. Il grado di maturazione della cagliata è quindi giudicato con una prova di filatura che di fatto è ancora oggi eseguita allo stesso modo. Un pezzo di cagliata è messo in acqua bollente<sup>94</sup> in modo tale che si rammollisca e quindi è sottoposto a trazione e stiramento: se *"si allunga prontamente ...in cordoncini filiformi, a struttura fibrosa ed a fibre dotate di lucentezza e continuità irreprezibile"* la cagliata ha raggiunto la *"perfetta maturità tecnologica"* ed è pronta per la filatura.

La cagliata prima di essere filata è prosciugata del siero in eccesso mediante sosta su un tavolo e quindi si impasta con *"poca acqua madre bollente"*<sup>95</sup> con l'aiuto di un bastoncino di legno. Il risultato dell'azione fisica e meccanica è quello di conferire alla pasta la duttilità e malleabilità necessarie per formare un *"cordone unico, quasi cilindrico ed abbastanza grosso"* che sarà quindi frazionato nei singoli pezzi di varia dimensione (da quella di un'arancia a quella di un uovo di colombo). Bochicchio continua informando che questi *"globetti"* dopo essere stati tuffati immediatamente in acqua fredda sono salati in salamoia per un tempo al massimo di un'ora.

L'attenzione verso i formaggi freschi a pasta filata in molti dei libri dedicati in Italia alla tecnologia casearia pubblicati tra fine 1800 e prime decadi del 1900 è tuttavia abbastanza scarsa e offre poche informazioni di rilievo, probabilmente proprio perché su scala nazionale il loro peso economico era

---

<sup>94</sup>Bochicchio riferisce anche di un altro metodo di esecuzione della prova in cui l'aliquota di cagliata è riscaldata fino a rammollimento essendo deposta nella cenere.

<sup>95</sup>Bochicchio racconta che caratteristica dell'acqua madre usata per la filatura del Caciocavallo è quella di essere usata ripetutamente (*"vecchia"*). Poiché l'acqua di filatura si arricchisce di grasso e altre sostanze che le conferiscono acidità, in questo modo si riducono le perdite di grasso della cagliata in filatura, impedendo l'eccessivo smagrimento del Caciocavallo. Nella tradizione della Mozzarella di bufala casertana ancora recentemente alcuni produttori usavano il termine di *"acqua ammammata"*.

limitato e a carattere prevalentemente locale. La seconda edizione del libro di Giuseppe Sartori (1902), professore alla Regia Scuola di Agricoltura G. Pastori a Brescia, ne è una testimonianza: meno di venti righe dedicate a Provature, di cui curiosamente scrive che sono fabbricate specialmente in Calabria e Sicilia, per concludere che se ottenute con latte di bufala sono chiamate Mozzarelle.

Carlo Besana (1923), direttore della Regia Stazione Sperimentale di Caseificio di Lodi, nella seconda edizione del suo volume Tecnologia del Caseificio, riprende le informazioni presenti nella prima edizione del 1908, aggiungendo poche notizie a quanto già noto, quali la temperatura e la durata della coagulazione del latte attorno a 30-35°C in 20-25 min rispettivamente, confermando quindi che non sono intervenuti cambiamenti nel modo di fare le paste filate fresche. Besana scrive che caratteristica di buona qualità di una Mozzarella è che quando esse sono tolte dalla salamoia, ove sono rimaste per due o tre ore, e sono messe su un piatto in luogo fresco, *“allora si ammorbidiscono ed aderiscono le une alla altre”*.

Occorre attendere il 1937 perché sia pubblicato il già più volte citato libro di Savini (1937), che è probabilmente il primo dedicato interamente alle paste filate, con attenzione prevalente a quelle stagionate, ma anche con un ampio capitolo dedicato a quelle fresche. Nelle parti dedicate alle Mozzarelle, pur non riportando novità significative nel modo di produrle, il libro offre altri dettagli supplementari. Savini scrive che è usato caglio liquido, talvolta ancora di tipo *“non titolato”* (ovvero di autoproduzione aziendale da stomaci di agnelli o capretti lattanti) e conferma l'uso di riscaldare la cagliata in fermentazione per addizione di siero caldo in modo da avere una temperatura della massa di 35-40°C. La durata della fermentazione è valutata nell'ordine di 3-4 ore in estate e 5-8 ore in inverno, quindi ancora più veloce del passato, grazie ad *“una energica fermentazione lattica”* la cui attività può essere *“seguita e controllata”* misurando l'acidità titolabile del siero. È quest'ultimo un primo importante riferimento al controllo di processo da adottare in linea, tipico di una cultura casearia che volge all'industria.

Savini evidenzia il ruolo della porosità del legno come fonte di batteri lattici che *“funziona come una coltura di sierofermento”*. L'acidità del siero a fine fermentazione della cagliata è riportata essere nell'ordine di 13-16°SH/100 ml. Mentre la filatura e la *“modellatura”* delle singole Mozzarelle per frazionamento di un cordone avvengono come già descritto da Bochicchio,

Savini specifica che il rassodamento in acqua fredda dura 5-7 min dopo di che le Mozzarelle sono introdotte in salamoia (16-20% di sale) ove restano da un minimo di 2 fino a 15 min dopo di che sono sgocciolate per qualche ora prima di essere pronte per il consumo. Savini scrive inoltre che nel mondo della bufala si usa come salamoia anche *l'acqua bianca* residua dalla filatura dopo che è stata sgrassata ed addizionata di circa il 2% di sale, in cui le Mozzarelle permangono da 1 a 2 giorni.

Brandonisio et al. (1937) riportano un metodo molto simile di lavorazione della Provolina o Mozzarella di Bari ottenute con latte di vacca, aggiungendo rispetto a Savini che, dopo la salagione in una salamoia *“piuttosto lenta”* di durata tra 15 e 30 min, le *“Mozzarelle vengono collocate, in un solo tratto, nei recipienti in cui sono comunemente poste in vendita, consistenti in cassette rettangolari di latta con coperchio”*.

## La conservazione e il commercio delle Mozzarelle

Fin tanto che il consumo è rimasto in ambito strettamente locale ed effettuato in giornata o al più l'indomani, non esisteva di fatto il problema della conservazione, ma solo quello del trasporto. Le Mozzarelle erano trasportate sfuse dal caseificio ai mercati, appoggiate in cestelli o cassette in legno o latta eventualmente avvolte o separate con foglie di mortella o altri vegetali.

Il trasporto e l'offerta alla vendita di *“provole e Mozzarelle in sporte e sportoni con erba, fieno o mortella<sup>96</sup>”* è già riportato nel citato decreto approvato da Ferdinando 1 con cui stabilisce il valore della tara da sottrarre al peso della merce. Cattaneo (1839) racconta che *“le Mozzarelle si chiudono entro il mirto, arbusto noto, o pure qualche volta entro lunghe paglie da coprire sedie.”* Bruni (1845) a sua volta scrive che *Provatura, provole fresche o affumigate* e le Mozzarelle *“sogliono avvolgere tra le foglie verdi dell'Asphodelus ramosus<sup>97</sup>, la qual pianta da' contadini e pastori pugliesi domandasi avuzzo”*. Luigi Staibano (1875) scrive che in provincia di Salerno è uso conservare le Mozzarelle in fasci di mirto *“Le Mozzarelle, dette anche*

---

<sup>96</sup> Mortella è uno dei nomi comuni del mirto

<sup>97</sup> Le foglie di questa pianta mediterranea possono avere una larghezza di 2-4 cm e una lunghezza fino a 70 cm e quindi si prestano all'avvolgimento così come un tempo a fare cesti.

*uova di bufale, si mangiano fresche, e le pongono nei piccoli fasci di mirto per conservarli per qualche giorno. .... Di queste...se ne fa un consumo locale, onde non potrà diventare argomento di lontane esportazioni, posto anche mente alle difficoltà di conservarle.”* Casella (1891) descrive a sua volta l’uso di porre in commercio le Mozzarelle “*avvolte e legate in numero di 12 in erbe speciali*” non altrimenti precisate. Bochicchio (1894) riferisce che le Mozzarelle più voluminose, quindi con le dimensioni di un’arancia, “*si mettono in commercio impagliate, cioè avvolte in semplici involucri di cannuce, di mortella o di altra materia vegetale, allorchè debbono viaggiare, e così si spediscono sui mercati pel pronto consumo*”. Besana (1923) aggiunge che le Provole o Provature di bufala a forma di palla da 500 a 1000 grammi “*se non si mangiano subito o se devono essere spedite a qualche distanza, si uniscono due a due e si impagliano, cioè si rivestono con erbe palustri o simili*”.

Immagini e/o descrizioni raccontano anche che le Mozzarelle sono trasportate e poste in vendita affiancate le une alle altre in cassette con coperchio di latta o legno, anche senza essere avvolte in foglie (Pirozzi, 2004; Brandonisio et al., 1937).

#### *La conservazione delle Mozzarelle in crema o latte e nella “borsa”*

Le prime modalità di conservazione della Mozzarella hanno solo concettualmente punti di contatto con la attuale tecnica del liquido di governo, ovvero la copertura delle Mozzarelle con un liquido resa possibile dalla presenza di un contenitore. Il citato Dizionario Universale Economico Rustico (1796) racconta che le uova di bufala, più piccole rispetto alle provature, “*dai bufalari romani dopo fatte si tengono nel latte finchè si mangiano, e le altre ordinarie nell’acqua fresca. Se si mangiano dopo qualche giorno si aspergono di sale*”. A sua volta il citato tomo VII della Biblioteca di Campagna (Anonimo, 1806) racconta che “*Le uova di bufala non sono altro, che le piccole provature salate, e non secche, le quali ripongonsi in un vaso di majolica pieno di panara (la crema). Esse sono ricercatissime, ma occorre mangiarle in giornata. Se poi vogliansi conservare per qualche giorno, van tenute in una borsa della medesima pasta, che chiudesi ermeticamente*”. Cestoni (1843) conferma questa pratica e così scrive sul “*metodo di fare la lattaiuola o borsa. Si preparino le uova di bufala o di vacca dette Mozzarelle. Si faccia una focaccia della stessa pasta, e vi si dispongano prima le dette uova, ed indi la crema. Si cuovra il tutto con una seconda focaccia e si*

*chiudano tutti i lati. Questa borsa è ricercatissima ed è di grato gusto". Il milanese Cattaneo (1839), confermando che le Mozzarelle si mangiano fresche, aveva precisato che nella borsa, fatta anche con pasta di Caciocavallo, poteva essere messo latte. La conservazione, breve, della Mozzarella in latte è riportata anche da Bochicchio (1894) "le Mozzarelle più piccole ..... si custodiscono per pochi giorni racchiudendole, a gruppi da 5 a 10, in borse formate di pasta di Caciocavallo". La pratica di inserire le Mozzarelle nella borsa è riportata ancora da Besana (1923) che scrive "alcuni fabbricatori usano di riunirne una decina entro un involucro di pasta di Caciocavallo, ma anche questo ripiego non raggiunge perfettamente lo scopo di mantenere nelle Mozzarelle il loro sapore caratteristico, mite e delicato". Besana valuta tuttavia tale pratica come un ripiego rispetto al fatto che "riescono tanto più gradite quanto sono di fresca data".*

Queste forme di conservazione sono analoghe a quelle del burro nelle *manteche*, ovvero in involucri di pasta filata che racchiudono una noce di burro, e possono con le dovute differenze in termini di ingredienti essere considerate anche le progenitrici delle burrate odierne (involucri di pasta filata contenenti *stracci* di pasta filata dispersi in panna).

Il modo di conservazione, oltre ad essere elaborato, in assenza di altri sistemi di confezionamento della "borsa" medesima, poteva salvaguardare le Mozzarelle poste all'interno, ma richiedeva il sacrificio di qualità e igiene di quella parte non piccola di formaggio utilizzata come involucro.

### L'inizio della diffusione della Mozzarella nelle Americhe

Nonostante l'emigrazione italiana nelle Americhe nel periodo compreso tra 1870 e 1940 abbia già portato alla diffusione della produzione di Mozzarelle nei Paesi di accoglienza, basti ricordare i già citati nomi di Pollio o Alleva, è difficile trovare notizie sui metodi di fabbricazione adottati dagli emigranti italiani negli USA, così come in Argentina o Brasile, e quindi capire nel dettaglio in che modo si sia evoluta l'industria della Mozzarella in quei Paesi. L'ipotesi probabile è che fin tanto che la Mozzarella è rimasta un formaggio per la comunità degli emigrati italiani il modo di fare sia rimasto quello appreso in Italia. Resta non chiaro quando si è sviluppata la separazione del momento e del luogo di produzione della cagliata da quello della sua filatura, di cui si discuterà più avanti. Questa separazione relativamente al tempo è tecnicamente nella logica dell'antico modo di fare basato sul ritmo



giornaliero, oggi produco la cagliata, domani la filo, che è pratica ancora attuale di non pochi formaggi stagionati a pasta filata del caseificio artigianale agro-pastorale siciliano (Mucchetti et al., 2011). Relativamente allo spazio, la produzione della cagliata nel caseificio e la filatura in negozio, è ipotizzabile che la differente geografia dei luoghi e del rapporto tra campagna e città unitamente alla lentezza dei trasporti, abbia reso questa soluzione allora come la più praticabile.

Il processo produttivo della Mozzarella dagli anni 1950 ad oggi: storia di una evoluzione con interazioni complesse tra Italia e Americhe

La crescita impressionante della domanda di Mozzarella iniziata dopo la fine della II° guerra mondiale, unitamente e grazie ai fenomeni migratori sia all'interno che fuori dall'Italia, ha creato le condizioni per introdurre innovazioni di processo e prodotto necessarie a soddisfarla.

La Mozzarella si trasforma progressivamente da prodotto locale a fenomeno globale con un interessante e intrigante sviluppo di relazioni reciproche in base al quale si delinea che il modo di fare tradizionale esportato in Nord Italia e nelle Americhe trova fuori dai territori di origine una interpretazione diversa dettata dalla necessità di seguire le logiche industriali necessarie per soddisfare la maggiore richiesta e di avere un prodotto in grado di mantenere le caratteristiche di un formaggio fresco ma con una maggiore durata di shelf-life per potere essere distribuito su scala più ampia.

Le principali innovazioni che accompagnano lo sviluppo della Mozzarella sono schematizzate in Figura 2 e saranno progressivamente illustrate e discusse.

Standardizzazione della composizione del latte  
Riduzione carica microbica latte (bactofugazione e/o pastorizzazione)  
Omogeneizzazione latte  
Starter e/o acidificazione diretta  
Enzimi coagulanti termolabili o chimosina di fermentazione  
Coagulazione in continuo  
Riscaldamento cagliata (solo per Mozzarella per Pizza)  
Salagione in filatura  
Filatura con vapore  
Modellatura meccanizzata  
Consumo allo stato fresco anche dopo 30-40 giorni oppure entro 12 mesi se  
surgelata

Figura 2. Le principali innovazioni della tecnologia delle Mozzarelle contemporanee

La sfida diventa quindi quella di sapere gestire tutte le problematiche che inevitabilmente nascono dal cambiamento. Il risultato è che, come già detto, oggi quando si deve parlare di Mozzarella inevitabilmente si deve ricorrere al plurale perché sono tanti i modi con cui è stata gestita l'innovazione.

Forse solo di una affermazione si può essere certi, ovvero che ognuno oggi può trovare sul mercato la Mozzarella in grado di dare risposta alle proprie aspettative.

La capacità dell'industria è quella di sapere cogliere e quantificare tali aspettative offrendo un portafoglio differenziato di Mozzarelle con i minori costi possibili di produzione al fine di gestire la concorrenza ottimizzando i profitti.

I principali costi di produzione di un formaggio fresco a pasta filata quale la Mozzarella sono riconducibili a queste principali categorie, ovviamente non esclusive della Mozzarella ma che nella Mozzarella possono trovare declinazioni specifiche:

- i. ingredienti (dal latte fresco alle cagliate);
- ii. energia (la filatura come momento specifico supplementare di consumo);
- iii. acqua (consumi supplementari dati dall'uso per rassodamento della pasta filata e liquido di governo);
- iv. lavoro (introduzione di meccanizzazione e automazione);
- v. attrezzature e impianti (macchine specifiche dalla filatura al packaging);
- vi. distribuzione (refrigerata e/o a temperatura negativa).

Tutte queste variabili sono a loro volta in relazione, per quanto diversa e non univoca, con la quantità di prodotto da ottenere al giorno e con il tempo, il cui risparmio spesso diventa una risorsa.

Il modo antico di fare Mozzarella, quello raccontato da Boccone a fine 1600, richiedeva tre giorni di lavorazione, consone probabilmente al ritmo di un lavoro umano a triplice attitudine, contadino, allevatore e casaro. La fase di produzione della cagliata occupava il primo giorno, la sua filatura il secondo e la salagione il terzo. Quale potesse essere la qualità di una Mozzarella dell'epoca rispetto ad oggi è in relazione con il diverso grado di immaginazione del lettore, ma quel modo di produrre rifletteva la necessità di trovare un equilibrio tra diverse attività, come ancora oggi accade in

piccole produzioni di autotrasformazione del proprio latte a livello di malga in montagna o pastorale.

L'emigrazione della gente del Meridione d'Italia nelle Americhe, sia a New York che a Buenos Aires, ovvero in Paesi caratterizzati da grandi distanze e forti insediamenti urbani, ancora nella seconda metà del 1900 aveva affrontato il problema di fornire una Mozzarella fresca ai consumatori urbanizzati separando i luoghi (ed il tempo) della produzione di cagliata (fuori dalla città, vicino all'allevamento) da quelli della filatura e eventuale salagione (in ambiente urbano con negozio per la vendita). Questa soluzione *separata* non ha arrestato lo sviluppo dell'industria finalizzato a accelerare i tempi di ogni fase della trasformazione del latte e a sviluppare la distribuzione, mettendo a punto i formati a peso predeterminato e il confezionamento individuale della singola Mozzarella.

L'unificazione dei due momenti della produzione di cagliata e della sua filatura è avvenuta solo nel momento in cui sono stati risolti almeno in parte i problemi legati alla durata di conservabilità della Mozzarella. Tuttora negli USA è comunque diffusa la commercializzazione di cagliata e la sua trasformazione in Mozzarella anche a livello domestico.

Per il lettore non esperto di tecnologia casearia è utile evidenziare quello che potrebbe apparire un dettaglio dal punto di vista tecnico, ma che è chiave nel determinare la durata e i costi di trasformazione, operando in una logica di qualità riproducibile della Mozzarella.

L'acidificazione della cagliata di un formaggio non a pasta filata avviene dopo che la medesima è stata messa nello stampo ove assume la forma prevista e può durare da qualche ora a circa 24. In questo periodo è richiesta solo l'operazione di rivoltamento periodico delle forme, e quindi è richiesto poco lavoro minimamente qualificato, quando non meccanizzato. La variabilità del tempo richiesto dalla fermentazione lattica per raggiungere il pH obiettivo ha valore per la riproducibilità delle caratteristiche iniziali del formaggio, ma generalmente tale fase incide poco sull'organizzazione del lavoro.

Al contrario, la riproducibilità dell'acidificazione della cagliata è chiave per la filatura della cagliata stessa. Un ritardo arresta per quel tempo l'intera catena produttiva o, peggio, se riguarda solo una parte della cagliata può creare una sovrapposizione per cui si può verificare la situazione che la massa di cagliata pronta per essere filata diventa superiore alla capacità di filatura, sia essa manuale o meccanica. Quella parte di cagliata in eccesso subisce

quindi un'acidificazione superiore al necessario e potrà dare origine a una Mozzarella di qualità inferiore. Costi maggiori in termini di lavoro e minore qualità.

Questa osservazione spiega perché fin dalla fine del 1700 i casari, per quanto digiuni di conoscenze microbiologiche, cercavano empiricamente di gestire l'acidificazione da parte del microbiota spontaneo di latte crudo, attrezzi e contenitori di legno, valutata allora come crescita della pasta per lievitazione, modulando al meglio la temperatura della cagliata contrastando il raffreddamento spontaneo con l'aggiunta di siero riscaldato.

Gli emigranti negli USA o in Argentina, probabilmente anch'essi ignoranti di conoscenze microbiologiche nonostante in questa storia si sia arrivati all'inizio degli anni 1950, ma egualmente resi acuti dalla necessità hanno trovato un'altra via. Per ridurre il rischio di avere cagliate eccessivamente acide, giocavano anche loro sulla temperatura di fermentazione ma in modo opposto ai compaesani rimasti in Italia. Essi trovarono che lasciando raffreddare in cella frigorifera la cagliata spurgata di buona parte del siero, ottenevano il duplice scopo di ritardare fino a bloccare la fermentazione lattica a livelli accettabili e di potere stoccare la cagliata per il tempo necessario al suo trasporto.

La comprensione della necessità di gestire complessivamente gli aspetti microbiologici della trasformazione del latte in Mozzarella è probabilmente la sfida più grande che ha permesso di arrivare alle Mozzarelle di oggi, grazie all'introduzione di una molteplicità di innovazioni che hanno colto tanti aspetti diversi con soluzioni talvolta opposte ma finalizzate al medesimo scopo di consentire di avere una Mozzarella con la qualità attesa e i costi minori per la specifica tipologia di Mozzarella.

Affrontare il tema microbiologico ha significato gestire non solo l'aspetto di come rendere riproducibile la velocità della fermentazione lattica, ma assieme a questo anche i temi della sicurezza microbiologica e della qualità, finalizzati anche all'obiettivo di avere la massima shelf-life possibile.

L'abbandono dell'uso esclusivo del latte caldo appena munto e l'introduzione della refrigerazione del latte

Nella tradizione fino alla prima metà del novecento, e comunque accade ancora in parte a livello di piccole produzioni locali che ne fanno orgogliosamente un vanto, la Mozzarella era ottenuta con latte crudo coagulato appena munto ancora caldo, senza l'impiego di starter (e acidi) grazie alla fermentazione lattica spontanea dei batteri lattici del microbiota autoctono del latte e di quello degli attrezzi, soprattutto quando ancora in legno.

La crescita della domanda di Mozzarella non poteva più essere supportata dal semplice aumento del numero dei caseifici, come è stato ad esempio per la produzione di Parmigiano Reggiano e Grana Padano fino alle prime decadi del 1900 (Mucchetti, 2022), ma è diventata la causa dell'aumento della capacità di trasformazione del latte da parte del singolo caseificio, sia esso privato o cooperativo. Il mutare del rapporto tra produzione del latte (stalla) e sua trasformazione (caseificio), per cui quest'ultimo aumentando la sua capacità deve ricevere il latte da più stalle, modifica il sistema di raccolta, trasporto e stoccaggio del latte. Il passaggio dalla trasformazione del latte *aziendale* a quella del latte cosiddetto di *raccolta* proveniente da più stalle ha favorito inoltre la specializzazione dei due ruoli, il produttore e il trasformatore di latte, creando la necessità di trovare un equilibrio di interessi e ripartizione di costi.

La lavorazione del latte appena munto garantisce la massima freschezza del latte ma diventa improponibile nel momento in cui si deve raccogliere il latte di molte stalle, fatto questo che allunga i tempi di raccolta e trasporto del latte. Inoltre, nel caso del latte di vacca, diventa poco proponibile una doppia lavorazione giornaliera del latte, per l'evidente raddoppio di molti costi di trasformazione<sup>98</sup>.

Per rendere indipendente il momento della produzione del latte da quello della sua trasformazione in formaggio la scelta è stata quella di conservare alla stalla il latte di due o anche più mungiture grazie alla sua refrigerazione

---

<sup>98</sup> La doppia lavorazione giornaliera del latte ebbe un periodo di applicazione a livello industriale nel caso del Grana Padano nelle ultime due-tre decadi del secolo scorso, ma fu abbandonata nel momento in cui furono trovate altre soluzioni tecnicamente valide per i problemi che ne avevano favorito l'introduzione (qualità del latte in rapporto alla durata dello stoccaggio).

a +4°C circa. Il latte può inoltre andare incontro a un ulteriore fase di stoccaggio refrigerato al caseificio, soprattutto per consentire almeno un giorno di riposo e così ridurre il costo del lavoro straordinario e il peso delle turnazioni. Almeno in caseificio, la refrigerazione del latte evita il lavoro 7 giorni su 7 due volte al giorno, tipico delle lavorazioni con latte caldo appena munto. I costi e i sacrifici di questa antica soluzione sono evidenti.

La durata dello stoccaggio può essere molto variabile, da poche ore fino alle 60 indicate nel disciplinare della Mozzarella di Bufala Campana DOP per completare la caseificazione<sup>99</sup>. Nel caso del latte di vacca la durata dello stoccaggio del latte crudo, se non altrimenti previsto da regole specifiche<sup>100</sup>, dal 1997 in Italia è formalmente<sup>101</sup> legata al concetto di non superare la carica microbica totale di 300.000 germi/mL all'inizio della trasformazione e 100.000 germi/mL nel caso di latte trattato termicamente prima dello stoccaggio, come ad esempio quello proveniente dall'estero o comunque da stalle o centri di raccolta molto lontani dal caseificio.

Sulla base di questo criterio numerico<sup>102</sup>, la durata di stoccaggio refrigerato del latte, da un punto di vista di principio, è data dal prodotto della carica microbica al ricevimento e il numero di duplicazioni dei microrganismi, almeno di quelli più rappresentati. Il numero delle duplicazioni è in relazione diretta con il tempo di duplicazione cellulare, proprietà specifica di ogni microrganismo anche appartenente alla stessa specie e funzione a sua volta, fra l'altro, della temperatura di stoccaggio. La predizione della durata di stoccaggio è quindi soggetta a forte probabilità di errore, in quanto non è noto *a priori* quali siano le specie microbiche e i biotipi presenti nel latte

---

<sup>99</sup> Al valore di 60 ore occorre sottrarre circa 6-7 ore che corrispondono alla durata della trasformazione del latte in Mozzarella.

<sup>100</sup> Il disciplinare della Mozzarella di Gioia del Colle DOP prevede l'uso di latte di due mungiture che deve essere trasformato entro 48 ore dalla prima mungitura

<sup>101</sup> Il concetto fu introdotto dal DPR 54/1997 (oggi abrogato) che recepì la Direttiva CEE 46/92, modificando l'impostazione tradizionale che prevedeva una durata massima di stoccaggio del latte di due giorni.

<sup>102</sup> La necessità di stabilire un criterio oggettivo (in questo caso un valore di carica microbica totale CMT, ovvero la somma di qualsiasi microrganismo capace di crescere in un terreno colturale non selettivo alla temperatura di 37°C in 48 ore) non può soddisfare in modo eguale tutte le esigenze di salvaguardia della qualità del latte stoccato, in quanto sono le specie microbiche presenti che determinano maggiormente la possibilità di modificare le caratteristiche del latte. Al di là dei costi di analisi, un'analisi metagenomica permetterebbe di conoscere tutte o quasi le specie presenti, ma allo stesso tempo non darebbe (ad oggi), una risposta quantitativa e se basata sul DNA non sarebbe in grado di distinguere le cellule vive da quelle morte e quindi potenzialmente metabolicamente inattive o comunque meno attive.



crudo e quindi può risultare piuttosto aleatoria la probabilità di utilizzare un valore corretto di tempo medio di duplicazione. L'obiettivo gestionale di garantire l'interruzione del lavoro per uno/due giorni alla settimana è quindi spesso conseguito mediante la refrigerazione del latte a temperature positive ma inferiori a +4°C.

La scelta di refrigerare il latte consente infatti di mantenere bassa la carica microbica totale del latte crudo a causa del rallentamento del metabolismo microbico e quindi del conseguente allungamento del tempo di duplicazione cellulare. Questo rallentamento non si esercita tuttavia in egual modo su tutte le specie microbiche e quindi la conservazione refrigerata del latte determina inevitabilmente una modificazione degli equilibri del microbiota, favorendo la prevalenza di specie psicrotrofe capaci di duplicarsi, e quindi crescere di numero, anche a bassa temperatura, pur in un contesto di limitata crescita complessiva.

Parte significativa delle specie psicrotrofe hanno tuttavia il *difetto* di avere caratteristiche metaboliche<sup>103</sup> non funzionali a garantire la migliore qualità sensoriale del formaggio in generale e anche della Mozzarella.

La pastorizzazione del latte e l'uso di uno starter microbico diventano quindi un complemento della refrigerazione del latte. In questo modo si delinea uno schema tecnologico nuovo che permette la nascita del caseificio moderno per Mozzarella basato sulla sequenza conservazione refrigerata del latte, pastorizzazione e impiego di colture starter e/o acidificazione diretta del latte.

---

<sup>103</sup> Il riferimento classico è a *Pseudomonas* spp. e alla sua capacità di produrre enzimi proteolitici e lipolitici termostabili responsabili della alterazione delle proprietà sensoriali della Mozzarella.

L'introduzione dell'uso del latte pastorizzato nella produzione di Mozzarella

Mentre in Italia ancora oggi è possibile produrre Mozzarelle con latte crudo, per quanto la pratica diventi sempre meno frequente, secondo Abrahamson (1954), responsabile Food and Drug Administration, negli Stati Uniti già nel 1949 il 70% delle cagliate usate per fare poi la Mozzarella o altri formaggi era ottenuto con latte pastorizzato, mentre il restante 30% era ottenuto da latte crudo. La produzione giornaliera di Mozzarelle nello Stato di New York in quel periodo era di circa 40-50.000 libbre (18,1- 22,7 ton) al giorno. Circa 7 ton di Mozzarella da latte crudo si confrontavano con il problema della possibile presenza di *Brucella abortus* nelle cagliate da cui erano ottenute e nella limitata o scarsa capacità di inattivare il microrganismo da parte della filatura<sup>104</sup> (Gilman et al., 1951). Lo studio aveva invece dimostrato che il trattamento di pastorizzazione del latte era in grado di inattivare a sufficienza il microrganismo e quindi permetteva di ottenere cagliate prive di *Brucella*.

Il combinato tra dimostrazione del pericolo e identificazione di una soluzione portò all'ordinanza del Department of Health, l'Autorità sanitaria, della municipalità dello Stato di New York che proibì la commercializzazione di Mozzarelle e formaggi *Italian style* ottenuti da latte crudo, imponendo di usare latte pastorizzato. L'*Agriculture and Market Law* dello Stato di New York (Department of Agriculture and Markets, 1958) riporta che l'obbligo di produrre Mozzarelle con latte pastorizzato è legge statale dal 1956 e che dal 1955 non è possibile commercializzare alcun formaggio ottenuto con latte crudo con meno di 60 giorni di maturazione.

Molti caseifici newyorkesi, nonostante la maggioranza avesse già introdotto il trattamento termico del latte, erano tuttavia ancora restii a pastorizzare il latte temendo per la qualità della cagliata e quindi poi della Mozzarella. La pastorizzazione del latte non accompagnata dal concomitante uso di uno

---

<sup>104</sup> La filatura della cagliata è infatti un trattamento termico il cui scopo primario è quello di modificare la struttura della cagliata ed è gestito a tale fine. L'effetto della filatura sulla sicurezza alimentare della Mozzarella dipende dalle modalità con cui è gestita l'operazione (Ricci et al., 2021). Può essere equivalente a quello della pastorizzazione del latte, soprattutto nel caso della Mozzarella di Bufala che richiede temperature di filatura generalmente più elevate, ma anche no, come facilmente prevedibile se si guarda al grande intervallo di temperatura che può raggiungere la cagliata filata, tra 52 e 70°C, ove permane per tempi di qualche minuto.

starter di batteri lattici, come facilmente prevedibile, inibiva o rallentava in modo non prevedibile la fermentazione lattica spontanea della cagliata. Al contrario, non essendo disponibili nei primi anni della decade 1950-60 starter specifici per Mozzarella, l'uso di starter commerciali già utilizzati per altri formaggi rischiava di fare ottenere cagliate troppo acide e demineralizzate, difficili se non impossibili da filare o comunque con perdite di resa. L'Autorità sanitaria in collaborazione con l'industria e l'Università si pose quindi l'obiettivo di sviluppare una tecnologia che consentisse di produrre Mozzarella di qualità impiegando latte pastorizzato.

Le strade seguite sono quindi state sostanzialmente due. La prima è stata l'introduzione dell'uso di colture batteriche starter idonee a gestire correttamente la maturazione della cagliata e il suo successivo stoccaggio refrigerato. La seconda, più innovativa rispetto al contesto caseario complessivo, è stata l'applicazione empirica dell'acidificazione diretta del latte con *vinegar*, eliminando così la necessità della fermentazione lattica della cagliata, sia essa realizzata da batteri lattici autoctoni o da starter.

Le due innovazioni hanno consentito la rapida diffusione della pratica di pastorizzare il latte in tutti i caseifici indipendentemente dalla loro capacità produttiva anche grazie alla disponibilità di scambiatori di calore in flusso continuo<sup>105</sup> in uso nei caseifici più grandi e comunque alla possibilità di trattare termicamente il latte direttamente nella vasca di coagulazione<sup>106</sup>.

---

<sup>105</sup> Risale ad esempio al 1910 il brevetto di Harvey Feldmeier (1910) relativo ad un pastorizzatore per latte in flusso continuo, in formato tubolare in controcorrente contro acqua calda, con sezioni di riscaldamento, sosta, raffreddamento e rigenerativa per il recupero di calore, ovvero il principio degli attuali impianti di trattamento termico del latte. Il brevetto è stato assegnato all'allora Burrell DH Company di Little Fall, New York, poi riunitasi nel 1928 con Cherry J.C Company di Cedar Rapids, Iowa ed altre a dare origine nel 1928 alla Cherry e Burrell Corporation, dal 2015 inserita nel gruppo STX Flow. E' quasi contemporaneo il brevetto di Theodore G. Mollinger (1911), olandese residente in Michigan, relativo ad uno scambiatore di calore a fascio tubiero operante sotto pressione per il trattamento in flusso continuo del latte a temperatura superiore al suo punto di ebollizione. Gli scambiatori di calore a piastre sono successivi, anche se la rete indica il tedesco Albretch Dracke come il primo depositario di un brevetto in merito ancora nel 1878. La realizzazione industriale in Europa fu sviluppata da APV e Alfa Laval nella seconda decade del 1900 (Fernandes et al., 2008).

<sup>106</sup> Il trattamento termico del latte direttamente nella vasca di coagulazione può essere fatto sia per scambio indiretto di calore grazie alla circolazione di vapore in un'intercapedine o in un serpentino immerso nel latte, seguito da raffreddamento alla temperatura di coagulazione per circolazione di acqua fresca, oppure la fase di riscaldamento del latte può avvenire per iniezione di vapore direttamente nel latte. Il secondo metodo è più rapido, ma comporta una

La diversa cultura casearia italiana e l'ambizione di sapere e volere fare formaggi con qualità sensoriali superiori sono state una barriera all'introduzione del trattamento obbligatorio di pastorizzazione del latte per i formaggi, anche limitatamente a quelli freschi o comunque con stagionatura inferiore a 60 giorni, nonostante alcuni tentativi dell'allora Ministero della Sanità che nella pratica favorirono essenzialmente la vendita di scambiatori di calore, ma non in eguale misura il loro utilizzo<sup>107</sup>. L'applicazione della pastorizzazione del latte nei piccoli caseifici del Meridione, quando messa in atto, fu in larga misura dovuta alla richiesta di dare una maggiore durata di conservazione della Mozzarella, quindi a ragioni di mercato, piuttosto che a motivazioni di sicurezza alimentare. In ogni caso, per quanto ancora oggi non esista l'obbligo di pastorizzare il latte, a condizione che provenga da aziende ufficialmente indenni o indenni da tubercolosi e brucellosi, la quantità di Mozzarella a latte crudo oggi in commercio in Italia è esigua rispetto al totale prodotto. La Mozzarella di Bufala Campana DOP, l'esempio di maggiore fedeltà alla tradizione, nel suo standard produttivo prevede esplicitamente la possibilità dell'uso anche di latte pastorizzato e termizzato<sup>108</sup>, così come fa anche la Mozzarella di Gioia del Colle DOP.

---

diluizione parziale del latte a causa della condensazione del vapore e richiede vapore di ottima qualità alimentare.

<sup>107</sup>Il Ministero della Sanità ricalcò le orme dei colleghi di New York emanando la circolare n°88 del 15 dicembre 1976 in cui è scritto "*questo Ministero ritiene debba essere adottato, quale idoneo intervento di profilassi [della contaminazione da *Brucella* veicolata da personale], il preventivo trattamento di pastorizzazione del latte destinato alla produzione di formaggi a pasta filata, da consumarsi freschi, quali Mozzarelle, fior di latte...*". Come strumento di pressione, la circolare chiedeva alle Autorità competenti per il rilascio dell'autorizzazione sanitaria a produrre di verificare la presenza delle attrezzature necessarie per soddisfare gli adempimenti indicati. La presenza di un impianto non significa necessariamente il suo utilizzo, ma esonera l'Autorità dalla responsabilità, qualora questo esista nel caseificio. D'altra parte l'Italia per non pochi aspetti non ha cessato di essere il Paese delle "grida" di manzoniana memoria.

<sup>108</sup> La definizione di latte termizzato è stata diffusa nel linguaggio caseario dalle direttive comunitarie sull'igiene (DIR UE 92/46) e indica un trattamento inferiore a quello di pastorizzazione basato sul riscaldamento del latte a temperatura compresa tra 57 e 68°C per almeno 15 sec, tale comunque da mantenere positiva la reazione al test della fosfatasi alcalina, la cui assenza è indice di avvenuta pastorizzazione. E' un trattamento che non elimina in misura efficace i batteri patogeni (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, etc), ma grazie alla riduzione di carica di microrganismi alterativi non termoresistenti (molte specie di lieviti, coliformi, *Pseudomonas* e batteri psicrotrofi in genere, etc) consente di ridurre la probabilità di avere fermentazioni non desiderate nel formaggio e quindi la difettosità ad essa collegata. La preferenza rispetto alla pastorizzazione è legata al minore grado di modificazione degli

Se il ruolo originario della pastorizzazione del latte è stato infatti quello di eliminare i batteri patogeni non sporigeni eventualmente presenti nel latte crudo<sup>109</sup> e quindi garantire la sicurezza del latte alimentare, il successo dell'applicazione della pastorizzazione del latte per caseificio è stato soprattutto dovuto alla concomitante possibilità di ridurre la carica dei microrganismi alterativi responsabili di difetti, per quanto con efficacia proporzionalmente diversa in funzione del livello di resistenza termica di ogni specie e/o biotipo<sup>110</sup>.

Cosa significa questa frase? Il latte, per quanto correttamente pastorizzato, non diventa in ogni caso una matrice sterile ovvero priva di microrganismi, ma mantiene una carica microbica residua costituita da microrganismi che in misura diversa, proporzionale alla loro specifica resistenza al calore, sono in grado di sopravvivere al trattamento termico impiegato. La frazione del microbiota totale del latte crudo sopravvissuta al trattamento non è prevedibile *a priori*, in quanto è variabile la contaminazione microbica originaria del latte. Nell'ipotesi puramente di scuola di uguali caratteristiche iniziali del microbiota del latte crudo, la carica microbica totale residua al trattamento termico diventerebbe funzione della carica iniziale del latte crudo, che come previsto dal Reg CE 853/2004 non può mediamente superare il valore di 100.000 germi/mL nel caso del latte di vacca e 1.500.000 germi/mL nel caso del latte di bufala<sup>111</sup>.

---

equilibri tra proteine del latte (interazione tra sieroproteine e caseina) e quindi alla possibile influenza (per altro perfettamente gestibile) sulla velocità di coagulazione e attitudine allo spurgo del siero. Nel caso della Mozzarella, formaggio con importante contenuto di acqua anche nelle versioni *low moisture* quali quelle per Pizza l'effetto della pastorizzazione sullo spurgo ha generalmente effetti difficilmente misurabili, e comunque gestibili.

<sup>109</sup> L'efficacia della pastorizzazione del latte è stimata corrispondere all'eliminazione di almeno il 99,999% del microrganismo patogeno non sporigeno più termoresistente (*Coxiella burnetii* e *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*).

<sup>110</sup> E' da sottolineare che il grado di sicurezza microbiologica del formaggio offerto dalla pastorizzazione del latte è normalmente inferiore a quello dato dal medesimo trattamento termico se usato per la produzione di latte alimentare. In questo secondo caso infatti la pastorizzazione del latte è subito seguita dal confezionamento in contenitore ermeticamente chiuso e tutte le operazioni avvengono in un circuito chiuso per cui non c'è contatto tra il latte e l'ambiente esterno dopo il trattamento termico. Nel caso invece del latte per uso caseario, dopo il trattamento termico nella grande maggioranza dei casi, e fra questi la Mozzarella, esiste un contatto più o meno lungo e ripetuto di latte, cagliata e Mozzarella con l'ambiente in funzione della tipologia di impianti usata, ma il contatto esiste e con esso diverse gradazioni di rischio di post-contaminazione microbica.

<sup>111</sup> Può essere utile ricordare che la carica microbica totale non ha significato dal punto di vista della sicurezza alimentare, ma è un indice di gestione delle fasi di produzione, raccolta e

Senza nulla volere togliere al valore preventivo della pastorizzazione del latte nel contribuire alla sicurezza alimentare della Mozzarella, anzi ribadendone l'importanza come fattore di riduzione complessiva del rischio, è utile sottolineare che l'uso di latte pastorizzato non è garanzia di sicurezza alimentare ma solo un contributo rilevante che assicura la sicurezza del principale ingrediente, il latte, e una superiore riproducibilità delle caratteristiche del formaggio.

La riduzione della carica microbica non patogena, quindi sia potenzialmente alterativa che utile, *in primis* i batteri lattici, non solo obbliga ad intervenire con l'uso di colture starter o l'acidificazione diretta, ma se da un lato pone il tema della capacità di una coltura (naturale ed a maggiore ragione selezionata) di riprodurre al meglio l'attività e le interazioni (quando positive) del microbiota autoctono del latte, dall'altro semplificando la complessità aumenta in misura importante la probabilità di avere una Mozzarella di qualità accettabile e soprattutto riproducibile.

L'industria ha convinto il consumatore che la riproducibilità è un valore, oppure è stata convinta dal consumatore? Quale sia la risposta alla domanda, l'aumento continuo della domanda di Mozzarella ha spinto in questa direzione e come detto oggi la frazione di Mozzarelle ottenute con latte crudo è minima rispetto al totale anche in Italia.

Un'altra possibile ragione del successo del trattamento termico del latte per caseificio a livello industriale è quella che, anche nel caso della Mozzarella, la pastorizzazione può avere l'effetto sussidiario di aggregare parte delle sieroproteine alla caseina e, grazie alla proprietà delle sieroproteine denaturate di legare più acqua, può aumentare la resa di trasformazione del latte in formaggio. Maggiore l'aggregazione, maggiore in teoria la resa, ma questa apparente relazione diretta è messa parzialmente in discussione dal peggioramento dell'attitudine del latte alla coagulazione quando le condizioni di pastorizzazione del latte sono spinte oltre limiti utili. Questo peggioramento si traduce in un allungamento del tempo di presa del coagulo e in una struttura meno organizzata del coagulo che se da un lato diminuisce la sua capacità di espellere siero, dall'altro rischia di aumentare le perdite di particelle fini di coagulo e di grasso nel siero. Occorre trovare quindi un punto di equilibrio tra tutti questi effetti in parte contrastanti, e in Italia, la scelta dell'intensità del trattamento termico del latte deve anche confrontarsi con

---

trasporto del latte. Una cattiva gestione può più probabilmente comportare anche problemi di natura igienico sanitaria, ma non esiste correlazione diretta.

il vincolo legale, tutto ed esclusivamente italiano, dato dal rispetto del tenore massimo di furosina (12 e 10 mg/100 g proteina) previsto per le Mozzarelle di latte vaccino/bufalino e per la Mozzarella STG, rispettivamente.

Esperienze di bactofugazione del latte applicato a latte crudo

La separazione centrifuga dei microrganismi come unico trattamento di controllo del microbiota del latte è stata testata senza rilevante miglioramento della durata di conservazione di Mozzarelle a latte crudo ottenute sia per fermentazione lattica guidata da sieroinnesto naturale che a maggior ragione con acidificazione diretta del latte (Faccia et al., 2013). D'altra parte la riduzione di carica microbica ottenuta nelle condizioni applicate (singola centrifugazione a 55°C) è stata abbastanza scarsa, con un range di riduzione di carica massimo di 72% per le *Enterobacteriaceae* e minimo di 7% per gli enterococchi, e un valore di circa 10% per la carica totale.

I valori di riduzione di carica sono stati inferiori a quelli ottenuti trattando a freddo latte per formaggi a latte crudo e pasta cotta, variabile da 67 a 85% in funzione del sistema di centrifugazione adottato (singolo o doppio trattamento (D'Incecco et al., 2020).

Nella pratica industriale la bactofugazione è spesso un trattamento complementare a quello termico, perché i due trattamenti sono basati su principi diversi (la differenza di densità tra cellule microbiche e latte da un lato e la sensibilità termica dall'altro). La bactofugazione ha quindi un effetto additivo a quello termico, quantitativamente più rilevante, e a sua differenza separa fisicamente le cellule dal latte e con esse anche gli enzimi in esse presenti, non rendendoli più disponibili a interagire con la Mozzarella quando la cellula entrerà in lisi. La bactofugazione, così come la microfiltrazione, ha quindi un potenziale effetto di contribuzione al prolungamento della shelf-life.

La standardizzazione della composizione chimica del latte

La logica industriale richiede la massima riproducibilità delle condizioni di processo e delle caratteristiche di prodotto e quindi non può accettare la naturale variabilità della composizione chimica del latte, non solo quella microbiologica, messa sotto controllo dal trattamento termico.

Il casaro di un caseificio tradizionale può provare a gestire la variabilità di composizione chimica adattando opportunamente la tecnologia in modo da ottenere un formaggio con caratteristiche accettabilmente riproducibili e una resa adeguata alle caratteristiche del latte. Il sapere del casaro e la sua manualità sono quindi elementi chiave, ottimi per le piccole produzioni artigianali, ma non sufficienti per quelle industriali ove è richiesto un grado superiore di standardizzazione del prodotto in presenza di variabili supplementari. Ad esempio, quando il lavoro è su turni per ottimizzare lo sfruttamento degli impianti, questo obbliga ad avere più di un casaro, ognuno con proprie radicate convinzioni, difficilmente comprimibili in uno schema rigido. In ogni caso, di fronte a problemi inattesi ogni casaro dovrà prendere proprie decisioni che è verosimile ipotizzare possano essere non perfettamente riproducibili.

La standardizzazione delle caratteristiche chimico-fisiche del latte (grasso, proteine e pH) è quindi un passo chiave per aumentare la riproducibilità in quanto riduce, senza annullarlo, il ventaglio delle decisioni che il casaro dovrà assumere.

Il primo e più semplice passo per standardizzare la composizione chimica del latte è quello di rendere costante il rapporto tra i contenuti di grasso e proteine del latte. La resa produttiva, ovvero i kg di Mozzarella ottenuti da una stessa massa di latte, oscillerà in proporzione al contenuto assoluto di grasso e proteine del latte, ma la costanza del loro rapporto è la condizione per potere ottenere una composizione chimica riproducibile del formaggio.

La tecnica più semplice di standardizzazione del rapporto tra grasso e proteine del latte è la modificazione del tenore di grasso, per sosta del latte in affioramento o per separazione centrifuga, considerando il valore atteso di questo rapporto nella Mozzarella. La sottrazione della quantità prevista di grasso dal latte sotto forma di crema pone il tema delle quantità relative di latte da destinare a formaggio e di crema separata. E' intuitivo che a parità di tenore di grasso del latte standardizzato, quanto maggiore sarà la quantità di latte risultante dalla operazione di scrematura, tanto minore dovrà essere



il volume di crema separata e tanto più tale crema sarà ricca di grasso<sup>112</sup>. A tale scopo la separazione centrifuga, oltre ad essere più veloce è molto più performante rispetto all'affioramento spontaneo della crema.

---

<sup>112</sup> Un breve cenno di chimica del latte e tecnologia casearia può essere utile e per approfondimenti si rimanda al testo di Mucchetti e Neviani (2022). Il contenuto indicativo di grasso e proteine del latte di vacca è rispettivamente pari a 3,75 e 3,28% (valore medio del range per cui la qualità del latte non ha diritto né a premi né a penalità nel sistema di pagamento a qualità), con un rapporto quindi di 1,14. Per avere una Mozzarella con un valore di rapporto tra grasso e proteine di 1,0 il casaro necessita un latte con un rapporto effettivo di 1,0. Effettivo significa al netto delle perdite di proteine e grasso nel siero e nell'acqua di filatura, perdite che sono percentualmente diverse per i due componenti. Nella trasformazione del latte in formaggio infatti non tutto il grasso è recuperato nel formaggio e nel caso della Mozzarella di vacca il valore del recupero può essere stimato a circa 80%. Allo stesso modo va ricordato che la proteina del formaggio è la caseina e che quindi non si recuperano nel formaggio le proteine del siero e le altre forme azotate non proteiche che rappresentano circa il 22% delle proteine totali del latte, così come si perde il caseino-macropetide derivante dalla coagulazione enzimatica della caseina che corrisponde a circa il 6% della caseina. Il recupero proteico è quindi nell'ordine del 73%. Scegliendo di non modificare il contenuto proteico del latte ai fini della sua standardizzazione ma di intervenire solo sul grasso, questo significa che, sulla base di un recupero proteico del 73% la trasformazione di un latte con 3,28% di proteine è matematicamente uguale quella di un latte con il 2,4% di proteine, se queste fossero totalmente recuperabili. Applicando lo stesso ragionamento al grasso, considerando 80% come fattore di recupero, quel latte dovrà avere un contenuto di 3,0% di grasso che corrisponde alla trasformazione di un latte al 2,4% di grasso, se anche questo fosse completamente recuperabile. Riportando il tutto all'inizio, questo significa che il tenore in grasso del latte va ridotto da 3,75% a 3,0%, rendendo disponibile una parte di crema. Il rapporto tra grasso e proteina (3,0/3,28) del latte in caldaia sarà quindi pari a 0,91. La diversa % di recupero nel formaggio di grasso e proteine fa sì che il rapporto tra grasso e proteine del latte effettivamente recuperabili nella Mozzarella sia quindi pari a 1,0 ovvero il rapporto atteso per il formaggio.

Questi conti inoltre devono considerare le caratteristiche della crema che si va a separare dal latte. Maggiore il suo contenuto percentuale di grasso, minore sarà la sua massa e quindi maggiore la quantità di latte trasformato a formaggio. Un esempio. Se la separazione centrifuga di 100 kg di latte al 3,75% di grasso generasse 95 kg di latte parzialmente scremato al 3,0%, questo significa che in quella massa di latte titolato saranno contenuti 2,85 kg di grasso. I rimanenti 5 kg di crema conteranno 0,9 kg di grasso e avranno un tenore di grasso del 18%. Se invece si ottenessero 98 kg di latte sempre al 3,0% di grasso, quella massa di latte conterebbe 2,94 kg di grasso. I rimanenti 2 kg di crema conteranno 0,81 kg di grasso, corrispondenti a un tenore di grasso del 40%. Questa seconda ipotesi permette di ottenere una quantità maggiore di formaggio grazie alla maggiore quantità di latte, a parità di percentuale di grasso. La minore quantità assoluta di grasso che si ritroverà nella crema, al di là della sua maggiore percentuale di grasso, ridurrà ovviamente la quantità di burro ottenibile. Ulteriore conseguenza di questa seconda scelta operativa è quella di avere più siero e meno latticello. La convenienza della scelta, a parità di caratteristiche di composizione di formaggio e burro, dipende dalla differenza di valore di mercato tra formaggio e burro, corretta per la marginalità che ognuno dei due prodotti dà all'azienda.

Per quanto l'introduzione dei separatori centrifughi risalga ancora all'ultimo quarto di secolo del 1800 (Besana, 1908), grazie all'opera di De Laval e tanti altri inventori coevi, i vantaggi dell'uso della standardizzazione del rapporto tra grasso e proteine del latte non sono alla portata di tutti i caseifici, in quanto i costi di investimento per l'acquisto della macchina e quelli di gestione (energia, manutenzione) possono essere giudicati non sostenibili dai caseifici più piccoli, a maggiore ragione quando una variabilità limitata delle caratteristiche della Mozzarella è considerata un fattore di potenziale pregio<sup>113</sup>.

Una forma di standardizzazione più "evoluta" della composizione del latte prevede non solo di avere il medesimo rapporto atteso tra grasso e proteina, ma anche di modificare il loro contenuto assoluto portandolo a un valore prefissato normalmente superiore a quello originariamente presente nel latte. La coagulazione di latte con un rapporto tra grasso e proteina di 0,91, come nell'esempio precedente della nota a piè di pagina, porterà a ottenere una quantità di formaggio maggiore se quel latte anziché avere grasso 3,00% e proteine 3,28%, avesse un contenuto di grasso e proteine portato rispettivamente a 3,60% e 3,94%. In realtà la resa reale non cambia se come punto di partenza si considera la massa di latte in arrivo al caseificio e non quella in caldaia, che dopo standardizzazione, è una frazione di quella iniziale. La coagulazione di latte con caratteristiche superiori di composizione, entro limiti non esagerati, permette tuttavia di ottimizzare e rendere più semplice la riproducibilità del processo di trasformazione del latte e sfruttare meglio la capacità degli impianti. Le caratteristiche di coagulazione del latte dipendono infatti in larga misura dal suo contenuto di proteine e nello specifico di caseina, ragione per cui in condizioni operative uguali (stessa dose di caglio, temperatura e tempo) un coagulo risultante da un latte con più caseina ha una consistenza ed elasticità superiori a quelle di un coagulo di un latte più povero.

Il vantaggio di coagulare un latte con caratteristiche ottimali e costanti di composizione è quello che il casaro può applicare le medesime condizioni di

---

<sup>113</sup> Secondo una critica diffusa, i prodotti standardizzati sono considerati avere minore valore in quanto globalizzati con un gusto piatto che non coincide con le specifiche aspettative di consumatori che si ritengono "gourmand", ognuno con preferenze diverse. L'ampia variabilità delle preferenze dei consumatori lascia comunque uno spazio di mercato a tutti, globalizzati e non.

lavoro, e che è possibile la meccanizzazione del processo, uno dei passi che caratterizza il passaggio dal caseificio artigiano a quello industriale.

In presenza di un latte non standardizzato, il casaro deve sapere adattare le condizioni di coagulazione (dose di caglio, addizione di calcio cloruro, temperatura) accettando che il coagulo raggiunga la consistenza idonea per il taglio in tempi variabili. Questa gestione è possibile solo per caseifici artigiani in presenza di un casaro capace. In linea generale, il piccolo caseificio che trasforma il latte contenuto in una sola vasca di coagulazione una volta al giorno può permettersi di adattare la tecnologia al variare delle caratteristiche del latte, ma in presenza di latte con composizione non standardizzata otterrà formaggi con caratteristiche variabili proporzionalmente alla variabilità del latte.

Nel momento in cui nel caseificio aumenta la quantità di latte da trasformare e si deve usare più di una vasca di coagulazione, inizia a essere introdotto un effetto di lavoro sequenziale con tempi bloccati che riduce i gradi di libertà dell'operatività del casaro, che tende ad agire in modo più ripetitivo a scapito della necessità di adeguare il lavoro alla variabilità del latte (nella giornata o tra giornate). Nel caso specifico della Mozzarella e dei formaggi a pasta filata in genere, l'effetto della variabilità delle caratteristiche del coagulo prima e della cagliata poi può in parte essere ridotta al momento della filatura, gestendone le condizioni ma può anche essere ampliata qualora si filino cagliate diverse nelle medesime condizioni standard.

L'industria non dovrebbe potere lavorare in condizioni di variabilità fuori controllo e richiede quindi un forte grado di standardizzazione delle caratteristiche delle materie prime, in particolare il latte. In linea di principio, grazie alla possibilità di usare sensori in grado di monitorare *in line* il procedere della coagulazione del latte (Panikuttira et al., 2019) e alla loro disponibilità anche a livello commerciale, sarebbe possibile raggiungere l'obiettivo di tagliare il coagulo con la consistenza desiderata anche usando latte standardizzato solo nel rapporto tra grasso e proteine.

Qualora l'industria non si accontenti di questo risultato, come anticipato, il passo successivo è la standardizzazione del rapporto tra grasso e proteine del latte a un valore costante del contenuto percentuale di proteine. In questo modo diventa più probabile<sup>114</sup> il raggiungimento dell'obiettivo di avere

---

<sup>114</sup> Si fa riferimento alla probabilità in quanto la coagulazione del latte non è solo legata alla quantità totale di caseina, ma anche alle sue caratteristiche qualitative, varianti genetiche e

coaguli con caratteristiche riproducibili, in tempi uguali e prevedibili, e quindi questo consente di meccanizzare le operazioni successive di taglio e scarico della miscela di cagliata e siero, anche utilizzando sistemi produttivi operanti in continuo.

Per fare questo non si può più *giocare* solo sulla riduzione del tenore di grasso del latte, ma occorre agire su quello delle proteine, aumentando il loro valore % rispetto a quello originale. A tale scopo sono utilizzabili diverse tecniche

Le tecniche di standardizzazione del contenuto proteico del latte

Il principio per modificare la composizione del latte e ottenere quella desiderata si basa sul frazionamento dei componenti del latte e nella loro ricomposizione secondo le proporzioni attese (Mucchetti e Neviani, 2022).

Il frazionamento dei principali componenti del latte, o meglio l'ottenimento di frazioni arricchite di uno specifico componente, è ottenibile combinando operazioni di separazione centrifuga e di filtrazione attraverso membrane semipermeabili. La centrifugazione permette di separare quasi completamente la frazione grassa nella crema, mentre il successivo trattamento del latte magro per ultrafiltrazione (UF) permette di ottenere un concentrato arricchito in proteine (caseina e sieroproteine, fino ad un valore di circa il 15%) ed un permeato contenente la frazione solubile non proteica del latte (lattosio e minerali). Se il latte magro è invece sottoposto a microfiltrazione (MF) con membrane aventi cut off di 0,1-0,2 micron, la loro minore capacità di separazione fa ottenere un concentrato ricco di caseina (fino a circa 8-10%) ed un permeato che a differenza di quello di UF contiene anche le sieroproteine. La scelta di usare UF o MF dipende dalle caratteristiche desiderate per il formaggio ed in particolare dal suo tenore di sieroproteine.

Miscelando quindi le diverse frazioni (crema separata per centrifuga e frazione magra arricchita in proteine) si ricompono in linea di principio un latte con i requisiti di composizione attesi, aiutandosi in caso con integrazioni della frazione minerale.

---

proporzione relativa tra le frazioni di caseina, a loro volta associabili alla dimensione delle singole micelle e al contenuto di calcio fosfato colloidale e quindi alle condizioni di interazione reciproca che determinano l'aggregazione.

In questa complessa operazione, le scelte tecniche di gestione delle separazioni (pressione, velocità di scorrimento, temperatura, modo operativo in batch o in continuo etc.) possono *stressare* in modo più o meno importante i singoli componenti del latte. Il risultato dell'operazione può essere perfetto dal punto di vista quantitativo, ma non necessariamente restituire perfettamente le qualità funzionali attese, in particolare l'attitudine alla coagulazione e allo spurgo, potenzialmente modificabili da interazioni tra caseine e sieroproteine o da stress meccanici.

Altre tecniche alternative di incremento del tenore proteico del latte prevedono l'aggiunta di latte o derivati a elevato contenuto di proteine (latte in polvere, caseinati, proteine concentrate del latte).

La tecnica apparentemente più semplice sarebbe l'aggiunta di latte magro in polvere, che ha un contenuto proteico di almeno il 34%, ma con lattosio superiore al 50%. I limiti di questa tecnica, ove permessa<sup>115</sup>, sono nella qualità delle proteine, accettabile per i prodotti ottenuti con trattamenti termici "mild" o meglio "low heat", e nel contemporaneo aumento del tenore di lattosio del latte standardizzato di miscela (fresco + polvere) che se non gestito può modificare la composizione finale del formaggio e che in ogni caso rappresenta uno spreco di risorse.

L'aggiunta di caseina micellare e/o caseinato sarebbe la tecnica di elezione perché la caseina è la proteina tipica del formaggio, ma in Europa fino al primo decennio del 2000 è stata fortemente limitata per ragioni di mercato<sup>116</sup>. I vincoli all'uso di caseine hanno contribuito a determinare il successo dell'industria delle proteine concentrate del latte<sup>117</sup>, un derivato del latte costituito principalmente da caseina e proteine del siero.

Il limite di queste tecniche di aggiunta è principalmente legato al rapporto tra le proprietà di dispersione e idratazione dei preparati anidri e i metodi di dissoluzione applicati, che determina la capacità di queste proteine aggiunte

---

<sup>115</sup> In Italia la legge 138/1974 vieta espressamente l'uso di latte in polvere e concentrato nella produzione di formaggio

<sup>116</sup> La CE sovvenzionava la produzione di burro e la trasformazione del latte magro in caseina per controllare i prezzi di mercato del latte, ponendo la condizione che la caseina trovasse impieghi diversi al di fuori del settore latte, con eccezioni limitate

<sup>117</sup> Le proteine concentrate del latte possono essere ottenute con processi di separazione a membrana oppure con tecniche di co-precipitazione termica, entrambe seguite da essiccazione. I due prodotti hanno proprietà funzionali diverse

di integrarsi in misura efficace nel reticolo del coagulo o, al contrario, di finire in parte eccessiva nel siero, rendendo scarso l'effetto del loro uso.

Altro punto da valutare è il rapporto tra il costo di fornitura di questi derivati rispetto a quelli di concentrazione delle proteine attuabili in proprio direttamente in caseificio, e la risposta è probabilmente diversa per ogni caseificio sulla base del metro dato dalla scala produttiva.

Le tecniche di standardizzazione proteica non sono ammesse dagli standard produttivi della Mozzarella di Bufala Campana DOP e di Gioia del Colle DOP e questa scelta diventa un fattore che "obbliga" i caseifici a mantenere elevato il sapere fare umano, in quanto molto più difficilmente sostituibile/integrabile da meccanizzazione e automazione.

Un punto controverso della standardizzazione del latte: la riduzione della distribuzione delle dimensioni dei globuli di grasso per mezzo dell'omogeneizzazione

Le interazioni tra globuli di grasso e reticolo caseinico indotte dalla coagulazione enzimatica della caseina sono complesse e legate a fenomeni fisici, la capacità del reticolo proteico di trattenere le particelle di grasso, e chimici, ovvero le interazioni di legame tra il materiale di membrana del globulo e la caseina.

L'omogeneizzazione del latte è un'operazione generalmente finalizzata a stabilizzare l'emulsione latte attraverso la riduzione del diametro dei globuli di grasso dal loro valore medio originale attorno a 3-4 micron, con una distribuzione tra 0,1 ed oltre 10 micron, a valori inferiori a 1 micron con una distribuzione quindi molto più stretta. Lo stress meccanico dell'operazione<sup>118</sup> rompe la membrana originale di complessa natura fosfolipoproteica che avvolge ognuno dei globuli di grasso presenti nel latte e tale rottura moltiplica il numero dei globuli. La conseguenza di questo aumentato numero di globuli, a parità della massa di grasso, è l'aumento della superficie totale dei nuovi globuli. La quantità originale di materiale di membrana sintetizzato dall'animale non è quindi più sufficiente a ricoprire questa

---

<sup>118</sup>Il latte viene pompato ad elevata pressione (fino a 200-300 bar) in un orifizio presente nella testata dell'omogeneizzatore e l'aumento di velocità di scorrimento dovuto al restringimento della sezione di passaggio ne determina un impatto che grazie all'interazione di più fenomeni (attrito, cavitazione, etc) riduce le dimensioni dei singoli globuli di grasso.

superficie e la superficie di questi nuovi globuli sarà ricoperta in parte dalla membrana originale e in parte dalla cosiddetta *pseudomembrana* di caseina, per sua natura proteina di carattere anfifilico e quindi capace di contribuire alla stabilità dell'emulsione.

Mentre questa operazione di omogeneizzazione è comune per il latte alimentare, la sua applicazione al latte per caseificio è controversa, in quanto l'effetto protettivo della *pseudomembrana* non sembra prevenire la lipolisi con efficacia analoga a quella della membrana originale. Nel caso della Mozzarella e dei formaggi freschi in genere la lipolisi è fenomeno generalmente poco probabile<sup>119</sup> e quindi il rischio di favorire una serie di reazioni che potrebbero portare all'alterazione del gusto è minimo. La formazione di questa *pseudomembrana* è invece responsabile di una maggiore capacità di interazione dei globuli con il reticolo delle micelle di caseina e quindi di una minore perdita di grasso nel siero e conseguente possibile aumento di resa di trasformazione del latte in formaggio.

L'omogeneizzazione può tuttavia modificare le proprietà di coagulazione enzimatica delle proteine del latte, riducendo la capacità del coagulo di contrarsi ed espellere il siero. Il significato di questa modificazione può essere diverso in funzione del tipo di formaggio, in quanto una minore capacità di separare siero può corrispondere a una superiore umidità del formaggio, che in linea di principio è un fattore positivo per i formaggi freschi a pasta molle e negativo per i formaggi a pasta dura.

La minore consistenza del coagulo del latte omogeneizzato può tuttavia indurre anche una maggiore formazione di particelle fini al momento del taglio del coagulo (Rudan et al., 1998 a) con conseguente rischio di loro perdita nel siero e quindi un effetto negativo sulla resa grezza, anche se bilanciato dalla possibile maggiore umidità del formaggio.

In questo caso per ridurre tale rischio una scelta operativa è quella di omogeneizzare solo la crema che sarà quindi poi miscelata con il latte magro le cui proteine in tal modo non subiscono lo stress meccanico. Tuttavia altre

---

<sup>119</sup> La pastorizzazione del latte inattiva la lipasi costitutiva, enzima la cui presenza è normale. Il caglio in pasta non trova più uso, se non talvolta negli anni 1950-70 negli USA per fare Mozzarelle per Pizza più saporite e in quel caso la lipolisi sarebbe stato fenomeno ricercato. Il rischio lipolisi potrebbe derivare dalla presenza di lipasi microbiche prodotte da batteri psicrotrofi qualora la durata di sosta refrigerata del latte fosse stata troppo lunga e il controllo della temperatura di stoccaggio inefficace.

esperienze suggeriscono vantaggi nell'omogeneizzare il latte intero anziché la crema (Vigneux et al., 2022).

E' tuttavia doveroso osservare che un conto sono gli effetti diretti dell'omogeneizzazione del latte (riduzione del diametro dei globuli di grasso, minore capacità di sineresi del coagulo), un altro quelli indiretti (maggiore umidità del formaggio, perdite nel siero di particelle fini di cagliata etc.) che derivano dall'interazione con altri fattori di processo, *in primis* le condizioni di taglio del coagulo. Una gestione opportuna e diversa del taglio del coagulo ottenuto con latte e/o crema omogeneizzati può ridurre, amplificare o negare gli effetti indiretti dell'omogeneizzazione.

La potenziale maggiore quantità di formaggio ottenibile da una medesima quantità di latte spiega l'interesse a introdurre nel processo di caseificazione un'operazione supplementare che richiede un investimento aggiuntivo e determina costi energetici supplementari di gestione.

Nel caso specifico della Mozzarella lo studio dell'applicazione di tecniche di omogeneizzazione del grasso del latte, applicabili al latte o alla crema, con i pro e contro specifici per ognuna delle due scelte operative, data già ai primi anni 1960. L'applicazione di moderate pressioni, nell'ordine di 35-70 bar, in un omogeneizzatore a singolo stadio non ha modificato la separazione del siero dal coagulo e le proprietà di filabilità della cagliata, ma ha cambiato il colore del formaggio rendendolo più chiaro (Breene et al., 1964a), parametro positivo che può ridurre l'uso di additivi *sbiancanti* come l'ossido di titanio permesso negli USA, ma allo stesso tempo il formaggio può diventare più opaco (Rudan et al., 1998 a). Si conferma anche per la Mozzarella non solo un maggiore contenuto di grasso rispetto al formaggio da latte non omogeneizzato, ma anche una minore separazione di grasso dalla Mozzarella quando cotta sulla pizza (Breene et al., 1964a).

L'uso di un omogeneizzatore a due stadi (68 + 34 bar) non ha influenzato le proprietà reologiche, la durezza, l'elasticità e la proteolisi della Mozzarella<sup>120</sup>, ma ha influito negativamente sulle sue proprietà di fusione (Tunick et al., 1995). L'aumento della pressione totale di omogeneizzazione a circa 170 bar applicata al latte intero ha invece aumentato la durezza della Mozzarella, oltre a ostacolare le proprietà di fusione della Mozzarella (Tunick et al., 1993). Infine è stato osservato che un trattamento di blanda

---

<sup>120</sup> La proteolisi è stata valutata sulla base della intensità della modificazione della frazione  $\alpha_{s1}$  caseina a  $\alpha_{s1}$ -I caseina, come conseguenza dell'idrolisi operata dal caglio



omogeneizzazione (2,6 Mpa a 50°C, equivalenti a circa 26 bar) riduce la separazione di grasso allo stato liquido in cottura ma aumenta la viscosità della Mozzarella grazie alla maggiore interazione tra la caseina che ricopre i globuli di grasso e il reticolo caseinico (Rowney et al., 2003).

Il punto relativo all'inserimento dell'operazione di omogeneizzazione nel diagramma di flusso del processo di produzione della Mozzarella può quindi trovare risposte diverse in funzione delle condizioni di gestione dell'operazione e delle caratteristiche attese per la Mozzarella, fra le quali il modo di consumo previsto e la stabilità nel tempo della maggiore quantità di acqua trattenuta, qualora la Mozzarella a elevata umidità sia conservata in liquido di governo e debba confrontarsi, come si discuterà, con il tema del calo-peso.

Le colture starter per Mozzarella: dal sieroinnesto alle colture concentrate ad inoculo diretto

L'uso di colture starter di batteri lattici acidificanti è oggi pratica comune per la maggiore parte dei formaggi, sia a latte pastorizzato che crudo, come testimonia in Italia la storia di Parmigiano Reggiano e Grana Padano (Mucchetti, 2022) e con i suoi limiti anche quella del Caciocavallo (Savini, 1937).

Esistono tuttavia nell'attualità del caseificio meridionale formaggi a latte crudo a pasta filata, come ad esempio la Vastedda del Belice DOP (Mucchetti et. al., 2008) o il Provolone del Monaco DOP (Aponte et al., 2008), il cui disciplinare ancora oggi non esplicita l'uso di colture starter, affidando la fermentazione lattica della cagliata ai batteri lattici autoctoni del latte e dell'ambiente di lavoro.

Quando nel modo di produrre entra in gioco il trattamento termico del latte, questa modificazione della tradizione rende tuttavia non solo utile ma anche necessario l'uso di colture starter di batteri lattici o di altri metodi di acidificazione.

Le prime notizie sull'utilizzo di colture starter per paste filate fresche fanno riferimento alla Mozzarella di bufala e rappresentano forse un primo tentativo di proporre anche per questo formaggio quanto iniziava ad applicarsi nella tecnologia del Caciocavallo tra fine 1800 e inizio 1900.

Pissarewski (1936), agronomo francese, in un suo studio sul latte di bufala e i suoi impieghi finalizzato ad ampliare l'allevamento della bufala nelle colonie francesi in Indocina<sup>121</sup>, riporta il modo di produrre Mozzarella di bufala alla latteria S.A.I.S. di Battipaglia (Salerno) evidenziando l'uso di vasche di rame<sup>122</sup> per il riscaldamento del latte alla temperatura di coagulazione di 40°C e

---

<sup>121</sup> Nel 1887 fu creata l'Unione indocinese, che raggruppava l'Annam, il Tonchino, la Cambogia e la Cocincina e il Laos dal 1893. L'Indocina francese si dissolse tra il 1946 e il 1954, lasciando spazio agli Stati indipendenti di Cambogia, Laos e Viêt-nam [https://www.larousse.fr/encyclopedie/autre-region/Indochine\\_fran%C3%A7aise/124939](https://www.larousse.fr/encyclopedie/autre-region/Indochine_fran%C3%A7aise/124939)

<sup>122</sup> Il caseificio S.A.I.S., secondo quanto riportato da Pissarewski, lavorava 25.000 quintali di latte di bufala l'anno (68 al giorno in media, sulla base di una lavorazione quotidiana del latte) oltre a 13.000 quintali di latte di vacca e rappresentava quindi uno stabilimento di grandi dimensioni per l'epoca e l'area. Secondo de Maio (2012), il caseificio, appartenente alla Società Agricola Industriale Salernitana nata sull'onda della bonifica della Piana del Sele e con il *core business* centrato sul tabacco fu fondato nella seconda decade del 1900 e fu "*ritenuto la più forte organizzazione del genere nell'Italia Meridionale*".

soprattutto l'aggiunzione di *aisy acidifié*<sup>123</sup>, una sorta di scotta innesto, in proporzione tra 1 e 2%. Risultato di tale addizione era una fermentazione della cagliata della durata di 3-4 ore in estate e 5-8 in inverno, in funzione della capacità di mantenere la temperatura attorno ai 40°C, con aggiunta di *aisy vieux rechauffé*, e della ricchezza in batteri lattici del sistema.

Savini (1937) si focalizza sulla funzione del legno come sorta di sieroinnesto, ma scrivendo del lavoro dei *curatini* che trasformano in Mozzarella il latte di bufala riporta sostanzialmente la stessa informazione data da Pissarewski, senza tuttavia citarlo in questo punto, ovvero che essi *“aggiungono anche da 1 a 2 litri per ettolitro [di latte] di agra, cioè il siero privato della Ricotta (scotta) e lasciato fermentare naturalmente”*<sup>124</sup>. Non solo, il curatino aggiunge alla cagliata non solo il siero caldo per gestire la temperatura ma anche qualche litro di *“agra vecchia”*<sup>125</sup>.

Marracino (1949), in una sua relazione alla Mostra Convegno di Modena del 1948 dedicata al mondo dei formaggi a pasta filata, ricorda che il suo predecessore alla direzione dell'Istituto Caseario per il Mezzogiorno di Caserta, il microbiologo Giulio Dalla Torre, *“consigliava addirittura i fermenti selezionati, anche per la Mozzarella”*, aggiungendo che personalmente non riteneva maturi i tempi per tale uso nell'Italia meridionale. Marracino, confermando indirettamente che la pratica era nota ma non diffusa, suggeriva invece l'uso del sieroinnesto naturale in sostituzione di *“tini e mastelli di legno”* come fonte di batteri lattici *“in quanto detti recipienti non*

---

<sup>123</sup>Il dizionario Larousse così spiega il termine *aisy*. *“Dans l'est de la France, liquide acide obtenu par mûrissement spontané ou provoqué d'une recuite dans la fabrication traditionnelle du comté”*. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/aisy/1965>

<sup>124</sup> Scrivendo nello stesso libro del Caciocavallo, Savini cita l'uso del siero fermento ottenuto da una coltura di streptococchi e bastoncini lattici o dell'uso di siero di una buona lavorazione precedente e lasciato fermentare sui 25-30°C. Quando scrive di agra fermentata naturalmente fa riferimento quindi ad un tipo diversa di coltura, che può avere similitudini con pratiche storiche del caseificio sardo-laziale del Pecorino Romano, identificabili con lo scotta-innesto.

<sup>125</sup> La mancata citazione del lavoro di Pissarewski da parte di Savini pone un dubbio oggi non risolvibile. La testimonianza di Savini è una seconda conferma autonoma della pratica riportata dallo studioso francese o Savini fa semplicemente propria quell'informazione come farebbero supporre la coincidenza dei contenuti unitamente al fatto che in altro punto dell'opera relativo alla composizione del latte Savini cita la prima parte del lavoro del francese suggerendo quindi che ne conosca l'opera. Se questa seconda ipotesi fosse la più attendibile, questo significa che la pratica di usare agra o scotta fermentata è testimoniata da un'unica fonte. La notizia mantiene il suo valore specifico, ma considerando il fatto che in tale caso è relativa alle pratiche di un grande caseificio, non si sa fino a che punto è lecito generalizzarla al sistema bufalino, come potrebbe invece apparire dalla lettura del testo di Savini.

*conoscono la pulizia con acqua bollente e soda, con disinfettanti, detersivi ecc, e ancora meno la sterilizzazione”.*

Tuttavia, a parte questi pochi cenni, non si hanno in Italia fino verso gli anni 1960 altre notizie sull'uso di starter per la gestione della fermentazione lattica della cagliata di Mozzarella, nonostante nel Nord Italia l'uso del sieroinnesto avesse fatto la sua comparsa a fine 1800 e già nei primi anni del 1900 Costantino Gorini preconizzasse l'uso congiunto di colture batteriche selezionate e latte pastorizzato anche per la produzione di formaggi *Grana*<sup>126</sup>.

Paradossalmente, le prime notizie su esperimenti legati all'uso di colture batteriche per la produzione di Mozzarelle provengono dagli USA e risalgono agli anni 1950 e, come ricordato, tali colture furono sviluppate per rendere tecnicamente realizzabile l'obbligo di pastorizzare il latte.

Kosikowsky (1951) riporta i risultati di uno studio affidato al Department of the Dairy Industry (Cornell University, Ithaca, New York) in cui è stato testato l'uso di colture commerciali di batteri lattici (non specificate ma presumibilmente composte da lattococchi mesofili, secondo quanto poi riportato ad esempio da Chen, 2003) e la coltura DK (dalle iniziali di Dahlberg e Kosikowsky che la svilupparono) a base di *Streptococcus faecalis*, messa inizialmente a punto come coltura aromatizzante per il Cheddar. L'uso di colture commerciali, come detto, poteva portare all'ottenimento di cagliate soggette a rischio di sovra-maturazione e l'eccesso di demineralizzazione le rendeva poco adatte alla successiva filatura<sup>127</sup>. L'uso della coltura DK, meno acidificante, avrebbe invece dovuto consentire la produzione di una cagliata con i requisiti corretti<sup>128</sup>. Tale pratica avrebbe preso piede già nel 1950 in molte delle grandi compagnie produttrici di Mozzarelle nello Stato di New York e in Pennsylvania.

---

<sup>126</sup> Per approfondimenti sull'argomento, Mucchetti, 2022

<sup>127</sup> Occorre qui ricordare che nelle pratiche del tempo in USA la produzione di cagliata era delocalizzata rispetto alla filatura e quindi il rischio di eccessiva acidificazione nel tempo dedicato al trasporto ed eventuale stoccaggio della cagliata prima della filatura e della formatura non era facilmente gestibile.

<sup>128</sup> L'uso caseario degli streptococchi fecali (gruppo D di Lancefield) in seguito denominati enterococchi è tuttavia stato spesso oggetto di contestazione, non tanto o solo per una possibile origine fecale, da cui il nome, quanto perché come scoperto successivamente sono potenziali vettori di antibiotico-resistenza.

Le informazioni sull'uso di altre colture lattiche (commerciali e/o naturali) restano tuttavia frammentarie (sia in USA che in Italia) per un lungo periodo nonostante il loro impiego in ambito industriale o forse proprio per quella ragione. Da un lato infatti esistono le ragioni di riservatezza dell'industria casearia che cerca di mantenere i propri vantaggi competitivi e dall'altro ci sono quelle dell'industria degli starter microbici, che ha invece grande interesse alla divulgazione di notizie mirate per favorire i propri commerci, ma che deve a sua volta interagire con le richieste di riservatezza dei principali acquirenti delle colture.

Nel contesto della divulgazione della conoscenza scientifica applicata, quindi oltre i canali classici delle riviste scientifiche, è da ricordare la grande attività di divulgazione e aggiornamento messa in campo dall' Italian Cheese Marschall Division<sup>129</sup>, dello storico gruppo Miles Laboratories, Inc. (Wisconsin, USA) che per oltre vent'anni a partire dal 1964 ha organizzato Convegni annuali (*Seminars*) focalizzati sui formaggi *Italian style* prodotti negli USA e nel mondo, cui hanno partecipato come relatori su invito alcuni dei migliori scienziati lattiero-caseari del periodo assieme agli uomini dell'industria. La lettura degli atti di quei convegni offre un interessante panorama delle interazioni tra scienza e industria permettendo di intravedere trend e cogliere momenti di svolta anche dell'industria della Mozzarella.

Lo scenario del tipo di coltura batterica da usare per la Mozzarella inizia a cambiare nel momento in cui viene meno la cesura tra produzione della cagliata e filatura e il processo di trasformazione del latte in Mozzarella può avvenire senza soluzione di continuità.

Il successo dato dai crescenti consumi di Mozzarella rende meno funzionale il processo "tradizionale", nonostante l'introduzione della meccanizzazione in entrambe le fasi del processo. La logica industriale della produzione secondo *qualità*, ovvero di conformità ai requisiti di uno standard di processo

---

<sup>129</sup> Marschall Division è stato un ramo d'azienda di Miles Laboratories, compagnia che inventò l'Alka Seltzer poi acquisita da Bayer. Marschall Division aveva raccolto nel 1966 l'eredità di Marschall Dairy Laboratory, storica azienda di starter nata a Madison (Wisconsin) che già nel 1906 era operativa con la produzione di colture liquide, poi integrate con colture essiccate nel 1930 e liofilizzate nel 1942 (Wigley, 1977). Lo stabilimento di Madison è poi stato acquisito e ampliato nel 2007 dalla divisione Danisco Cultures della multinazionale danese Danisco, poi a sua volta acquisita nel 2011 dalla Divisione Nutrizione e Bioscienze della multinazionale USA Dupont, infine a sua volta ceduta nel 2019 alla multinazionale USA International Flavors & Fragrances (IFF) ed integrata nella sezione Food & Beverage Ingredients.

e prodotto, impone di ottenere formaggi che rispondano ai valori di umidità e grasso che iniziano ad essere formalizzati anche per la Mozzarella<sup>130</sup>. La logica industriale impone inoltre di ottimizzare la resa di trasformazione del latte e di accelerare i tempi della trasformazione, compattando le operazioni. La resa di trasformazione del latte in Mozzarella è infatti fortemente influenzata non solo dalla fase di ottenimento della cagliata ma anche dalle modalità di filatura, in stretta relazione reciproca, e quindi una lavorazione senza interruzioni avrebbe potuto presentare notevoli vantaggi in termini di riproducibilità dei risultati, oltre che di risparmio energetico.

Per fare fronte alla crescente domanda inoltre servivano stabilimenti più grandi, condizione necessaria a sua volta per introdurre linee di processo meccanizzate con ridotto impatto del lavoro manuale.

In tale situazione in movimento, uno starter poco e lento acidificante come il DK a base di *S. faecalis* non assolveva più al meglio il suo compito e la velocità di fermentazione, che prima rischiava di non essere funzionale, ora può rappresentare la soluzione.

Il candidato migliore per le Mozzarelle ad elevata umidità diventa *Streptococcus thermophilus*, batterio lattico capace di fermentare rapidamente il lattosio anche temperatura di 35-37°C, poco proteolitico e considerato incapace di crescere a temperatura inferiore a 18-19°C (De Roissart et al., 1994). Per quanto le proprietà di termoresistenza di *S. thermophilus* ne consentano una certa sopravvivenza alla filatura anche nelle condizioni termiche più severe, la sua incapacità di crescere a bassa temperatura e la limitata capacità di proteolisi non gli consentirebbero di modificare la Mozzarella nel corso della durata della conservazione refrigerata<sup>131</sup>. Nel caso invece in cui una parziale proteolisi sia richiesta, come

---

<sup>130</sup> Lo Stato di New York già nel 1956 prima che fosse promulgato lo standard federale aveva già fissato i suoi criteri relativi ai requisiti e al modo di produrre la Mozzarella. I dettagli nell'appendice

<sup>131</sup> L'incapacità di *S. thermophilus* di duplicarsi a temperatura inferiore a 18°C è un dato che, assieme ovviamente a una pluralità di altre proprietà cosiddette fenotipiche, serviva un tempo per definire l'appartenenza di un ceppo ignoto alla specie. Tale incapacità deve essere tuttavia considerata nei limiti dei test effettuati e quindi relativamente alla durata dell'incubazione a 18°C e non necessariamente a una condizione con valore assoluto. In tale senso non deve essere dimenticata la capacità di adattamento di qualsiasi organismo vivente. È stato misurato ad esempio un prolungamento del tempo di duplicazione cellulare di *S. thermophilus* da 8 ore a 20°C a circa 30 ore a 15°C (Perrin et al., 1999), ma è comunque stata osservata una capacità di crescita a una temperatura inferiore a quella ritenuta soglia. Non è quindi inverosimile che durante conservazioni refrigerate di 20-30 giorni cellule di *S. thermophilus*

per la Mozzarella per Pizza, può essere utile l'uso di una coltura di *S. thermophilus* in associazione con lattobacilli, o come inizialmente praticato l'uso di una coltura esclusiva di *Lactobacillus bulgaricus*.

Nonostante queste informazioni fossero note da tempo, le notizie sulla tipologia di starter usate dall'industria continuano ad essere scarse e comunque frammentarie.

Kosikowsky (1958) spiegando le differenze tra le Mozzarelle della costa Est (New York e Pennsylvania) più umide e bianche rispetto a quelle del Mid-West (Wisconsin) meno umide, più gialle e con gusto più fermentato ribadisce per le prime l'uso di colture non definite di batteri lattici o di enterococchi con o senza l'impiego di *vinegar*, mentre indica *Lactobacillus bulgaricus* come starter usato per le seconde, non in associazione con *S.thermophilus*.

Sempre Kosikowsky (1960) in un suo report di viaggio di studi all'Istituto Sperimentale Lattiero Caseario di Lodi e in industrie casearie in Italia avvenuto l'anno precedente scrive che gran parte delle Mozzarelle della "moderna Italia" sono ottenute con latte di vacca pastorizzato, addizionato di colture a base di *Streptococcus lactis*<sup>132</sup> e confezionato in *Cryovac* (avvolgimento di film plastico, definito con il marchio del prodotto). La fonte dell'informazione è attendibile, ma sicuramente la notizia rappresenta una differenza notevole rispetto alla narrazione abituale sulle colture per Mozzarella.

L'uso di streptococchi mesofili (*S. lactis* e *Streptococcus cremoris*<sup>133</sup>) da parte di alcuni caseifici americani è riportato anche da Reinbold (1963).

Cesare Ghitti, prima ispettore del Centro Sperimentale del Latte (CSL) importante azienda di produzione di starter<sup>134</sup>, quindi direttore tecnico di una storica azienda casearia italiana (Invernizzi SpA di Melzo<sup>135</sup>) e anima della Scuola Casearia di Pandino, in una sua monografia sulla Mozzarella (Ghitti et

---

si adattino ed in qualche modo cercando di duplicarsi modifichino anche la matrice in cui si trovano.

<sup>132</sup> Oggi denominato *Lactococcus lactis*

<sup>133</sup> Oggi denominato *Lactococcus lactis* subsp *cremoris*

<sup>134</sup> Il Centro Sperimentale del Latte, acquisito nel 2013 da Sacco System Srl, fu fondato nel 1948 ed è stato tra i primi protagonisti dell'uso degli starter per formaggi in Italia.

<sup>135</sup> Fondata da Giovanni Invernizzi nel 1908, acquisita da Kraft nel 1985, ceduta a Lactalis nel 2008, Invernizzi è stata una fra le più grandi aziende italiane produttrici di Mozzarella, con il marchio Mozary lanciato nel 1974

al., 1996), scrive che fino agli anni 1950 in Italia era pratica corrente l'uso di colture naturali termofile in latte (lattoinnesto<sup>136</sup>), ma che tale uso risentiva di limitata riproducibilità, soprattutto nel momento in cui entra in campo la tecnica della conservazione refrigerata del latte, che modifica gli equilibri del suo microbiota. Lo stesso Ghitti, riprendendo un suo precedente scritto (Ghitti, 1962), tuttavia ricordava ai suoi studenti della Scuola Casearia di Pandino negli anni 1970-80 che per la produzione di paste filate a pasta tenera quali i *silanetti*<sup>137</sup> era in uso in alternativa al sieroinnesto naturale anche un latte-fermento mesofilo, ottenuto inoculando in latte colture selezionate di non precisati batteri lattici coltivati tuttavia a 22-23°C. Anche se riferita a una pasta filata diversa dalla Mozzarella, questa notizia dà un sostegno all'informazione data da Kosikowsky sull'uso di colture lattiche mesofile.

Marracino (1958), nella sua monografia del Fior di Latte, continua a non citare invece l'impiego di starter, naturali o selezionati, probabilmente perché la sua esperienza fa maggiore riferimento ai produttori del Sud Italia, generalmente allora piccole aziende, presso i quali il primo starter a diffondersi probabilmente è stato il sieroinnesto naturale, ovvero il siero acido residuo alla produzione della cagliata.

La limitata riproducibilità delle colture naturali del tempo e la nascente industria delle Mozzarelle nel Nord Italia sono i principali fattori che anche in Italia aprono lo spazio all'industria degli starter<sup>138</sup> il cui scopo è quello di selezionare i migliori ceppi di batteri lattici funzionali per le caratteristiche delle principali varietà di formaggio con i quali produrre colture anidre o congelate da usare poi in caseificio per la preparazione di una coltura liquida

---

<sup>136</sup> La modalità di preparazione del latte termofilo prevede una prima selezione del microbiota del latte crudo mediante un trattamento termico a circa 60-65°C per 30-10 min, seguito da rapido raffreddamento fino a circa 45-43°C, temperatura a sua volta in grado di selezionare un microbiota termofilo acidificante il lattosio, prevalentemente *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus macedonicus* ed enterococchi.

<sup>137</sup> Il "Silanetto", da non confondere con l'odierno Caciocavallo Silano DOP, è un formaggio a pasta filata di piccolo formato cilindrico con composizione e caratteristiche confrontabili con la Scamorza e per non pochi aspetti con la Mozzarella a ridotta umidità.

<sup>138</sup> Ad esempio, sempre nel 1948 a Novara viene fondato il Laboratorio Microbiologico Alce, oggi Mofin Alce (<https://alce.eu/la-storia-di-alce.php>), per sviluppare colture liquide prodotte in condizioni controllate da usare in sostituzione del latte termofilo naturale prodotto in caseificio per il Gorgonzola.



in latte pastorizzato (il latte-fermento o il siero-fermento), che va a sostituire la coltura naturale (latte-innesto o siero-innesto).

Notizie circa l'uso di colture di *Streptococcus thermophilus* da solo o in combinazione con *Lactobacillus bulgaricus* e/o *Streptococcus lactis* (mesofilo) per la produzione di Mozzarella compaiono nel brevetto di Kielsmeier e Leprino (1970), proprietario quest'ultimo di Leprino Foods in USA, ma non fra le rivendicazioni, a testimonianza quindi di un uso già diffuso. I due autori del brevetto facendo il punto sullo stato dell'arte aggiungono tuttavia che l'uso dello starter DK non aveva avuto grande seguito. A integrazione di questo commento è tuttavia da riportare che Kosikowsky e il suo gruppo di ricerca continuano ad usare come starter sia il DK che *Streptococcus cremoris* almeno fino alla seconda metà degli anni 1970 (Covacevich et al., 1978).

In sintesi si può quindi affermare che l'uso documentato delle colture lattiche termofile selezionate, escludendo la DK, appare nascere negli USA nella decade 1960-1970.

Vittorio Bottazzi (1974), in una delle sue incursioni sul tema dei formaggi a pasta filata, tenne una relazione all'11<sup>th</sup> Marschall Seminar su temi relativi all'innovazione in cui a molte delle esperienze USA degli anni precedenti affianca l'intrigante ipotesi della produzione in continuo della Mozzarella per fermentazione lattica, grazie all'introduzione di una fase di pre-fermentazione in continuo del latte con colture lattiche termofile a base di *Streptococcus thermophilus* da solo o in combinazione con *Lactobacillus bulgaricus*, seguita quindi da coagulazione del latte preacidificato e completamento rapido della fermentazione della cagliata sotto siero. Indipendentemente dalla mancata futura traslazione delle idee in pratica industriale, l'interesse in questo contesto è verso l'uso delle colture, in quanto si potrebbe intendere quindi che la pratica fosse all'epoca quanto meno disponibile se non diffusa anche in Italia. Intriga a tale proposito anche il riferimento e quindi il riconoscimento reso dalla circolare del Ministero Italiano della Sanità n 88 del 15/12/1976 all'Istituto di Microbiologia dell'Università Cattolica di Piacenza, all'epoca già guidato dal prof. Bottazzi. La circolare afferma che *“un latte reso molto povero in microrganismi, per essere destinato alla caseificazione, deve essere innestato con colture specifiche che, nel caso dei formaggi a pasta filata del tipo di quelli indicati in oggetto, devono essere composte prevalentemente da "Streptococcus thermophilus" e da una minoranza di "Lactobacillus helveticus" e di "Lactobacillus bulgaricus".* La circolare, a sostegno di questa sua indicazione, che curiosamente trascura per altro le colture naturali in siero e/o in latte, afferma che *“Le colture di innesto per l'avvio della fermentazione lattica,*

*secondo quanto indicato dall'Istituto di Microbiologia della facoltà di Agraria dell'Università di Piacenza, vanno aggiunte al latte in ragione dall'1 al 3%.” Inoltre sempre la circolare aggiunge “Secondo lo stesso Istituto, per il rifornimento delle colture (costituite da ceppi puri completamente soddisfacenti dal punto di vista igienico-sanitario), ci si può avvalere di laboratori specializzati”.*

Lo sviluppo e il consolidamento dell'uso degli starter selezionati si deve confrontare non solo con le colture naturali in siero o in latte ma richiede anche il superamento di una serie di altri passaggi tecnologici<sup>139</sup> senza i quali l'industria biotecnologica non avrebbe raggiunto il peso che da decenni ricopre nel mondo lattiero-caseario.

Il passaggio epocale che ha modificato il modo di utilizzo delle colture starter, abbozzato nella prima metà della decade 1970-1980, è stato rappresentato dalla produzione di colture microbiche concentrate congelate (ad es. Superstar Marschall, USA) da aggiungere direttamente al latte da trasformare in formaggio (Wigley, 1977). In tal modo è stata offerta ai caseifici la possibilità di eliminare la tappa intermedia della propagazione della coltura, con il vantaggio di ridurre in tal modo una fonte di variabilità che può incidere sia sul processo che sulle caratteristiche del formaggio.

La scelta dell'uso delle colture a inoculo diretto in caldaia, conservate allo stato congelato e/o anidre per liofilizzazione, ha posto tuttavia a sua volta la

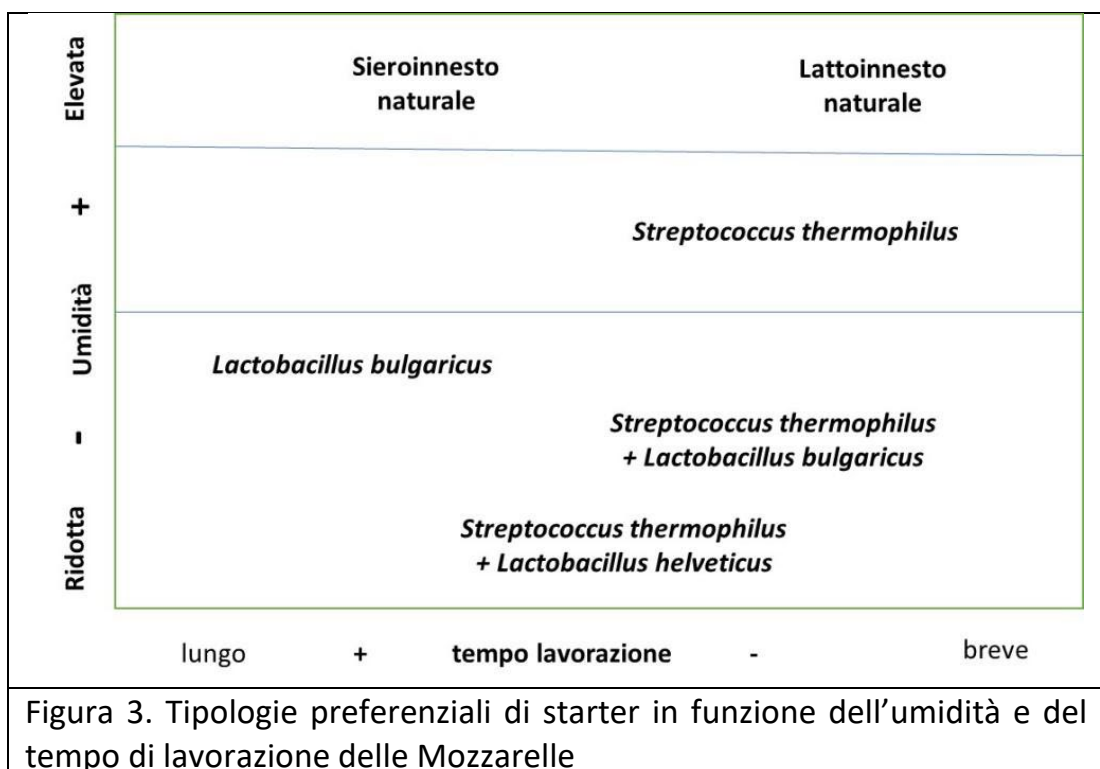
---

<sup>139</sup> Il primo passaggio è legato alla individuazione di ceppi resistenti ai fagi, in quanto uno dei vantaggi delle colture naturali, molto più ricche in biodiversità, è la presenza di un maggiore numero di specie e biotipi e quindi un'implicita minore sensibilità all'infezione fagica. Il secondo è avere la disponibilità di una pluralità di ceppi microbici con caratteristiche metaboliche simili ma diversa sensibilità fagica per potere attuare una programmazione dell'utilizzo delle colture da parte del caseificio, definita comunemente “rotazione delle colture”, per diminuire la probabilità di arresto della coltura medesima. Un terzo aspetto della selezione è infine quello di individuare ceppi che ben si prestino alla produzione su scala industriale e alle modalità di conservazione allo stato anidro o a temperatura negativa. Un quarto aspetto è infine associabile alla individuazione di idonei mezzi colturali per la propagazione della coltura nella quantità necessaria quotidianamente al caseificio. Il latte di raccolta, per quanto adeguatamente trattato al calore e quindi senza rischio concreto di contaminazione da altri microrganismi, può non essere sempre il substrato ottimale per la crescita della coltura per la possibile carenza di nutrienti dovuta alla sua naturale variabilità. E' preferibile avere un substrato con caratteristiche altamente riproducibili, come avviene grazie anche all'integrazione della matrice di crescita con integratori e fattori nutrizionali di crescita, a partire dal banalissimo ma efficace estratto di lievito. Infine, meno il substrato di crescita è ricco di solidi, maggiore è la possibilità di avere una coltura più concentrata con l'uso di tecniche semplici, quali la liofilizzazione diretta, e quindi una maggiore carica di microrganismi per grammo di prodotto anidro.

necessità di modificare la tecnica di caseificazione in quanto altrimenti i tempi della lavorazione del latte rischiano di allungarsi perché le cellule devono uscire dal loro stato di quiescenza. Inoltre, l'aggiunta della coltura diretta non modifica il pH del latte al momento della coagulazione a differenza delle colture liquide (in latte o in siero, selezionate o naturali che siano) che acidificando parzialmente il latte favoriscono l'attività coagulante del caglio. Anche questa differenza deve essere gestita opportunamente per avere un processo di caseificazione funzionale agli obiettivi finali.

Ad oggi, anno 2024, si può affermare che la quasi totalità delle Mozzarelle è ottenuta con l'impiego di colture starter, selezionate o naturali, sia che si usi latte crudo o pastorizzato, quando evidentemente non è stata scelta la via alternativa dell'acidificazione diretta del latte con acidi *food grade*.

Il panorama delle colture in uso è assolutamente variegato in funzione delle tipologie di Mozzarella legata alla loro prevedibile durata di conservazione e della velocità di fermentazione (Figura 3)



La destinazione d'uso prevalente delle Mozzarelle a ridotto tenore di umidità come ingrediente della Pizza ha determinato un'ulteriore evoluzione della coltura starter per cui dalla coltura singola di *L. bulgaricus* si è passati alla classica coppia di *S.thermophilus* con *L. bulgaricus* per velocizzare la

lavorazione e infine alla possibile sostituzione del lattobacillo con *Lactobacillus helveticus* per rendere più efficace anche la fermentazione del galattosio e quindi ridurre il rischio di imbrunimento della Mozzarella durante la cottura in forno. Il punto da risolvere è quello di avere un'adeguata crescita anche di *L. helveticus*, più lento, senza perdere troppo in velocità di fermentazione, che rappresenterebbe un costo. Quest'ultima associazione batterica può in linea di principio essere sostituita con l'utilizzo di varianti di *S. thermophilus* e nel caso anche di *L. bulgaricus*, capaci di fermentare anche il galattosio ad acido lattico (Hutkins et al., 1986; De Vin et al., 2005)<sup>140</sup>.

Il periodo di attesa tra disponibilità della conoscenza scientifica e sua applicabilità può essere anche molto lungo a causa della necessità di risolvere l'insieme di una pluralità di problemi tipicamente industriali cruciali per decretare il successo della produzione di una coltura batterica starter (comportamento verso l'infezione fagica, velocità di fermentazione, idoneità ai trattamenti di concentrazione e conservazione necessari per la commercializzazione)<sup>141</sup>.

Lo sforzo dell'industria biotecnologica non è quindi trascurabile e richiede investimenti importanti possibili per aziende che lavorano su scala globale. L'enorme mercato della Mozzarella consente oggi tali investimenti.

Una delle più recenti innovazioni a livello di starter, estesa anche al campo delle Mozzarelle, è infine l'introduzione delle colture cosiddette "di protezione" (lattobacilli e/o carnobatteri, ad esempio) che possono contribuire a prolungarne la shelf-life grazie alla produzione di molecole bioattive contro microorganismi contaminanti la superficie della Mozzarella

---

<sup>140</sup> Nonostante la conoscenza consolidata a livello scientifico di tali varianti galattosio fermentanti, l'utilizzo di questi ceppi come starter selezionati alternativi alle colture classiche stenta a decollare, forse perché il livello di prestazione complessiva richiesta dall'industria della Mozzarella rappresenta una sfida con costi di investimento in ricerca applicata eccessivi rispetto alle ricadute potenziali.

<sup>141</sup> Il divieto di utilizzare le tecniche del DNA ricombinante per modificare un ceppo ha allungato i tempi necessari per avere quel pool di ceppi necessari ad esempio per gestire il rischio dell'infezione fagica. L'impossibilità di usare DNA ricombinante obbliga l'industria degli starter a isolare mutanti con tecniche consentite di *adaptive* o di *dominant evolution*, imponendo condizioni di stress più o meno forte che permettono di selezionare i biotipi con le proprietà desiderate. Tuttavia, poiché le mutazioni sono spontanee, occorre che assieme a quella ricercata sia presente il minor numero possibile di altre mutazioni e che queste siano comunque accettabili per le caratteristiche complessive della coltura (Derkx et al., 2014).

dopo la filatura, quali lieviti, muffe e *Pseudomonas*, e/o per competizione nutrizionale grazie alla capacità di sequestrare il manganese.

In funzione della localizzazione dell'attività protettiva (solo sulla superficie o anche nella pasta) diventano poi importanti le modalità di utilizzo della coltura protettiva, che può essere aggiunta al liquido di governo oppure addizionata al latte, ma in questo caso è richiesta ai batteri una capacità di resistenza termica sufficiente per non essere inattivati dalla filatura della cagliata in misura eccessiva.

La grande disponibilità di colture starter selezionate, che sono un *must* della maggiore parte delle Mozzarelle ottenute su larga scala, non ha tuttavia fatto cessare, soprattutto in Italia, l'uso delle colture naturali in siero e in latte il cui uso è invece previsto come caratterizzante il formaggio dagli standard produttivi di Mozzarella di Bufala Campana DOP e Mozzarella di Gioia del Colle DOP (sieroinnesto) e della Mozzarella Tradizionale STG (lattoinnesto). Anche produzioni artigianali e locali di Mozzarelle, soprattutto a rapido consumo, continuano ad usare colture naturali.

La scelta della Mozzarella di Bufala Campana DOP di considerare vincolante l'uso del sieroinnesto naturale, e quindi per definizione autoctono del caseificio e dell'area geografica di produzione, ripresa poi anche dalla Mozzarella di Gioia del Colle DOP, è un altro punto che sottolinea l'importanza affidata al sapere fare umano, come mezzo per ridurre quell'omologazione di prodotto e riduzione della complessità sensoriale che risulterebbe dall'uso di colture microbiche prodotte dall'industria biotecnologica, estremamente funzionali a logiche produttive su grande scala.

Il sieroinnesto per Mozzarella, sia essa di bufala che di vacca, ha una notevole complessità microbica dovuta di fatto alla minima pressione selettiva che si esercita sul microbiota del siero.

Per avere un'idea della complessità del microbiota del sieroinnesto per Mozzarella di Bufala Campana è interessante il confronto con l'ipotesi di sostituirlo con uno starter selezionato, fatta oltre 30 anni fa, la cui composizione prevedeva un mix di *Lactobacillus delbrueckii* subsp *lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp *diacetylactis*, *Enterococcus faecalis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum* e il lievito *Kluyveromyces marxianus*. Tale *complicata* coltura, pur semplificativa della complessità osservata in quelle naturali

(Coppola et al., 1988), per altro portò a produrre Mozzarelle ritenute avere peggiore valutazione sensoriale rispetto a quelle fatte con la coltura tradizionale (Coppola et al., 1990).

Le specie dominanti dei sieroinnesti per Mozzarella di bufala attuali, almeno dal punto di vista della funzionalità tecnologica, sono ancora *S. thermophilus* e lattobacilli termofili, fra cui anche *L. helveticus*, la cui attività si interfaccia con quella di una pluralità di altri batteri lattici anche mesofili e di altri microrganismi, alcuni anche generalmente considerati anticaseari come i coliformi (Levante et al., 2023; Ercolini et al., 2012).

La biodiversità del sieroinnesto della Mozzarella di Bufala Campana è dovuta al modo con il quale è ottenuto, ovvero raffreddando e conservando fino al giorno successivo un'aliquota del siero sotto il quale è maturata la cagliata per essere pronta a essere filata. Talvolta si valuta di continuare la fermentazione in condizioni di raffreddamento spontaneo del siero, quando si vuole una coltura più acida o perché la temperatura del siero si è abbassata troppo rispetto a quella della cagliata e quindi serve più tempo per raggiungere l'acidità prevista per il suo utilizzo successivo. Il sieroinnesto presenta un valore di acidità titolabile nell'ordine di 36-38°SH/100 mL.

Il microbiota iniziale del siero di spurgo che diventerà sieroinnesto è infatti la risultante di quello del latte, anche pastorizzato nel caso della bufala, che si integra con quello apportato dal sieroinnesto del giorno precedente. Il microbiota finale della coltura è determinato quindi principalmente dagli equilibri che si realizzano in funzione del gradiente spontaneo di temperatura che si forma durante il tempo di circa 3-6 ore in cui avviene l'acidificazione della cagliata. La temperatura del siero di spurgo in quel periodo riflette in modo più o meno simile quello della cagliata da cui si sta separando, quindi tra 38 e 30°C circa, con una velocità di discesa dettata dalle masse in gioco e dalla temperatura ambientale.

La preparazione del sieroinnesto per Mozzarella di Bufala ha quindi una notevole diversità rispetto al modo di ottenimento del sieroinnesto dei formaggi a pasta cotta o semicotta, compresi quelli di Provolone e Caciocavallo in cui la cottura della cagliata determina una pressione verso la selezione preferenziale di un microbiota essenzialmente termofilo. Ciò nonostante, la ricchezza del microbiota da un lato garantisce un rilevante impatto aromatico (Mauriello et al., 2003), ma può incidere anche sul rispetto di requisiti commerciali a livello internazionale. La presenza di lieviti è infatti ad esempio un punto potenzialmente controverso, in quanto non

pochi Stati europei, a esempio Svizzera o Germania pongono limiti alla carica dei lieviti nella Mozzarella (Mucchetti et al., 2012). E' ipotizzabile un ruolo del microbiota produttore di gas nel determinare una struttura più aperta della pasta della cagliata, quella che nell'ottocento era vista come la *lievitazione* della pasta, che può favorire durante la filatura la distribuzione dell'acqua e quindi la succosità. In questo gruppo eterogeneo di microrganismi, i lieviti a loro volta possono anche partecipare alla formazione dell'aroma della Mozzarella di Bufala, contribuendone alla complessità (Romano et al., 2001; Moio et al., 1993).

Il sieroinnesto naturale è non solo un punto di grande forza per conferire complessità e specificità al gusto della Mozzarella di Bufala, ma allo stesso tempo rappresenta un elemento che può contribuire a ridurre la durata di shelf-life.

Appare intrigante che la specie decisamente più abbondante in sieroinnesto e in Mozzarella di Gioia del Colle, ripetutamente prelevati da 4 caseifici, sia rappresentata da *L. helveticus* (Castellaneta et al., 2023)<sup>142</sup>. Lo studio purtroppo non dettaglia come siano state ottenute le colture starter e quindi quali siano state le condizioni che possono avere contribuito a questo risultato.

Questa predominanza, non comune in un formaggio a latte crudo a pasta non cotta, potrebbe forse essere dovuta al diverso modo di preparazione del sieroinnesto<sup>143</sup> che prevede un controllo della temperatura di incubazione del siero diverso da quello della Mozzarella di Bufala Campana.

Il disciplinare della Mozzarella di Gioia del Colle DOP indica infatti due modi di preparazione della coltura innesto. Il primo, apparentemente più tradizionale prevede l'incubazione del siero in gradiente spontaneo di temperatura, ma dopo averlo riscaldato a 42-44°C, mentre il secondo è caratterizzato dall'incubazione del siero a temperatura costante di 36-38°C. Entrambi i metodi assicurerebbero un "*profilo microbiologico*" filo-caseario "*caratteristico*", nonostante siano concettualmente diversi tra loro. E' noto che in linea di principio se si usano diverse condizioni di incubazione del

---

<sup>142</sup> Nel lavoro si legge "*ASV taxonomical assignment evidenced Lactobacillus helveticus as the predominant constituent of starters and Mozzarella sample groups, with a relative abundance ranging from 60 to 99% across every sample*".

<sup>143</sup> Il lavoro di Castellaneta et al. (2023) relativo a 39 colture innesto prodotti in 4 diversi caseifici non specifica purtroppo le modalità di preparazione né riporta i valori di acidità del sieroinnesto, informazioni che aiuterebbero a capire alcune delle possibili ragioni della prevalenza di *L. helveticus*.

medesimo siero è forte la probabilità di ottenere colture caratterizzate da un microbiota con diversa composizione in specie e complessità microbica. Entrambe le condizioni indicate, sicuramente funzionali a ottenere risultati ottimali, tuttavia difficilmente appaiono simili al *“modo in cui veniva preparato in tempi lontani”*, come afferma l’art. 6 del disciplinare, non fosse altro perché prevedono l’uso di pratiche quali il riscaldamento del siero a temperatura superiore a quella di coagulazione del latte o la termostatazione per prevenire il raffreddamento che non fanno parte della tradizione, almeno se riferita a *“tempi lontani”*.

Se per la Mozzarella di bufala ci sono tracce documentali sull’uso del sieroinnesto, quanto meno sporadico, prima del 1937, le stesse fonti (Savini, 1937) non ne fanno riferimento quando scrivono di Mozzarelle di vacca pur spiegando che le Mozzarelle di Bari si fabbricano in provincia ad Andria, Gioia del Colle, Acquaviva, Alberobello, Locorotondo, Noci, Ofantino e Putignano. Anche la descrizione della *“Provolina”* o *“Mozzarella”* di Bari non fa alcun riferimento all’uso di colture innesto in siero o in latte (Brandonisio et al., 1937). La monografia sui formaggi di pasta filata del Prof. Marracino dell’Istituto Caseario per il Mezzogiorno di Caserta non cita ancora nel 1949 l’uso di colture innesto (Marracino, 1949) così come la notizia manca nella successiva Monografia del Fior di Latte (Marracino, 1958). Anche la bozza di standard del Fior di Latte del 1951, pur evidenziando come caratteristica una fermentazione lattica *“violenta”*, non fa alcun riferimento all’uso di sieroinnesto, il cui uso è invece indicato come consigliabile per aiutare la fermentazione lattica del Caciocavallo (Anonimo, 1951).

E’ sicuramente possibile una discrepanza tra notizie scientifiche, a lungo illustrate precedentemente, e realtà produttiva, come sembrerebbe suggerire la storia del caseificio Palazzo, fondato nel 1957, che lega la qualità storica del suo prodotto all’uso del sieroinnesto (<https://www.caseificiopalazzo.com/chi-siamo/>).

Tornando al presente, uno studio di Trani et al. (2016)<sup>144</sup> sulla treccia pugliese con sieroinnesto spiega meglio la prima modalità di preparazione del sieroinnesto indicando una durata overnight della fermentazione, un valore di acidità minimo superiore a 40°SH/100 mL e una dose d’impiego decisamente importante, circa 8-10% (valore ripreso anche dal disciplinare), che aiuta a capire perché il disciplinare preveda una durata minima di almeno due ore della lavorazione tra aggiunta dello starter e filatura. Aumentando

---

<sup>144</sup>Nel lavoro si legge *“Il siero di caseificazione inserito in tini in acciaio inox viene riscaldato a 45°C e, protetto da un telo in materiale plastico monouso, viene lasciato sostare a temperatura ambiente fino al giorno successivo. Prima della lavorazione ne viene misurata l’acidità e, verificata la conformità ai valori di riferimento (pH < 4, acidità > 40°SH/100 mL), il sieroinnesto viene aggiunto al latte nella ragione dell’8-10% v/v.”*



l'acidità titolabile e la quantità di starter si rischia di arrivare di fatto a un sistema di acidificazione cosiddetto misto, in cui il ruolo dell'acidità apportata direttamente dallo starter assume una funzione non trascurabile anche ai fini della gestione della fermentazione e della demineralizzazione della cagliata.

La predominanza di lattobacilli termofili nel sieroinnesto della Mozzarella di Gioia del Colle è quindi un punto di diversità rispetto al sieroinnesto della Mozzarella di Bufala Campana, ove *L. helveticus* può essere presente, ma generalmente non in modo dominante. Il riscaldamento del siero fino a 44°C può essere un fattore che determina questa selezione microbica.

Una deviazione del modo di produzione della coltura in siero, apparentemente piccola quale quella indotta da una diversa gestione della temperatura di incubazione del siero, può quindi incidere decisamente sulla complessità della coltura, favorendo la prevalenza di una specie.

In ogni caso, in linea generale, il tipo di coltura impiegata (Figura 3) appare essere un discriminante, almeno nel campo delle Mozzarelle ad elevata umidità, efficace per separare le Mozzarelle più rivolte al segmento *commodity* rispetto a quelle del segmento *premium*, fra cui appunto quelle con denominazione tutelata da un corpus di regole oltre che, nel caso, dall'indicazione geografica.

Quale sia la coltura starter impiegata e le sue caratteristiche (utilizzo o meno del galattosio, velocità di fermentazione, sensibilità fagica etc.) essa deve consentire di acidificare la cagliata, nel tempo atteso, generalmente compresa tra 2,5 e 5 ore, in modo il più possibile riproducibile, ad un valore di pH variabile in un intervallo compreso tra 4,8 (Mozzarelle di bufala) e 5,3 (Mozzarelle di vacca). Il pH è diverso perché dipende dal contenuto di proteine e quindi di calcio della cagliata<sup>145</sup>. Il pH in realtà non è la grandezza

---

<sup>145</sup> A differenza della Mozzarella in cui non ci sono a priori rimarchevoli differenze nel contenuto di acqua quale sia la specie animale di provenienza del latte, possono esistere differenze notevoli a livello di cagliata. La cagliata di bufala ha generalmente un contenuto di solidi tra 50 e 55%, mentre quella di vacca può variare tra 40 e 48%, in funzione di scelte successive di filatura. Tuttavia, per il diverso valore del rapporto tra grasso e caseina del latte, il contenuto di proteine delle due cagliate è confrontabile. Perché quindi la diversità di pH di filatura? La maggiore acidificazione della cagliata di bufala è in relazione al maggiore contenuto di calcio associato alla caseina di bufala (35 vs. 27 mg calcio micellare per grammo di caseina a pH 6,7) e quindi alla sua minore solubilizzazione a parità di pH (a pH 5,6 mentre per la vacca il 46% del calcio è ancora associato alla caseina, nella bufala la percentuale è del 57%) (Hussain et al., 2011)

il cui rispetto determina l' idoneità o meno della cagliata alla filatura, ma è piuttosto una facile misura indiretta del grado di mineralizzazione residua della caseina. La misura del pH della cagliata, nell'ambito di una produzione con latte di composizione standardizzata, può avere quindi la stessa funzione dell' esecuzione della prova di filatura.

Il microbiota della cagliata, composto come detto da quello del latte e dell'innesto, ha inoltre la funzione non trascurabile di produrre aromi, propri dei prodotti secondari delle fermentazioni lattiche, e di altri metabolismi, evidentemente più complessi in funzione della complessità del microbiota coinvolto e quindi del tipo di starter e dell' utilizzo o meno di latte crudo. La presenza di un microbiota complesso e non completamente riproducibile diventa tuttavia causa di variabilità delle caratteristiche sensoriali della Mozzarella e come già discusso tale variabilità può essere considerata o meno fattore di pregio, quando genera complessità e ricchezza di gusti, ma è sempre considerata un problema quando genera gusti indesiderabili.

La scelta (quando possibile) del tipo di innesto discende quindi da considerazioni di tipo industriale sul valore della riproducibilità del processo e delle caratteristiche della Mozzarella. Considerando la condizione estrema della produzione di Mozzarella con impianti funzionanti in continuo, la variabilità del tempo di fermentazione non può essere accettata, sia nella giornata che tra giornate diverse, e quindi difficilmente si farà ricorso esclusivo a colture naturali, soprattutto in siero. Nel caso opposto del piccolo caseificio, o comunque anche del grande che utilizza sistemi discontinui di lavorazione, il casaro può gestire la variabilità e, quando capace e fortunato, garantire una Mozzarella con gusti unici e variabili.

Le diverse formulazioni delle colture innesto (sieroinnesto naturale, lattoinnesto naturale, lattoinnesto selezionato, colture ad inoculo diretto) differiscono per la decrescente complessità del loro microbiota, per il diverso contributo alla modificazione dell'acidità del latte (che dipende dall'acidità dell'innesto e dalla quantità usata) e quindi all' influenza sulla coagulazione, e per modi e tempi di addizione.

Un grammo di coltura ad inoculo diretto, generalmente allo stato anidro in bustine o a temperatura negativa, contiene un maggiore numero di microrganismi (nell'ordine di  $10^{11}$  germi/g), circa 100 volte superiore a quello

delle colture liquide e questo spiega la minore dose d'uso<sup>146</sup> rispetto alle colture liquide. Ulteriore differenza, oltre a quella di non apportare acidità al latte, è la fase di crescita in cui si trovano i microrganismi e quindi il tempo necessario perché possano riprendere a duplicarsi, che influisce sul tempo totale di acidificazione della cagliata. Una coltura liquida fresca contiene batteri lattici ancora in fase di crescita esponenziale e quindi appena aggiunti al latte continuano a duplicarsi senza interruzione. Una coltura liquida in fase di prolungata conservazione, come ad esempio il lattoinnesto per Mozzarella STG che può essere preparato fino a 3 giorni prima dell'utilizzo, contiene invece un numero importante di batteri lattici che al terzo giorno sono in fase di crescita stazionaria e che, a causa del prolungato stress acido subito, saranno quindi più lenti a riprodursi. Le colture ad inoculo diretto sono egualmente in fase stazionaria, ma pur non essendo le cellule sottoposte a stress acido hanno tuttavia subito lo stress della disidratazione data dall'essiccamento o quello della variazione di volume dell'acqua nella transizione di stato da liquido a ghiaccio dovuta al congelamento. Le cellule sopravvissute ai trattamenti di conservazione richiedono quindi qualche decina di minuti per riprendere la loro capacità di duplicarsi dal momento in cui sono aggiunte al latte. Il casaro può gestire questo "ritardo" sia aggiungendo la coltura già da subito durante la fase di riempimento della vasca di coagulazione o mettendola in un'aliquota di latte in tempo utile prima dell'inizio della coagulazione.

Una possibile alternativa, tipica di alcune lavorazioni definite miste, è infine quella di acidificare parzialmente il latte con acidi o con glucono  $\delta$ -lattone (GDL) fino a pH intorno a 6, in modo che poi la coltura abbia la necessità di produrre meno acido lattico per arrivare al pH obiettivo e con esso all'auspicato livello di demineralizzazione della cagliata<sup>147</sup>.

---

<sup>146</sup> La carica di batteri lattici del latte in vasca di coagulazione dopo l'aggiunta dell'innesto, quale sia la formulazione, è generalmente nell'ordine di  $10^6$  germi/mL: questo significa che per avere quella carica microbica a 1.000 L (ovvero  $10^6$  mL) di latte devono essere aggiunti  $10^{12}$  cellule di batteri lattici ( $10^6$  germi/mL  $\times 10^6$  mL), ovvero 10 g di coltura diretta (con carica di  $10^{11}$  cellule/g). Nel caso per Mozzarella STG il volume richiesto di un lattoinnesto naturale (carica minima  $10^8$  cellule/mL) per raggiungere la stessa carica totale di batteri lattici ( $10^{12}$ ) è pari a 10 L ( $10^4$  mL).

<sup>147</sup> Questa scelta, se non accompagnata da opportune condizioni di filatura, porta ad avere un formaggio con un contenuto di zuccheri residui superiore a quello delle tipiche Mozzarelle ottenute per fermentazione lattica, e quindi a maggiore rischio imbrunimento se usata per la Pizza.

Le Mozzarelle con fermentazione lattica spontanea senza starter  
La produzione di Mozzarella di vacca a latte crudo per fermentazione lattica spontanea senza l'aggiunta di qualsiasi tipo di starter è un cimelio del passato che ha ancora alcuni epigoni, come avviene nel caso ad esempio di alcune produzioni di Fior di Latte fatte in piccoli caseifici di Agerola e dei Monti Lattari. La fermentazione della cagliata in questo caso può richiedere quindi anche 10-12 ore (Coppola et al., 2006), come accadeva ancora a fine 1800 inizio 1900. Il sistema produttivo e di gestione del latte è tuttavia cambiato. A differenza del passato, come è riportato già da Coppola, è diventato comune l'uso di latte crudo refrigerato, e tale operazione modifica gli equilibri del microbiota del latte. La stessa informazione relativa all'assenza di impiego di starter per il Fior di Latte di Agerola è ripresa nel 2022 da altri studiosi (Fusco et al., 2022), per quanto gli Autori usino come unica fonte bibliografica lo studio appena citato di Coppola<sup>148</sup>. La specificità dell'assenza di starter è anzi la caratteristica ritenuta chiave per identificare il Fior di Latte di Agerola come una delle 6 principali categorie di Mozzarella.

Il tema merita un commento perché se da un lato offre la possibilità di osservare una complessità maggiore di quella descritta, dall'altro evidenzia il ruolo dei sistemi di tutela della denominazione, che nel caso del Fior di Latte di Agerola è ancora assente.

Una lettura delle etichette di "Fior di latte di Agerola" o di "Fior di Latte" in cui è indicata in evidenza Agerola come luogo della produzione e/o quella di informazioni presenti in rete sulle pagine di caseifici e/o commercianti<sup>149</sup> rivendica in molti casi per questi formaggi la lavorazione lenta (anche 16 ore), tipica dell'assenza di impiego di starter, ma in non pochi casi si legge anche dell'uso di sieroinnesto o di non specificati fermenti lattici. Non solo, talvolta è dichiarato l'uso di latte pastorizzato e altre volte l'origine non nazionale del latte. Sono segnali che la *modernità* avanza anche tra i piccoli produttori di nicchia e che il sistema non è più monolitico. Ogni azienda decide a modo proprio come restare sul mercato e cerca di usare il nome Agerola a proprio vantaggio. I caseifici che operano secondo tradizione, quelli che ancora oggi

---

<sup>148</sup> Questo è un esempio che evidenzia una scollatura tra un'informazione derivante da una ricerca scientifica sperimentale, che fotografa una situazione del momento e che manterrà in ogni caso la sua validità scientifica e storica, e la realtà di un periodo successivo. La mancata verifica della attualità di una notizia rischia di veicolare informazioni parziali dando loro validità generale.

<sup>149</sup> A titolo di esempio, ma non unico <https://www.fiordagerola.eu/fior-di-latte/> (Fiore di latte Fior d'Agerola, ingredienti...fermenti lattici);

non usano starter e che dovrebbero usare latte caldo di una sola mungitura, non hanno in questo caso strumenti adeguati a difendere la denominazione, nel momento in cui questa non ha tutele e quindi non ci sono vincoli alle scelte di processo e all'uso della denominazione.

Non serve molto a questo scopo il retorico entusiasmo con cui Slow Food<sup>150</sup> racconta il Fior di Latte di Agerola nella sua Arca del Gusto assieme alla collegata Università degli Studi di Scienze Gastronomiche di Pollenzo. La narrazione per cui le caratteristiche del Fior di Latte, novella Cenerentola, sono legate al fatto che la filatura avverrebbe a mezzanotte in quanto l'acidificazione naturale della cagliata dura 12 ore, è forse ottima per uno spot, ma quale è il senso di fare assumere valore generale a un caso specifico?

Il sito della Regione Campania<sup>151</sup> che elenca i Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT) indica a sua volta Agerola come luogo elettivo di produzione del Fior di Latte, quello ove si fa il Fior di Latte più famoso. Il formaggio inserito come PAT è tuttavia un "generico" Fior di Latte" ottenuto da latte fresco la cui *"lavorazione è quella comunemente utilizzata per la Mozzarella vaccina"*. Ma quale è la modalità comunemente utilizzata?

Il valore comunicativo di Agerola e dei Monti Lattari ha già creato la presenza sul mercato di prodotti freschi a pasta filata denominati "Fior di Latte tipo Agerola" e nella primavera del 2023 è nato un Comitato per la richiesta di tutela IGP alla denominazione del Fior di Latte dei Monti Lattari.

---

<sup>150</sup>[https://www.fondazione Slow Food.com/it/arca-del-gusto-slow-food/fior-di-latte-di-agerola/Sono due i fattori che caratterizzano il fior di latte....: l'impiego di latte crudo, ...., e la filatura notturna. Il processo di acidificazione .....avviene in modo naturale e dura ben 12 ore: è soprattutto questa la caratteristica che conferisce al fior di latte di Agerola la sua tipicità. La cagliata è poi filata a mezzanotte. Il ciclo di lavorazione si conclude con la mozzatura manuale...](https://www.fondazione Slow Food.com/it/arca-del-gusto-slow-food/fior-di-latte-di-agerola/Sono%20due%20fattori%20che%20caratterizzano%20il%20fior%20di%20latte....%3A%20l%27impiego%20di%20latte%20crudo%2C%20....%2C%20e%20la%20filatura%20notturna.%20Il%20processo%20di%20acidificazione%20.....avviene%20in%20modo%20naturale%20e%20dura%20ben%2012%20ore%3A%20%C3%A8%20soprattutto%20questa%20la%20caratteristica%20che%20conferisce%20al%20fior%20di%20latte%20di%20Agerola%20la%20sua%20tipicit%C3%A0.%20La%20cagliata%20%C3%A8%20poi%20filata%20a%20mezzanotte.%20Il%20ciclo%20di%20lavorazione%20si%20conclude%20con%20la%20mozzatura%20manuale...)

<sup>151</sup><http://www.agricoltura.regione.campania.it/tipici/tradizionali/fiordilatte.html>

Le Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte con correttori di acidità

Le difficoltà di gestione della fermentazione lattica della cagliata e la volontà di ridurre la durata della lavorazione sono i motivi che hanno portato a indirizzare alcune scelte produttive nella direzione di sostituire la fermentazione con l'acidificazione diretta del latte.

L'introduzione dell'obbligo di pastorizzazione del latte per Mozzarella nello Stato di New York ha dato probabilmente alla fine degli anni 1940 la spinta decisiva anche all'introduzione e alla diffusione della tecnica di acidificazione diretta del latte a complemento e quindi poi in alternativa alla fermentazione lattica.

L'acidificazione diretta del latte favorisce il mantenimento di un gusto prevalentemente latteo della Mozzarella anche grazie al maggiore contenuto di lattosio che aiuta a diminuire la percezione delle note acidule, senza la potenzialità complessità data dalla fermentazione lattica guidata da colture complesse come il sieroinnesto.

I vantaggi evidenti della tecnica di acidificazione diretta sono la superiore velocità di ottenimento della cagliata, il risparmio di caglio e soprattutto la ancor più grande riproducibilità del processo grazie alla sua semplicità e all'esclusione del fattore biologico, che per quanto standardizzabile è pur sempre operazione più soggetta a variabilità. Si elimina inoltre il rischio di sovra-maturazione della cagliata dovuto alla capacità dei batteri lattici di continuare a crescere durante il periodo tra il raggiungimento delle condizioni ottimali di demineralizzazione della cagliata e l'effettivo momento della filatura dell'ultima frazione di quella cagliata. La durata di tale periodo dipende infatti dal rapporto tra massa di cagliata che si origina dalla singola vasca di coagulazione e capacità del sistema di filatura. La gestione della filatura nei processi continui di coagulazione tipici della grande industria diventa in ogni caso più semplice in quanto il sistema diventa meno rigido. Quando tale tecnica di acidificazione diretta nacque, il vantaggio immediato fu quello di semplificare la gestione delle fasi di raffreddamento della cagliata, trasporto e stoccaggio pre-filatura tipiche del modo di lavorazione dell'epoca a New York.

La scelta tra i diversi acidi *food grade* utilizzabili è ampia e negli USA è caduta nella maggior parte dei casi sul cosiddetto "vinegar", ovvero sull'acido acetico in forma "naturale", prodotto di basso costo largamente

disponibile<sup>152</sup>. Per almeno un decennio tuttavia, sembra essere rimasto un vuoto di documentazione scientifica su questo metodo produttivo che ha rivoluzionato il modo di fare Mozzarella. L'interesse a cercare di risolvere le difficoltà di utilizzo dei batteri lattici sostituendo l'acido lattico da essi prodotto con l'aggiunta diretta di acidi al latte ha visto molti tentativi, applicati non solo a formaggi con prevalente coagulazione acida quali il Cottage, ma anche a formaggi il cui latte è classicamente coagulato con il caglio, quali ad esempio il Cheddar. Questo è accaduto sia in Europa (Mabbitt et al., 1955) che negli USA (Hucker et al., 1926, Breene et al., 1964b). Nonostante negli USA l'uso di *vinegar* come sistema di acidificazione del latte pastorizzato fosse descritto nelle pratiche autorizzate dalla legge per denominare quei formaggi come Mozzarella, occorre aspettare il 1964 per potere leggere i risultati di uno studio relativo alle condizioni d'uso di differenti acidi<sup>153</sup> e al relativo confronto della qualità del formaggio ottenuto dopo cottura sulla Pizza (Breene et al., 1964a).

L'uso dell'acido citrico a confronto con altri acidi appare solo qualche anno dopo in uno studio su Blue cheese, mentre nello stesso studio, curiosamente con il senno di poi, l'acido citrico non è stato fra quelli testati per il Pizza cheese (Shehata et al., 1967). Occorre attendere il 1970 perché Olson (1970) presenti una relazione al 7<sup>th</sup> Marschall Seminar sui formaggi *Italian style* relativa all'utilizzo dell'acido citrico per la Mozzarella. Negli USA, nonostante altri studi (Keller et al., 1974) l'uso dell'acido citrico non sembra per altro avere trovato particolare seguito e sembra restare prevalente l'uso di

---

<sup>152</sup> Curiosamente l'aceto è uno dei pochi alimenti regolati in modo "relativo" negli USA a livello Federale e quindi, quando è usato il termine *vinegar*, non è semplice (o meglio rischia di essere arbitrario) interpretare a quale varietà di aceto si stia facendo riferimento. Probabilmente si tratta di aceto ottenuto per distillazione del prodotto della fermentazione acetica di alcool diluito a sua volta ottenuto per fermentazione con lieviti (*spirit vinegar*) per la sua proprietà di essere volatilizzato durante i trattamenti a caldo, quale ad esempio la filatura della cagliata, e di veicolare pochi componenti aromatici a differenza dell'aceto di vino. Non può essere acido acetico diluito che non può essere definito come aceto in base alla Food Inspection Decision 140 del 27 febbraio 1912 ("Acetic acid diluted - The product made by diluting acetic acid is not vinegar and when intended for food purposes must be free from harmful impurities and sold under its own name").

<sup>153</sup> La quasi totalità degli studi fatti nella decade 1960-70 negli USA per studiare l'ottimizzazione dei processi di caseificazione per acidificazione diretta del latte sono stati realizzati usando acido cloridrico. Lo studio di Breene et al. (1964 a) ha confrontato l'uso di acido acetico, lattico e cloridrico, aggiunti a freddo al latte (4,4°C) fino a pH 5,6

*vinegar*, recepito negli Standard Federali come principale acidificante alternativo ai batteri lattici, a differenza della prima versione della citata Legge dello Stato di New York che faceva riferimento a generici acidi *food grade*.

Il principio dell'acidificazione diretta del latte per Mozzarella dagli Stati Uniti è arrivato in Italia e la tecnica ha trovato progressiva applicazione sia per la produzione di Mozzarelle "comuni" in liquido di governo che per Pizza, sia a livello industriale che artigianale.

In Italia tuttavia l'acido preferito è l'acido citrico, seguito in talune applicazioni dall'acido lattico. L'acido citrico permette di coagulare il latte con il caglio a un pH di 5,8 circa, sequestrando la quantità necessaria di calcio, anziché a 5,6-5,4 come avviene nel caso di acidificazione diretta con acido lattico o altri acidi monocarbossilici<sup>154</sup>. L'uso di acido lattico ha trovato un impiego relativo, mentre non è stato recepito quello dell'acido acetico.

Come già accennato, è difficile tuttavia trovare fonti documentali scritte d'epoca che permettano di risalire a quando la tecnica dell'acidificazione diretta è diventata pratica comune in Italia, sia nella grande industria delle Mozzarelle del Nord Italia, i cui tre marchi più storici sono oggi tutti gestiti da Lactalis, sia nella dimensione artigiana del caseificio in Puglia ove l'uso dell'acidificazione diretta ha avuto ed ha grande applicazione.

Le informazioni disponibili oggi in rete non sono risolutive. Si apprende che Invernizzi lancia nel 1974 la Mozzarella Mozari, prodotta oggi con acido citrico, ma allora? Il marchio della storica Mozzarella Pizzaiola Locatelli, anch'essa oggi fatta con acido citrico, fu invece registrato nel 1960, mentre la Mozzarella Galbani Santa Lucia<sup>155</sup> è stata la prima ad iniziare la produzione

---

<sup>154</sup> Nel latte il calcio è presente per circa il 70% come calcio-fosfato colloidale associato alla caseina o calcio micellare e per la parte rimanente come calcio solubile (sotto forma di calcio citrato, fosfato inorganico, etc) che include una parte di calcio allo stato ionico o *free calcium* (circa 15% della frazione solubile) (Koutina et al., 2014). L'aggiunta di acidi al latte di vacca determina la progressiva diminuzione del calcio micellare fino a un valore di meno del 3% del calcio totale quando si raggiunge il valore di 4,6 punto isoelettrico della caseina. I rapporti tra le varie forme del calcio non dipendono solo dal pH, ma a parità di pH sono funzione del tipo di acido usato (citrico vs lattico). È di interesse inoltre notare come sia diverso il pH di filatura della cagliata anche nel caso di aggiunta istantanea di acido lattico rispetto a quello di 5,2 tipico della fermentazione lattica.

<sup>155</sup> Oggi il marchio Santa Lucia Galbani offre Mozzarelle ottenute con entrambe le tecniche, cui si unisce anche la terza tecnica che prevede la combinazione delle due



nel 1956. Quando avvenne tuttavia il passaggio alla tecnologia per acidificazione diretta?

Oggi, almeno in rete, non si ritrovano comunicazioni dell'epoca che rivendichino l'introduzione di questa pratica o immagini datate di etichette che riportino l'elenco degli ingredienti e quindi servano da testimonianza.

Secondo la già citata comunicazione personale di Vittorio Zambrini, gli esordi dell'applicazione della tecnologia dell'acidificazione diretta del latte in Galbani risalgono verso il 1969, e quindi con anni di ritardo rispetto agli USA.

Rischia probabilmente di essere arbitrario anche cercare di stabilire quando la pratica dell'acidificazione diretta abbia assunto una reale importanza a livello produttivo in Puglia. Se non il primo, uno dei primi riferimenti in una pubblicazione scientifica all'uso dell'acido citrico per fare Mozzarella si trova nel citato studio di La Notte (1980) dell'Università di Bari, che confronta Mozzarelle citriche con Mozzarelle ottenute con siero-innesto fatte nel 1977 in uno stabilimento in provincia di Bari.

E' inoltre importante introdurre una possibile differenziazione nell'uso dell'acido citrico nel caseificio tradizionale pugliese, in quanto probabilmente agli esordi l'addizione di acido citrico al latte è stata praticata per accelerare il processo fermentativo della cagliata, così come è iniziato l'uso del vinegar negli USA, e non in modo totalmente alternativo alla fermentazione lattica.

La lettura di un articolo scritto da Francesco Giannini (2016), autore del periodico Gioia del Colle.info, relativo alla storia dell'azienda fondata dai fratelli Capurso a Gioia del Colle riporta questa descrizione della tecnologia in uso *“Il latte con valore iniziale di acidità pari a 6-7° SH è acidificato con acido citrico è riscaldato a 35°C per immissione diretta di vapore in caldaia. Dopo l'aggiunta di caglio dolce di vitello, si lascia riposare la cagliata in attesa che si formi il coagulo. Quando la cagliata ha raggiunto la giusta consistenza è rivoltata e ridotta in grumi, poi è fatta riposare sotto siero affinché i fiocchi si depositino sul fondo. Una parte del siero è allontanata mediante aspirazione con pompa, la restante miscela di siero e cagliata è scaricata in vasca filtrante dove dissiera. Quando l'acidità del siero di spurgo della cagliata raggiunge il valore ottimale e la prova di filatura conferma l'avvenuta maturazione della cagliata, questa è tagliata in pani e trasferita su tavoli spersori da cui sono immessi nella tramoggia della filatrice.*

Il riferimento all'attesa che il siero di spurgo raggiunga l'acidità ottimale è un indice che l'acidità del siero va incontro a un incremento, che non può che

essere dovuto a fermentazione. L'uso di latte crudo determina inevitabilmente una fermentazione spontanea della cagliata durante il tempo richiesto per la dissierazione e questo paradossalmente obbliga a trovare un equilibrio tra quantità di acido citrico da aggiungere e le condizioni di dissierazione al fine di avere caratteristiche riproducibili della cagliata da filare.

L'introduzione della pastorizzazione del latte, affidando quindi all'acido citrico la funzione esclusiva di demineralizzazione della caseina, semplificherà il processo rendendolo industrializzabile. Il passaggio anche in Puglia dal caseificio artigianale a quello industriale è la conseguenza del successo della Mozzarella e della modificazione della tecnologia necessaria per avere un prodotto commerciabile anche fuori Regione.

Perché così poche notizie in Italia sulla nascita di una tecnologia che si è rivelata di grande successo?

Lo studio della Mozzarella non ha suscitato grande interesse in Italia almeno fino alla seconda metà degli anni 1980, escludendo ovviamente gli studi di Savini e Marracino. Due possibili ipotesi: scarso interesse verso un formaggio prodotto artigianalmente al Sud e "*gelosia*" dell'industria del Nord che riesce a mantenere una forte riservatezza? Quali siano stati i motivi, resta il fatto che nei libri di tecnologia casearia e nelle dispense universitarie in uso a Milano, allora unica sede con un corso di "Scienze delle Preparazioni Alimentari" fino alla fine degli anni 1970 i riferimenti alla Mozzarella di vacca sono scarsi e quelli alla Mozzarella ottenuta per acidificazione diretta del latte sono assenti<sup>156</sup>.

Capire più nel dettaglio le date può aiutare a verificare il senso della direzione dell'innovazione, ovvero confermare che la tecnologia dell'acidificazione diretta del latte in Italia è stato il risultato di un trasferimento dagli USA, ma che l'interpretazione italiana ha aperto una strada originale che ha fatto crescere nel mondo l'uso dell'acido citrico in sostituzione del vinegar. Una datazione più accurata aiuterebbe anche a capire quale è stata la direzione del trasferimento tecnologico in Italia, ovvero se l'uso dell'acido citrico è partito dal caseificio tradizionale pugliese a latte crudo verso la grande industria o viceversa se il caseificio artigianale ha adattato alle sue esigenze

---

<sup>156</sup> Si consideri a tale proposito che libri e/o dispense universitarie di Industrie Agrarie scritti da Autori importanti quali Corrado Cantarelli o Pier Paolo Resmini non fanno riferimento a questa tecnologia, così come un testo chiave per molti anni del settore quale quello di Giuseppe Rossi (1982).

tecnologiche un processo “industriale”, usandolo in modo funzionale al proprio specifico tipo di Mozzarella.

Le tecniche di acidificazione diretta del latte

Il modo con cui il casaro esegue l'acidificazione diretta del latte deve considerare la temperatura a cui avviene l'addizione della soluzione acida per evitare fenomeni di parziale coagulazione acida della caseina resi evidenti dalla formazione di flocculi. La logica dell'operazione deve infatti considerare che per evitare di diluire<sup>157</sup> eccessivamente il latte è usuale l'utilizzo di soluzioni concentrate (circa 10% di acido citrico). Più la soluzione è concentrata, più la dispersione dell'acido deve essere rapida in modo tale che localmente, nelle zone di contatto, il latte non arrivi a pH inferiore a 5,4-5,2, valori che determinerebbero l'inizio della flocculazione della caseina quando a temperatura di 36-38°C. La coagulazione acida<sup>158</sup> è infatti fenomeno temperatura dipendente per cui se a freddo occorre avvicinarsi a pH 4,6 per avere la flocculazione, a temperatura di coagulazione (36-38°C) già verso pH 5,2 si hanno evidenti flocculazioni, poi non reversibili nelle condizioni di caseificazione.

Le scelte operative diventano quindi due.

La prima è quella “industriale” che prevede di operare la miscelazione dell'acido con il latte in uscita dal pastorizzatore a temperatura di coagulazione, nebulizzando adeguatamente la soluzione acida nel latte. A tal fine la soluzione di acido è aspirata dal suo serbatoio di stoccaggio con una pompa dosatrice a portata costante e spinta attraverso un ugello nel tubo ove scorre il latte pastorizzato. Se la dispersione della soluzione acida che si presenta in forma di microgocce è sufficiente, ovvero sono state individuate le condizioni corrette di pressione di erogazione e il tipo giusto di ugello, questa condizione offre un corretto rapporto tra acido e latte<sup>159</sup> che

---

<sup>157</sup>Normalmente la dose di acido citrico utilizzata è di 1,1-1,3 g/L di latte. Usando una soluzione al 10% questo significa aggiungere 11-13 mL a 1 L di latte, ovvero una diluizione di poco più di 1%. Se si usasse una soluzione di acido citrico diluita all'1%, occorrerebbe aggiungere 110-130 mL allo stesso litro di latte, diluendolo in modo eccessivo con problemi di coagulazione, dovuti all'aumentata distanza reciproca tra le micelle.

<sup>158</sup> I valori di pH sono riferiti ad acidificazione con acido lattico

<sup>159</sup> La pressione della soluzione acida superiore a quella del latte consente che il latte non entri nella tubazione dell'acido e la costanza della portata di entrambi i fluidi permette di avere la miscelazione nel rapporto quantitativo desiderato.

garantisce un abbassamento sostanzialmente omogeneo del pH in tutta la massa, evitando le temute discese localizzate e i successivi riequilibri che nella migliore delle ipotesi sono solo parziali.

La seconda tecnica è quella “artigianale” che prevede di versare la soluzione acida nel latte freddo, sia esso crudo o pastorizzato, miscelandoli vigorosamente per agitazione. Differenze di temperatura anche apparentemente piccole (8°C vs 5°C) possono influire sul grado di flocculazione della caseina. Ricordando che il latte non può tecnicamente essere pastorizzato dopo l'acidificazione perchè flocculerebbe istantaneamente, se il caseificio vuole produrre Mozzarella con latte pastorizzato e acidificazione diretta, prima deve trattare termicamente il latte, raffreddarlo a +4°C, poi aggiungere l'acido e infine con dispendio di energia e tempo riscaldare nuovamente il latte acidificato a temperatura di coagulazione. Costi energetici e di tempo legati a questa combinazione spiegano perché nei caseifici artigianali, anche se dotati di scambiatori di calore in flusso continuo, si preferisca la lavorazione a latte crudo, accettando una durata di conservazione della Mozzarella molto breve, per altro in linea con i modi di consumo locali. L'uso di latte crudo a sua volta consente una parziale crescita microbica durante la fase di spurgo del siero e di fatto rischia di diventare una tecnologia mista.

La terza via: acidificazione diretta e fermentazione lattica

La terza possibilità, come appena accennato e già ricordata da Kosikowsky (1958), è l'uso combinato dello starter di batteri lattici con correttori di acidità, al fine di abbinare il potenziale influsso positivo della fermentazione sulla complessità del gusto della Mozzarella con una riduzione parziale dei tempi di fermentazione, vista la minore differenza di pH che la fermentazione deve determinare per arrivare al livello di solubilizzazione del calcio fosfato colloidale richiesto per consentire la filatura. Per tenere sotto controllo il processo, l'uso di latte pastorizzato diventa lo standard.

In questo ultimo caso, oltre all'acido lattico e citrico può trovare impiego anche il glucono- $\delta$ -lattone (GDL) che in seguito ad idrolisi dopo la sua dissoluzione nel latte libera acido gluconico che riduce il pH del latte al valore desiderato per la coagulazione.

Coadiuvanti tecnologici per la coagulazione: calcio cloruro e/o calcio fosfato colloidale

L'ottimizzazione della riproducibilità delle condizioni di coagulazione dipende oltre che dal tenore e dalla qualità della caseina dalla disponibilità di una idonea quantità di calcio e fosforo funzionali ad ottenere la corretta quantità di calcio fosfato colloidale (CFC) responsabile dei legami salini che contribuiscono all'aggregazione delle micelle di caseina e all'elasticità del coagulo.

L'acidificazione del latte, più limitata nel caso di addizione di starter liquidi o più spinta in quello di acidificazione diretta, diminuisce la quantità di CFC e quindi se da un lato accelera la velocità di idrolisi enzimatica dall'altra può essere responsabile di un coagulo meno strutturato. Tale possibile effetto secondario negativo è contrastato con successo dall'addizione al latte di coadiuvanti tecnologici<sup>160</sup> quali il calcio cloruro o preparati ricchi di CFC.

Il conseguente miglioramento della struttura del coagulo agevola soprattutto le operazioni di taglio e aumenta l'efficacia del recupero di caseina e grasso nella cagliata, limitando le perdite nel siero. Un eccesso di dose di calcio cloruro, oltre 200 mg/kg latte, non migliora i risultati e la quantità superiore che residua nel formaggio può creare problemi di gusto.

---

<sup>160</sup> La collocazione del calcio cloruro fra i coadiuvanti tecnologici anziché tra gli additivi può essere discussa e con essa l'obbligo di dichiarazione in etichetta. Il suo ruolo è quello di favorire l'aggregazione tra micelle durante la coagulazione del latte. Qualora quindi il suo ruolo cessi una volta ottenuto il coagulo è corretto considerarlo come coadiuvante tecnologico, categoria per la quale il Reg UE 1169/2011 sull'etichettatura non prevede l'obbligo di dichiarazione. Qualora invece l'addizione di calcio cloruro sia finalizzata a mantenere la struttura del prodotto durante la shelf life, come ad esempio può accadere nel Paneer indiano, allora continua a svolgere il ruolo per cui è stato impiegato, e quindi deve essere considerato un additivo appartenente alla categoria degli agenti di resistenza (*firming agents*) previsto dal Reg CE 1333/2008. Il Paneer indiano è un formaggio ottenuto per coagulazione termo-acida delle proteine del latte, senza impiego di caglio. In questo caso, l'addizione di cloruro di calcio in dosi molto elevate (0,08% ovvero 800mg/kg, a fronte di una dose massima d'impiego di 200 mg/kg) è stata considerata utile per migliorare le caratteristiche complessive del prodotto alimentare (Khan et al., 2011).

## La coagulazione del latte

Quali siano state le scelte di preparazione del latte fatte fino a questo momento, si è giunti al punto chiave che permette di modificare la struttura delle proteine e porre le basi per avere la Mozzarella, la coagulazione del latte con caglio animale, vegetale o altri enzimi coagulanti.

## Caglio ed enzimi coagulanti

La nascita e lo sviluppo dell'industria del caglio ha affiancato quella del caseificio, e la storia è quella del passaggio dall'uso di cagli in pasta aziendali non titolati alla comparsa sul mercato della chimosina di cammello di fermentazione. I coagulanti microbici estratti dai brodi di fermentazione di muffe e il rilancio di cagli vegetali, principalmente quello di *Cardunculus cynara*, sono fra gli strumenti usati dal caseificio per non perdere i consumatori vegetariani più rigorosi e attenti al benessere animale<sup>161</sup>.

La scelta del tipo di enzima con cui coagulare il latte riveste significativa importanza in termini di gestione della coagulazione del latte, tempi e caratteristiche del coagulo, ma anche e forse soprattutto ai fini della durata di conservazione della Mozzarella ad elevato tenore di umidità, formaggio fresco le cui caratteristiche, a differenza della Mozzarella per Pizza, non trovano giovamento dalla prosecuzione di qualsiasi attività proteolitica che alteri struttura e gusto, differentemente espressa dalle diverse tipologie di caglio o enzima coagulante.

La coagulazione del latte, come noto, è il risultato combinato di tre fasi in sequenza: nella prima fase inizia l'idrolisi enzimatica del legame phe105-met106 di k-caseina. Dopo che il peptide idrofilo 106-169 (il glicopeptide o caseinomacropeptide) è stato solubilizzato nel siero in misura superiore ai 2/3 del massimo idrolizzabile, viene meno la repulsione di carica necessaria per mantenere in dispersione nel latte le micelle di caseina e questo determina l'inizio della formazione del coagulo (fase secondaria o aggregativa) grazie all'aggregazione progressiva delle micelle medesime. Il

---

<sup>161</sup> In India, il Paese con la maggiore produzione di latte al mondo, non solo è proibito produrre formaggio con caglio animale, ma ne è vietata l'importazione. Lo Standard for Cheese and Cheese Products emanato da Food Safety and Standards Authority of India ("FSSAI") specificatamente anche alla voce Mozzarella nel 2020 prevede "*Mozzarella cheese*" means *unripened cheese obtained by coagulating milk with cultures of harmless lactic acid producing bacteria, suitable enzymes of non-animal origin or by direct acidification...*)

procedere dell'aggregazione grazie alla presenza del calcio fosfato colloidale e altre interazioni idrofobiche irrobustisce il reticolo e causa quindi l'espulsione di parte del siero (fase terziaria), la cui velocità e quantità sarà opportunamente gestita dal casaro con l'operazione di taglio del coagulo.

Sia il tradizionale caglio animale<sup>162</sup>, composto da chimosina e pepsina in proporzione inversa all'età dell'animale, che quelli vegetali e tutti gli altri enzimi coagulanti di origine microbica (estratti da brodi colturali di muffe) possiedono in misura diversa anche un'attività proteolitica secondaria o aspecifica, così definita perché si esercita su una pluralità di altri legami tra gli amminoacidi delle varie frazioni della caseina, diversi dal legame 105-106 di k-caseina. Per quanto la velocità di queste reazioni aspecifiche sia inferiore a quella dell'attività primaria su k-caseina, i loro effetti sul formaggio non sono per questo trascurabili. L'attività aspecifica degli enzimi coagulanti di origine fungina è in linea generale superiore a quella della pepsina e della chimosina. A sua volta la chimosina di cammello, ottenuta per fermentazione da parte di microrganismi modificati grazie all'inserimento di plasmidi codificanti la sua espressione, ha un'attività aspecifica inferiore a quella di vitello, sia essa naturale che di fermentazione. La quantità di attività aspecifica che si può esprimere, per ogni enzima usato, a parità delle altre condizioni della matrice formaggio (pH, temperatura, % di acqua), dipende dal prodotto della sua attività aspecifica per la quantità di enzima presente nella cagliata dopo il taglio del coagulo. Quest'ultima a sua volta è in relazione con una serie di fattori, quali la quantità totale di enzima aggiunta al latte e la frazione ritenuta nel coagulo che è fenomeno pH dipendente per gli enzimi di origine animale, mentre risulta inferiore e sostanzialmente non legata al pH nel caso degli enzimi fungini. Infine deve essere considerata la specifica resistenza termica di ogni enzima e quindi la quantità attiva residua di enzima coagulante nella Mozzarella è in relazione con le condizioni di filatura (Mucchetti et al., 2022).

---

<sup>162</sup> La distinzione tra caglio ed enzimi coagulanti, che fra l'altro sono la parte attiva del caglio, risiede appunto nel fatto che il caglio è un estratto grezzo della mucosa dell'abomaso dello stomaco dei ruminanti, mentre gli enzimi coagulanti, quale sia la loro tipologia (da microrganismi naturali o modificati), sono un preparato purificato estratto da brodi colturali di lieviti o muffe. Il caglio animale nel passato era definito anche presame, di qui il termine a volte ancora in uso di coagulazione presamica, per differenziarlo dal caglio vegetale, a sua volta un estratto grezzo ottenuto da una pluralità di piante (il più diffuso quello da cardo, *Cardunculus cynara* etc), oggi usato soprattutto per formaggi ovini. Per approfondimenti, Mucchetti et al., 2022.

Il tema è complesso così come la risposta alla domanda di quale possa essere il caglio migliore per fare Mozzarella. La conoscenza tecnica, almeno per le Mozzarelle a elevata umidità, suggerirebbe i coagulanti microbici termolabili che hanno i vantaggi di essere meno ritenuti in cagliata, essere inattivati dalla filatura, e costare meno. L'elemento potenzialmente problematico è la loro maggiore attività proteolitica aspecifica che tuttavia, soprattutto nel caso delle Mozzarelle per acidificazione diretta, grazie alla maggiore rapidità del processo pre-filatura, può non manifestarsi o comunque essere molto limitata. Il pH della cagliata, nell'ordine di circa 5,8 analogo a quello del latte dopo addizione dell'acido, favorisce in linea di principio sia l'attività enzimatica specifica che quella aspecifica, ma la maggiore attività coagulante a pH acido del latte consente di usare una quantità minore di enzima coagulante, a parità di tempo di coagulazione. Minore quantità di enzima aggiunta al latte, abbinata a minore ritenzione nella cagliata e tempo significativamente più breve in cui l'enzima può essere attivo durante la fase di spurgo del siero dalla cagliata prima di essere inattivato dalla filatura (poco più di un'ora rispetto ad almeno 2,5), sono gli elementi che riducono il potenziale effetto negativo dovuto alla relativamente maggiore attività proteolitica aspecifica.

Ciò nonostante, entrambi i disciplinari delle Mozzarelle DOP così come anche di quella STG prevedono concordemente l'uso cogente del tradizionale caglio di vitello<sup>163</sup> o comunque con un tenore di chimosina minimo del 70%. Si può ipotizzare che ragioni comunicative e di narrazione positiva della tradizione, considerando il peso della qualità immateriale soprattutto per gli alimenti con indicazione geografica, abbiano fatto optare per mantenere questa scelta. Forse anche un po' di timore del *nuovo*?

Sicuramente l'uso di coagulanti di origine animale rischia di fare perdere parte del mercato dei consumatori vegetariani più rigidi, ed impedisce l'export verso l'India.

I preparati per la coagulazione enzimatica del latte destinato a Mozzarella sono presentati generalmente in forma liquida e talvolta anche in polvere. Non si usa più per le Mozzarelle, almeno in Italia, il caglio in pasta il cui uso è preferenziale invece per quei formaggi stagionati a pasta filata che si

---

<sup>163</sup> Nel caso della Mozzarella di Bufala Campana DOP è stato lanciato recentemente un caglio di vitello bufalino, in modo da avere una filiera animale completamente segmentata (Redazione, a cura della, 2017).



vogliono caratterizzare per il gusto piccante dato dall'attività di idrolisi dei trigliceridi del grasso del latte svolta dalle lipasi pre-gastriche contenute appunto nel caglio in pasta<sup>164</sup>.

---

<sup>164</sup> Il caglio in pasta è così definito perché deriva dalla macinazione dello stomaco di agnello o capretto lattante, ucciso subito dopo il pasto in modo da contenere ancora il latte. Il caglio in pasta da animali svezzati ha minore valore commerciale.

La coagulazione del latte: aspetti gestionali

La massa nominale di caglio/enzima coagulante impiegata per coagulare una stessa massa di latte dipende da una pluralità di fattori fra cui la sua attività o titolo<sup>165</sup>, il tenore in caseina del latte e la combinazione di una serie di parametri operativi, quali pH e temperatura. La combinazione di queste variabili è decisa dal casaro in funzione anche del tempo a disposizione per ottenere la consistenza del coagulo desiderata per il taglio. Il tempo complessivo di coagulazione, compreso tra addizione del caglio e taglio del coagulo, deve essere infatti funzionale alle esigenze produttive, determinate a loro volta dalla quantità totale di latte da trasformare nella giornata.

La massa di latte da trasformare è a sua volta uno dei motori per decidere se è ancora funzionale per il caseificio l'uso di vasche polivalenti o se non sia il caso di introdurre i sistemi continui di coagulazione quali quelli a banda continua di ALPMA, soluzione frequentemente adottata nel caso di grandi produzioni di Mozzarella a maggiore ragione quando è applicata la tecnologia dell'acidificazione diretta.

#### *La consistenza del coagulo al taglio*

Quali siano le condizioni di coagulazione adottate, la consistenza del coagulo al momento del taglio deve essere idonea a "sopportare" lo stress meccanico necessario a ottenere grani (o particelle) di cagliata con la dimensione voluta che, a sua volta, è in relazione con la quantità di siero che si vuole rimanga nella cagliata al termine del periodo di spurgo prima della filatura. In linea generale, le dimensioni del grano saranno maggiori quanto più il coagulo è consistente e maggiore l'umidità attesa della cagliata, ragione per cui dovrà essere minore la quantità di siero che sarà espulsa da ogni grano di cagliata risultante dal taglio.

Il quadro si può complicare nel caso della Mozzarella, in quanto il valore desiderato di umidità della cagliata può essere inferiore o superiore a quello

---

<sup>165</sup> L'attività coagulante tradizionalmente è stata espressa in unità Soxhlet (ad es. 10.000) che indicano le parti di latte coagulabili da una parte di caglio in condizioni standard (40 min a 35°C). La misura è realizzata per confronto del tempo di coagulazione del preparato con quello di uno standard di riferimento a titolo noto. Oggi a livello internazionale per i cagli bovini, contenenti quindi solo chimosina e pepsina, si usa come unità di misura la International Milk Clotting Unit (IMCU) come definito da International Dairy Federation Standard 157:2007 che considera la diversa attività di chimosina e pepsina e quindi prevede la conoscenza del contenuto relativo di chimosina e pepsina del caglio in esame.

finale della Mozzarella, che è in ultima istanza regolabile dalle modalità di filatura della cagliata. In linea molto generale si potrebbe affermare che una cagliata ricca di umidità (ad es. circa 55-60%) non sarà poi in grado di assorbire acqua in modo importante durante la filatura, al contrario di una più povera di umidità (ad es. circa 45-48% come nel caso dell'uso di latte di bufala).

Decisa quale deve essere l'umidità obiettivo della cagliata e le conseguenti dimensioni del grano, il casaro deve valutare quali strade seguire per ottenere la consistenza prescelta del coagulo in funzione del tempo a disposizione per ottenere il risultato, soprattutto se tale variabile è indipendente ovvero è un parametro da rispettare in modo abbastanza rigido. Nel caso quindi la durata della coagulazione sia stabilita da ragioni organizzative, sulla base della composizione chimica del latte in caldaia, il casaro dovrà decidere pH del latte, temperatura e quindi la dose opportuna di caglio.

La logica artigianale del passato in cui si usavano cagli non titolati e latte con composizione e pH non standardizzati incontrava maggiori difficoltà per gestire in modo riproducibile la durata della coagulazione del latte, potendo contare solo e limitatamente sulla gestione della temperatura.

In una dimensione industriale, il tempo assume un valore chiave e quindi spesso diventa la variabile indipendente attorno a cui fare girare le altre. Nel caso delle Mozzarelle ottenute per fermentazione lattica della cagliata, la temperatura di coagulazione deve comunque essere compatibile con la velocità di crescita del microbiota starter, oggi termofilo, senza dimenticare che maggiore è la temperatura, più intensa e rapida è la capacità del coagulo e dei singoli grani di espellere siero. La scelta della temperatura di coagulazione deve poi considerare, come nel passato, la velocità di raffreddamento spontaneo del sistema e se si prevede o meno di utilizzare l'opzione di riscaldare la miscela di grani di cagliata e siero per portare la temperatura a valori ottimali.

A titolo di esempio, può essere interessante osservare e confrontare le condizioni di coagulazione del latte destinato a Mozzarella per Pizza riportate da Quarne et al. (1968). Nel caso del Pizza cheese ottenuto per fermentazione lattica con starter a base di *L. bulgaricus* e *S. thermophilus* la coagulazione avveniva in 20 min a 32°C, ma il taglio del coagulo era seguito da un riscaldamento lento a 40-42°C per favorire l'acidificazione biologica.

Nel caso invece della versione con acidificazione diretta la coagulazione del latte avveniva in meno di 5 min a pH 5,6 alla temperatura di coagulazione di 35°C, cui non seguiva alcun riscaldamento.

Nel caso delle Mozzarelle con acidificazione diretta il pH acido del latte in coagulazione può permettere di risparmiare caglio e/o di accelerare i tempi. La riduzione della dose di caglio ha influenza positiva sulla riduzione del rischio di proteolisi aspecifica, quale sia il tipo di enzima coagulante. Una minore dose di caglio, a parità di tempo di coagulazione, influenza positivamente la resa di caseificazione in quanto è minore la quantità di peptidi solubilizzati dal caglio che può disperdersi nel siero di spurgo.

In linea generale gli estremi di temperatura e durata della coagulazione (dall'aggiunta del caglio al taglio del coagulo) sono quindi molto larghi (indicativamente tra 32 e 38°C per tempi compresi tra 3 e 60 min) proprio perché fanno riferimento a Mozzarelle diverse in cui anche la medesima tipologia può essere prodotta da stabilimenti che operano secondo principi e logiche diverse.

#### *La misura della consistenza del coagulo*

La consistenza del coagulo, parametro chiave per la gestione corretta delle operazioni successive, è stata per secoli affidata alla sensibilità delle mani del casaro, ma da tempo è possibile rendere oggettiva la misura sia attraverso strumenti funzionanti *off line* che, più recentemente, grazie a sensori *in line* che permettono di automatizzare l'operazione di taglio<sup>166</sup>. La misura oggettiva *in line* della variazione di consistenza del coagulo permette di ridurre la variabilità del momento del taglio conseguente a possibili errori di gestione della temperatura o all'influenza di caratteristiche del latte non oggetto di adeguata standardizzazione. L'introduzione di sistemi di misura assume rilevanza per caseifici con grande produttività che vogliono ottimizzare la riproducibilità del processo e con essa il recupero dei

---

<sup>166</sup> Solo a titolo di esempio, senza pretese di completezza, a fianco di sonde esistenti da anni che misurano la variazione di conduttività termica del coagulo rispetto al latte, possono essere citati il sistema Coagusens™, Chr. Hansen A/S, Denmark basato su misure nel vicino infrarosso, il sensore sviluppato da Tetra Pak® per le sue vasche polivalenti di coagulazione basato sul principio di riflessione della radiazione luminosa (light backscattering) e il sensore FluorLite-MC, Reflectronics Inc, USA che combina misure di fluorescenza e nel vicino infrarosso.

componenti del latte nel formaggio, *in primis* il grasso, ma ancora più importante l'umidità.

Il taglio del coagulo

Quale sia la scelta di gestione della coagulazione e la consistenza del coagulo attesa per dare inizio al taglio, il successivo taglio dovrebbe in via di principio assicurare di ottenere grani di cagliata con la dimensione voluta e il più possibile omogenea, al fine di avere uno spurgo del siero a sua volta omogeneo perché gli effetti combinati di contrazione del coagulo e di permeazione si avranno su particelle con simile volume e quindi superficie. L'efficacia del taglio dipende, oltre che dalla opportuna consistenza del coagulo in funzione delle caratteristiche dell'organo di taglio, a lame affilate o a filo più o meno stonato, dal numero di azioni di taglio che dovranno essere effettuate per avere i grani della misura attesa. In linea di principio, una sola operazione di taglio in verticale e una ortogonale a questa assicurano i risultati migliori, generando grani assimilabili al cubo. Questo tipo di taglio richiede di avere organi di taglio specifici per ogni dimensione desiderata del grano, con la distanza esatta tra lame o fili, e vasche di coagulazione in grado di supportare tali attrezzi. L'applicazione di questo semplice principio è tuttavia conquista relativamente recente.

Sono ancora diffusamente usate le tradizionali vasche di coagulazione ad asse verticale con lira (singola o doppia con movimento eventualmente anche a planetario), nelle quali invece le operazioni di taglio si replicano fin tanto che sia stata ottenuta la dimensione media attesa dei grani. La moltiplicazione delle operazioni di taglio tuttavia produce una inevitabile elevata variabilità di risultati in quanto ogni movimento dell'organo di taglio può colpire con frequenza diversa lo stesso grano già precedentemente colpito, determinando una non uniforme riduzione di dimensioni e quindi originando un insieme di granuli con una dispersione anche importante di forme e misure, in ognuno dei quali sarà diversa la cinetica di separazione del siero.

L'operazione di taglio del coagulo deve inoltre limitare al minimo le perdite di grasso nel siero, dovute allo stress meccanico sul singolo granulo. Una singola operazione di taglio ha quindi anche il vantaggio di limitare tale stress. In linea di principio si può prevedere una maggiore perdita di grasso nel siero quando la consistenza del coagulo al momento del taglio è eccessiva

rispetto alle modalità applicate di taglio. Le perdite di grasso nel siero di Mozzarella dovrebbero comunque tentativamente essere al di sotto del 7-10% della massa iniziale del grasso presente nel latte<sup>167</sup>. Il dato è tuttavia puramente indicativo e come già discusso entrano in gioco altre variabili oltre il taglio del coagulo, quali ad esempio l'omogeneizzazione.

Le vasche di coagulazione: capacità volumetrica e organi di taglio  
Per rispondere a mutate esigenze produttive e ottimizzare le condizioni di taglio del coagulo si può rendere necessario adattare la capacità delle vasche di coagulazione del latte, modificandone qualora il caso anche la forma e la modalità di scarico della miscela di grani di cagliata e siero.

La forma classica delle vasche di coagulazione (definite anche tini) del latte per Mozzarella di bufala era cilindrica su asse verticale. Il legno come materiale è stato sostituito da lungo tempo dal rame, prima e poi dall'acciaio. I tini con capacità volumetrica fino a circa 1.000 l sono tuttora in largo uso in molti caseifici del comparto della Mozzarella di Bufala Campana. La semplicità di questi tini li svincola dall'averne un organo di taglio dedicato e infatti il taglio continua in questi casi ad essere eseguito con lo *spino*<sup>168</sup>, dopo un eventuale primo taglio a croce con la *spada*. La modernizzazione dei tini rispetto al passato è nella possibilità di ribaltarli meccanicamente e quindi modificare le condizioni di scarico della cagliata.

Concettualmente simili ma più evolute sono le vasche di coagulazione sempre su asse verticale di forma cilindrica o con altra geometria (oblungha,

---

<sup>167</sup> E' frequente leggere anche nella letteratura tecnica che le perdite di siero sono misurate mettendo in relazione i soli risultati delle analisi del contenuto percentuale di grasso nel latte e nel siero, senza considerare l'effetto distorsivo dato dal fatto che le due masse di latte e siero non sono uguali e quindi un bilancio corretto delle perdite di grasso andrebbe fatto sulla base della massa di grasso e non del contenuto percentuale. Il calcolo della massa di grasso tuttavia richiede la misura delle masse di latte, cagliata e siero, misura banale in linea di principio ma non sempre semplice da realizzare.

<sup>168</sup> E' curioso e singolare osservare come per la produzione della più tradizionale delle Mozzarelle si usi uno strumento di taglio, lo spino, storicamente usato per il taglio del coagulo di formaggi a pasta dura e cotta, quali Parmigiano e Grana. D'altra parte, come scritto, la cagliata della Mozzarella di bufala ha un maggiore contenuto di solidi rispetto a quelle di vacca, a pari umidità finale della Mozzarella. L'uso dello spino e il taglio abbastanza fine della cagliata rappresentano la classica deroga alla regola generale prima enunciata. Tuttavia non c'è obbligo nel disciplinare all'uso dello spino e dei tini e quando la coagulazione avviene in polivalente l'organo di taglio è classicamente la lira.

ad otto etc) dotate di valvola di scarico posta sul fondo, eventualmente inclinabili. In base alla loro capacità volumetrica (fino a circa 20.000 litri) e alla forma sono dotate di uno o più organi di taglio a forma di lira (a lame o a fili) movimentati da un motore e posizionati in modo fisso sopra la caldaia o con la possibilità di essere traslati su un binario lungo l'asse della vasca in caso di forma oblunga.

Sono più moderne le vasche sempre a forma cilindrica ma su asse orizzontale o a semicilindro sempre su asse orizzontale, altrimenti dette a culla, che permettono il taglio con un unico movimento di ciascuno dei due organi di taglio che si muovono in modo ortogonale. Caratteristica delle vasche a culla è la maggiore rapidità di scarico della miscela dei grani di cagliata e siero, grazie al movimento di ribaltamento della *culla*, fatto questo che può favorire una maggiore omogeneità dell'umidità della cagliata. Lo scarico classico con secchio dai tini o, più modernamente, attraverso la valvola di scarico posta sul fondo della vasca ha una durata non solo più lunga, ma proprio tale maggiore durata, variabile in funzione del volume della vasca e solo in parte compensabile da un maggiore diametro della valvola, è responsabile del fatto che la prima cagliata scaricata sia più ricca di umidità rispetto all'ultima.

I sistemi continui di coagulazione

Il primo modo di rispondere ad un incremento di domanda senza adeguare la capacità volumetrica delle vasche di coagulazione è quello di replicare le lavorazioni usando gli stessi impianti per un tempo più lungo, comprensivo anche delle operazioni di detergenza tra un utilizzo e quello successivo. La soluzione può tuttavia non essere adeguata in presenza di una domanda ancora più forte e quindi per eliminare i tempi morti la soluzione diventa il passaggio alla coagulazione in continuo, con macchine ovviamente di adeguata capacità.

Una delle soluzioni oggi vincenti, messa a punto oltre 30 anni fa, è il sistema ALPMA<sup>169</sup> con banda continua divisa da setti. In modo diverso ma concettualmente analogo il sistema di Servi Doryl<sup>170</sup> mette in campo una serie di vasche di piccola capacità unitaria che lavorano in sequenza muovendosi su un binario. Entrambi i sistemi rispettano il canone di

---

<sup>169</sup><https://www.alpma.de/fr/produits/techniques-de-fromagerie.html>

<sup>170</sup> <https://www.servidoryl.com/en/produits-en/pate-molle/bassines-de-coagulation/>

realizzare comunque la coagulazione con il latte in stato quiescente avendo cura che l'avanzamento della banda o delle vasche non crei perturbazioni o vibrazioni al gel in formazione. Entrambi i sistemi citati in realtà rendono di fatto continuo l'output del processo di coagulazione e taglio del coagulo organizzando un insieme di sistemi in cui in ognuno si replica il modo classico di coagulazione realizzato in batch.

Studi accademici (Harper et al., 1957) e ricerche industriali (Spiess et al., 1959) sulla coagulazione in continuo risalgono almeno agli anni 1950 e l'ipotesi, cui trovare opportune soluzioni applicative, era quella di realizzare la miscela di latte, starter e caglio, portarla a temperatura idonea per l'attività enzimatica, e quindi farla avanzare per la formazione del gel in una tubazione in modo tale da non creare differenze di velocità relativa, se non l'attrito a contatto con la parete del tubo, che avrebbero altrimenti creato alterazioni allo stato di quiete necessario per la gelificazione.

Una diversa ipotesi fu sviluppata a Madison nell'Università del Wisconsin (USA) per accelerare al massimo i tempi di lavorazione della Mozzarella per Pizza. Riprendendo un brevetto di Ernstrom (1963) relativo al Cottage cheese, l'idea era basata sul disaccoppiamento della temperatura di coagulazione per cui dopo acidificazione del latte a freddo in modo da non avere flocculazione, la fase aggregativa della coagulazione era realizzata per riscaldamento del latte in assenza di agitazione.

#### *La coagulazione del latte in moto turbolento*

Una proposta totalmente innovativa è stata quella invece della coagulazione del latte in regime di movimento turbolento, superando quindi il concetto tradizionale della coagulazione del latte in stato quiescente. L'applicazione al Pizza cheese prevedeva che dopo acidificazione a freddo, la coagulazione avvenisse alla classica temperatura di 35°C per addizione del caglio al latte e che formazione del gel e sineresi fossero ottenute in regime di moto turbolento. Nelle condizioni adottate, la coagulazione era molto rapida, in tempi inferiori a 2 min, tali da originare piccoli granuli di coagulo che tendevano quindi ad agglomerarsi reciprocamente in grani di dimensione variabile tra 1 e 3 cm (Larson et al., 1966, Quarne et al., 1968, Larne et al., 1970)<sup>171</sup>. In tal modo il processo di coagulazione e sineresi del coagulo era

---

<sup>171</sup> Gli studiosi dell'Università del Wisconsin (Madison) hanno meglio indicato nel 1970 le condizioni applicate al sistema di caseificazione in continuo in agitazione che avevano iniziato



stato accelerato da 30 min fino a 5,5 min, anche grazie al riscaldamento a 60°C realizzato nel sistema tubolare continuo di coagulazione (Larson et al., 1970). Nonostante l'importante riduzione dei tempi di processo, il minore recupero di grasso e solidi totali che diminuiscono la resa di trasformazione (Quarne et al., 1968), probabilmente unito a difficoltà di scaling up della tecnologia, non sembra avere spinto verso l'industrializzazione della proposta, che non ha trovato poi sostanziali implementazioni nella letteratura tecnico scientifica.

La semi-cottura della cagliata

Una caratteristica specifica del modo di produrre le Mozzarelle a ridotto contenuto di umidità destinate in via di principio all'uso come ingrediente per la Pizza può essere quella di riscaldare la miscela dei granuli di cagliata dispersi nel siero a temperatura anche fino a 46°C al fine di favorire la sineresi del siero e quindi permettere di ottenere una cagliata con l'atteso minore grado di umidità.

Tale pratica riprende quella antica di aggiungere siero caldo alla miscela di grani di cagliata e siero per mantenere la temperatura in condizioni più favorevoli alla fermentazione lattica.

Funzione secondaria della semi-cottura della cagliata di Mozzarella per Pizza è infatti anche quella di ottenere una temperatura più favorevole alla duplicazione della coltura starter, a maggiore ragione quando questa è la classica coltura per yogurt con caratteristiche termofile, accelerando la velocità di acidificazione e quindi riducendo i tempi di processo.

Nel caso della Mozzarella a elevata umidità, qualora adottato, il riscaldamento della cagliata favorisce la sineresi del coagulo e quindi la

---

a mettere a punto nel 1966 "A continuous pipeline system of producing Mozzarella cheese by direct acidification procedure was developed. Milk was acidified to  $pH 5.6 \pm 0.03$ , adjusted to 35 or 37.7 C and pumped through 2.2- or 3.5 cm (id) stainless steel pipe at flow rates to attain selected turbulences during curd formation and subsequent whey syneresis. Rennet was metered into the milk stream to coagulate the milk in 1.7 minutes..... This study suggests that Mozzarella cheese curd with suitable composition and rheological characteristics for molding into final form can be produced with a residence time of 5.5 minutes in the pipeline system" (Larson et al., 1970)

pratica per essere applicata richiede poi l'uso di tecniche di filatura atte a restituire l'umidità persa.

Lo scarico della miscela dei grani di cagliata e del siero e la sosta della cagliata durante la fermentazione lattica e/o lo spurgo del siero

Un altro tema classico che ha trovato differenti soluzioni è quello della gestione delle condizioni di sosta della cagliata dopo il taglio del coagulo. In questa fase i grani di cagliata per la loro maggiore densità rispetto al siero tendono a sedimentare e aggregarsi reciprocamente a causa delle interazioni reciproche. L'aggregazione reciproca tra granuli crea una massa di cagliata in cui si riduce il rapporto tra superficie e volume, fattore questo che unitamente all'esaurimento della formazione di legami tra le caseine e quindi alla sineresi, fa diminuire la velocità di separazione del siero.

I granuli di cagliata, una volta terminato il taglio del coagulo, anche quando non sottoposti a cottura, possono rimanere nella vasca di coagulazione per qualche minuto in condizione di agitazione per raggiungere la prevista consistenza grazie allo spurgo di parte del siero, dopo di che possono essere lasciati sedimentare sul fondo della vasca di coagulazione, qualora questa non abbia valvole di scarico come nel caso delle vasche classiche usate per la Mozzarella di bufala, o scaricati su tavolo di drenaggio assieme al proprio siero o ancora distribuiti in stampi di cui è più agevole la manipolazione e il ribaltamento. La separazione del siero dalla cagliata scaricata può essere accelerata mediante leggera compressione della massa usando i cosiddetti tavoli-prensa.

Le modalità di scarico dipendono dalle caratteristiche della vasca di coagulazione, ma in ogni caso si deve considerare che più è lungo il tempo di scarico, maggiore è la probabilità di avere differenze sia nel contenuto di umidità della cagliata tra la prima e l'ultima scaricate che nel valore di temperatura. L'uso di vasche di coagulazione a culla, e quindi ribaltabili, consente uno scarico molto più veloce eliminando di fatto tale problema, comune alle vasche polivalenti di grande capacità.

La gestione della fase di sosta della cagliata una volta scaricata (o lasciata sul fondo della vasca di coagulazione) si confronta con il tema del raggiungimento della umidità prevista per la cagliata nel tempo atteso,

considerando i diversi casi della fermentazione lattica e dell'acidificazione diretta.

Nel caso più "semplice" dell'acidificazione diretta, l'evento atteso è solo lo spurgo del siero. Temperatura ed eventuale pressione esercitata sono le forze guida della separazione del siero, sulle quali tuttavia influisce lo spessore della massa di cagliata, proprio perché la superficie totale di scambio tra cagliata e ambiente è diminuita e il siero espulso da ogni singolo granulo deve trovare il proprio percorso per raggiungere la superficie della massa di cagliata. Non si possono estremizzare inoltre le condizioni di temperatura e pressione al fine di accorciare la durata dell'operazione, perché anche la viscosità del grasso, non solo quella del siero, diminuisce all'aumentare della temperatura e quindi la pressione da esercitare deve considerare il rischio di una perdita superiore di grasso nel siero.

Più complesso è il caso delle Mozzarelle per via fermentativa, in quanto velocità di fermentazione lattica e spurgo del siero vanno gestiti in funzione del grado di mineralizzazione obiettivo della cagliata e quindi del suo pH, avendo presente che il potere tampone della cagliata aumenta in funzione inversa al suo contenuto di umidità. Inoltre deve anche essere tenuto in conto quando la cagliata può essere filata, se immediatamente quando pronta o dopo un tempo di attesa più o meno lungo. L'acidificazione causata dalla fermentazione infatti deve solubilizzare la quantità esatta di calcio dalla caseina solo se la filatura segue immediatamente il raggiungimento di tale punto di equilibrio. Nel caso invece di volere conservare la cagliata postponendo la filatura, come accadeva negli USA o in Argentina, ma come può accadere ancora oggi per diversi motivi anche in Italia, la domanda cui rispondere è a che punto anticipare il blocco della fermentazione della cagliata, che dovrà comunque avere l'umidità desiderata. La scelta di stoccare una cagliata già fermentata fino al pH ottimale per la filatura si deve confrontare sia con la velocità di abbattimento della temperatura a valori tali (generalmente inferiori a 15°C) da arrestare la fermentazione lattica che con le condizioni di stoccaggio (refrigerazione vs temperatura negativa; durata), considerando l'effetto supplementare di spostamento degli equilibri minerali verso la fase solubile dato dalle basse temperature. Deve infatti essere gestito e quindi evitato il rischio di una maturazione eccessiva della cagliata con relativo eccesso di solubilizzazione di calcio nella frazione sierosa.

Quale sia il pH obiettivo, la gestione della maturazione della cagliata può seguire logiche diverse, riconducibili a maturazione sotto siero, come

previsto dai disciplinari DOP sia della Mozzarella di Bufala che di Gioia del Colle, quindi con lo scarico ritardato del siero o almeno di una parte di esso, oppure su tavolo, e quindi generalmente con uno scarico anticipato del siero. Nel primo caso la prevenzione di un raffreddamento troppo rapido è favorita dalla maggiore massa a disposizione (cagliata e siero), mentre nel secondo la temperatura della cagliata deve essere gestita con idonea termostatazione dell'ambiente. Nel primo caso si ha inoltre, sempre in linea di principio, un equilibrio tra siero già espulso dalla cagliata, che segue un suo profilo fermentativo, e siero ancora all'interno dei granuli di cagliata che risente maggiormente dell'influenza della cagliata medesima. Lo spurgo del siero da una cagliata su tavolo è infine favorito dalla mancanza di una "contropressione" da parte del siero già espulso.

Ogni casaro, con il proprio personale equilibrio tra conoscenza empirica e formale, trova la soluzione più funzionale al risultato anche in riferimento alla stessa tipologia di formaggio. Nel caso della Mozzarella di Bufala Campana è narrata come prassi abbastanza diffusa quella per cui i caseifici dell'area casertana completano la maturazione della cagliata sotto siero e quindi filano immediatamente, mentre quelli dell'area salernitana fanno sostare la cagliata quasi matura per qualche decina di minuti sul tavolo prima di filare.

La sosta, quale sia il metodo usato, deve raggiungere lo scopo di ottenere una cagliata con le caratteristiche di composizione attese e in particolare, proprio perché dipendenti dalla gestione di questa fase, umidità, pH e relativo grado di demineralizzazione della caseina.

Una gestione dell'operazione che riduca al minimo la formazione di un gradiente di temperatura nella cagliata non solo è funzionale ad avere una cagliata con caratteristiche omogenee, ma favorirà anche la riproducibilità delle successive condizioni di filatura e con esse la riproducibilità delle caratteristiche di composizione della Mozzarella.

La tecnologia della sosta della cagliata in agitazione (stirred curd process)

Negli USA al tradizionale sistema di gestione della sosta della cagliata ripresa dalla tecnologia del Cheddar (formazione di pani di cagliata, sovrapposizione

e rivoltamento periodico)<sup>172</sup>, nel caso della Mozzarella a ridotta umidità, si è affiancata una seconda pratica di trattamento della cagliata dopo lo scarico di fatto mutuata da quella dei cosiddetti *stirred curd cheeses*, di origine inglese, e di cui è esempio il Colby cheese. La caratteristica qualificante di questa pratica è quella di mantenere i grani di cagliata in agitazione, anche dopo la separazione iniziale del siero, in modo da prevenire il compattamento reciproco dei granuli e con esso la formazione di un blocco di cagliata sul fondo della vasca di coagulazione. La salagione avviene miscelando il sale secco ai granuli di cagliata, sempre mantenuti in movimento, fin tanto che, completato lo spurgo, i granuli vengono posti nello stampo e pressati per dare origine alla forma definitiva (Downs et al., 1959). Il vantaggio di questa storica tecnologia che richiede molto lavoro manuale è la maggiore rapidità con cui si completa lo spurgo del siero unitamente all'eliminazione della fase successiva di macinazione della cagliata: se opportunamente meccanizzata, quindi permette di aumentare la produttività dello stabilimento.

L'obiettivo di meccanizzare e velocizzare la lavorazione del Cheddar nella grande industria è stato colto applicando anche al Cheddar la tecnologia degli *stirred curd*: il mantenimento dell'individualità dei granuli prevenendone sedimentazione e compattamento permette di eliminare sia la fase di *cheddaring* che quella successiva di macinazione dei blocchi di cagliata. Il prezzo dell'innovazione è la rinuncia alla struttura fibrosa a petto di pollo (Mesa-Dishington et al., 1987).

---

<sup>172</sup> La produzione del Cheddar (Decker, 1895) prevede invece che dopo il primo spurgo del siero, i granuli di cagliata siano lasciati a sedimentare e compattarsi sulle due parti del fondo della vasca di coagulazione, eventualmente deposti su griglie (*matting*), in modo che il siero possa drenare nel canale lasciato aperto tra le due masse di cagliata. Una volta drenata parte del siero, inizia un lungo lavoro che prevede la formazione di blocchi di cagliata di ridotta dimensione, il loro impilamento prima a coppie e poi eventualmente anche in pile con un numero superiore di blocchi in modo da esercitare una pressione maggiore, il ribaltamento periodico delle pile (*piling*). Queste operazioni durano fin tanto che non si completi lo spurgo del siero, la fermentazione lattica raggiunga uno stadio avanzato e la consistenza della cagliata a causa dell'allungamento dei singoli granuli dovuta alla pressione subita a causa della sovrapposizione dei blocchi assuma caratteristiche di fibrosità analoghe a quelle del petto di pollo. A quel punto, la cagliata viene macinata (*milling*), salata per addizione di sale e trasferita negli stampi (*hooping*) ove viene pressata. La fase di *piling* è altrimenti detta di *cheddaring*, in quanto caratteristica di questa produzione.

L'introduzione nella tecnologia del Cheddar della fermentazione e spurgo della cagliata in agitazione non ha una datazione precisa, ma Mesa-Dishington (1987) fa un primo riferimento all'uso di questa tecnologia citando il libro di Wilster (1964). Essendo assenti riferimenti a tale pratica nella prima edizione del 1959 del medesimo libro, l'inizio degli anni 1960 può quindi essere considerato un possibile periodo di esordio di tale pratica negli USA<sup>173</sup>, anche se va osservato che la pratica ha probabilmente atteso qualche anno prima di entrare nella realtà produttiva se si considera che non è ancora citata tra quelle in uso nello studio di Lilwal (1970) sui costi di produzione del Cheddar.

Dal Colby e dal Cheddar la pratica è stata estesa ai formaggi a pasta filata. Kielsmeyer (1970) ha brevettato per Leprino Foods un metodo di fare *pasta filata* cheese che adotta il principio degli *stirred curd cheeses*.

Proprio la possibile trasferibilità di questa tecnologia tra diverse linee di processo delle due più importanti varietà di formaggio prodotte negli USA ha fatto sì che l'innovazione trovasse applicazione anche per la Mozzarella e ne facesse crescere più facilmente la produzione, in quanto non richiedeva significativi diversi investimenti strutturali se non quelli necessari per la filatura, permettendo una minore rigidità nella programmazione della produzione aziendale e quindi una interazione più rapida con i trend di mercato.

Nilson (1976), da poco trasferitosi dal Nebraska all'Università del Vermont (USA), presenta al 13<sup>th</sup> Marschall Seminar sugli Italian Cheeses i risultati di uno studio finalizzato al miglioramento della tecnologia *stirred curd* confrontando il mantenimento della cagliata in condizioni di agitazione in assenza di siero (*dry stirred curd*), in presenza di una parte di siero o di uno stesso volume di acqua. Gli obiettivi erano la verifica della durata della fermentazione lattica operata in quel caso da una coltura selezionata di *L.*

---

<sup>173</sup> E' interessante notare come in Europa, area di origine del Cheddar, il West Farmhouse Cheddar PDO cheese preveda l'operazione di *cheddaring* come qualificante, mentre l'Orkney Scottish Islands Cheddar IGP preveda invece il metodo della *stirred curd* come operazione chiave. Come sostiene Edgar Gordon (2015) la pratica del *cheddaring*, oggi associata intuitivamente al nome Cheddar, è stata in realtà una tappa nel percorso di miglioramento e standardizzazione del Cheddar che ha avuto luogo nel XIX secolo. Prima dell'introduzione di questa "innovazione", la pratica precedente era quella molto più laboriosa della *stirred curd*. La meccanizzazione di questa tecnica ha quindi aperto la strada alla sua reintroduzione nei grandi caseifici. Il paradosso, conclude Gordon è che i sostenitori del *cheddaring* sono oggi gli innovatori, non i tradizionalisti.

*bulgaricus*, la composizione del formaggio e la resa di trasformazione. Tutte e tre le tecnologie hanno permesso di ottenere formaggi in regola con gli standard federali della Mozzarella a ridotto tenore di umidità e grasso, e i migliori risultati sono stati osservati per la cagliata mantenuta in agitazione in acqua, grazie alla maggiore rapidità e facilità di controllo della fermentazione lattica e alla resa più alta dovuta alla relativamente maggiore umidità del formaggio. Un limite evidenziato all'opzione che prevede l'uso della tecnica con acqua è tuttavia proprio la gestione di questa aliquota supplementare di acqua di processo che si configura come un refluo supplementare.

Anche in questo caso la tecnica non sembra trovare grandi riscontri in letteratura fin tanto che Barbano (1994) integra l'opzione *dry stirred curd* del processo di Nilson introducendo l'addizione di sale verso il termine della fermentazione, in questo caso operata da *S.thermophilus* e *L. bulgaricus*, eliminando così la fase di salagione in salamoia. Il nuovo metodo, oltre a confermare la possibilità di ottenere una Mozzarella low moisture in regola con gli standard federali, presenta il vantaggio di ridurre la durata del periodo di fermentazione da 170 min del metodo tradizionale a 114 min.

La complessità e la molteplicità dei modi di fare Mozzarella anche negli USA fa sì che, come anticipato all'inizio di questo paragrafo, la fase di acidificazione della cagliata avvenga anche mantenendo le pratiche di *cheddaring*, con la differenza che grazie alla diversità di starter con il Cheddar (termofilo vs mesofilo) la durata della fase di acidificazione che precede la filatura è più breve e spesso inferiore a 2,5 h (Kindstetd et al., 2010).

## La filatura della cagliata

La filatura della cagliata è, come anticipato, l'operazione chiave fondamentale di modificazione della struttura della cagliata che caratterizza la Mozzarella e tutta la famiglia dei formaggi a pasta filata, freschi o stagionati che siano.

La modificazione di struttura è il risultato dell'interazione tra energia termica e meccanica, per cui il calore determina la fusione della cagliata con relativa transizione da gel a sol<sup>174</sup>, mentre la trazione meccanica data dall'impastamento della cagliata causa il riorientamento della struttura sia a livello di macro che micro scala, con esiti anche molto diversi in funzione delle tecniche applicate.

La modifica di struttura è possibile perché la solubilizzazione sotto forma di calcio solubile di una parte rilevante del calcio fosfato colloidale associato alle micelle di caseina rende meno numerosi e forti i legami tra micelle e consente la loro riorganizzazione. Un eccesso di solubilizzazione porterebbe ad avere una cagliata fusa troppo fluida incapace di trattenere efficacemente il grasso e quindi una Mozzarella troppo poco elastica, mentre un difetto di solubilizzazione richiede un eccesso di energia meccanica che rischia di stressare la cagliata con perdite di grasso e di fare ottenere una Mozzarella troppo coriacea. I concetti restano gli stessi già espressi a fine 1800 e ben riassunti da Marracino (1948; 1959).

La filatura può essere fatta con acqua calda o bollente (o altri fluidi liquidi) che determinano anche uno scambio di materia con la cagliata oppure con tecniche che riducono significativamente fino ad annullare questo scambio, riassumibili nella definizione "a secco".

---

<sup>174</sup> Il valore di temperatura cui corrisponde la transizione di fase può essere predetto mediante misura reologica dei moduli elastico  $G'$  e viscoso  $G''$  della cagliata in condizioni di gradiente di temperatura. La temperatura alla quale i valori dei due moduli sono uguali e quindi il loro rapporto (fattore di perdita o  $\tan \delta$ ) è 1 corrisponde a quella di transizione gel-sol. Questa temperatura è in relazione con le caratteristiche della cagliata (Per approfondimenti, Kern et al., 2020). Empiricamente, come discusso, si faceva e fa la cosiddetta prova di filatura che permette non tanto di identificare la temperatura di filatura, ma l'idoneità di quella cagliata a filare in condizioni "standard": un pezzo di cagliata è sminuzzato e messo in un contenitore con acqua calda alla temperatura di utilizzo e quindi sottoposto a trazione con un bastoncino. Se sviluppa un filo lungo e resistente la cagliata è pronta.



La scelta della temperatura di filatura

Quale sia la tecnica prescelta, la cagliata per potere essere filata deve raggiungere valori di temperatura compresi generalmente tra 50 e 70°C, con i valori maggiori per la cagliata di bufala normalmente più ricca di solidi totali e i valori inferiori quando si vuole ridurre al minimo il rischio di perdite di grasso e la demineralizzazione della caseina è molto spinta.

La scelta della temperatura di filatura della cagliata dovrebbe considerare tuttavia anche altri aspetti oltre quello di consentire la modificazione di struttura con la perdita minima di grasso. Nello specifico dovrebbe essere valutato se la filatura deve avere un ruolo nel contribuire alla sicurezza microbiologica della Mozzarella inattivando batteri patogeni eventualmente presenti. Inoltre, quale sia stata la valutazione sul punto sicurezza, dovrebbe essere valutato il contributo della filatura alla stabilità della Mozzarella durante la successiva conservazione, in funzione del grado di inattivazione di microrganismi alterativi ed enzimi, da quelli del caglio a quelli microbici. A questo proposito deve anche essere considerato che più elevata è la temperatura, maggiore è la trasformazione del plasminogeno inattivo a plasmina, la forma attiva della proteasi costitutiva del latte, in quanto vengono inattivati gli inibitori della conversione.

Sotto questi punti di vista non è poi solo importante la temperatura massima raggiunta dalla cagliata filata, ma anche l'effettiva distribuzione del calore nello spazio e nel tempo, legata al modo di trasporto del calore, se per trasmissione da un fluido caldo o con altri principi, quali quelli legati all'uso di microonde o all'effetto Joule.

Nel primo caso la penetrazione del calore genera un gradiente di temperatura per cui la parte esterna del frammento di cagliata è da subito in equilibrio con la temperatura del fluido e quindi a maggiore rischio di fluidificazione del grasso e difficoltà di mantenerlo nel reticolo proteico<sup>175</sup>. Per velocizzare il raggiungimento di una situazione di equilibrio in cui si annulla tale gradiente, la cagliata demineralizzata prima di entrare in contatto con il fluido caldo è frammentata in pezzi sottili, con forma analoga

---

<sup>175</sup> La diminuzione della differenza di temperatura tra esterno e cuore della particella di cagliata evita o quanto meno riduce l'eccesso di riscaldamento localizzato prima che sia raggiunto l'equilibrio, che non solo è comunemente ritenuto responsabile di perdite significative di grasso ma, secondo recenti studi, anche di H<sub>2</sub>O a causa di una maggiore capacità di contrazione delle proteine (Feng et al., 2021).

a chips o a bastoncini. Un sistema di agitazione-miscelazione accelera quindi il contatto tra fluido caldo e cagliata.

Nel secondo caso, lo spessore della cagliata resta comunque fondamentale in quanto la capacità di penetrazione di microonde o radiofrequenze è limitata e quindi diventa fattore vincolante, mentre nel caso di utilizzo diretto del calore ceduto dall'energia elettrica, oltre all'uniformità delle capacità conduttive della cagliata il fattore limitante è dato dalle dimensioni della macchina o dalla potenza richiesta. In questi casi il riscaldamento è favorito dall'assenza di spazi vuoti tra un pezzo e l'altro e quindi può essere preferibili un nastro continuo di cagliata, che per essere ottenuto deve essere progettato in fase di acidificazione e spurgo del siero.

La filatura della cagliata di Mozzarella può essere considerata un'operazione con effetto equivalente alla pastorizzazione e, se sì, l'Autorità Sanitaria dello Stato di New York aveva avuto torto quando non la considerò tale? La risposta è complessa e soprattutto non univoca.

La filatura può avere un effetto equivalente alla pastorizzazione se è gestita per avere tale risultato e quindi le caratteristiche della cagliata sono tali da consentire di applicare un trattamento termico efficace a tale scopo. Questo in linea di principio è più probabile per le cagliate bufaline quando normalmente filate con acqua bollente e/o vapore a temperatura di 65-70°C con permanenza a tale temperatura per alcuni minuti<sup>176</sup>.

Se tuttavia, quali siano i motivi e possono essere tanti e diversi, le caratteristiche della cagliata richiedono una temperatura inferiore e/o tempi di contatto più corti, è evidente che l'effetto letale verso i microrganismi diminuisce fino talvolta a diventare trascurabile o nullo.

Nella logica di un sistema HACCP, la filatura, se non progettata e gestita come un punto critico di eliminazione del rischio microbiologico, può comunque essere considerata generalmente un punto di riduzione del rischio che quindi

---

<sup>176</sup>Le condizioni di temperatura e tempo equivalente vanno teoricamente riferite al punto più freddo della cagliata, che è tuttavia di difficile individuazione in una situazione di continua miscelazione e di particelle di cagliata potenzialmente con forma irregolare. Qualora si ricercasse quindi di ottenere tale effetto equivalente, sarebbe opportuno considerare il tempo a partire dal momento in cui si è raggiunto l'equilibrio, considerando quindi il contributo termico iniziale un *bonus* supplementare o comunque un eccesso non evitabile.

contribuisce alla sicurezza complessiva del processo fino a quel punto della trasformazione, ma non la determina in modo assoluto.

Nel caso della Mozzarella di vacca, la temperatura di filatura è normalmente inferiore, con valori indicativi di temperatura della cagliata attorno a 60°C, ma non poche volte anche inferiori, e quindi non è ipotizzabile un'equivalenza, come sostenuto correttamente nel 1950 a New York.

L'effetto letale inoltre, a parità di coppia temperatura/tempo, sarà inferiore per le cagliate ottenute per acidificazione diretta del latte a causa del loro pH generalmente meno acido.

Lo stesso discorso vale in linea di principio per l'inattivazione dell'aliquota di enzimi coagulanti residuati nella cagliata, ma è da ricordare che essendo gli enzimi coagulanti proteasi acide l'aliquota residua sarà relativamente più attiva nelle Mozzarelle più acide, ovvero in quelle ottenute per fermentazione o per addizione di acidi organici monocarbossilici (lattico, acetico).

La filatura invece, oltre alla già citata plasmina, non può inattivare le proteasi e lipasi termostabili eventualmente prodotte dai batteri psicrotrofi durante lo stoccaggio refrigerato del latte o la conservazione refrigerata della cagliata.

L'attività microbica ed enzimatica per quanto importante è tuttavia solamente uno dei fattori legati alla complessità dei fenomeni di conservazione della Mozzarella, soprattutto nella varietà ad alta umidità conservata in liquido di governo.

I modi della filatura: la filatura "umida" con acqua

L'energia richiesta per raggiungere la temperatura di filatura dipende dalla differenza tra questa e la temperatura della cagliata prima di essere filata che, come visto, può a sua volta dipendere da una pluralità di fattori, fra cui la durata della fase di spurgo del siero, la temperatura dell'ambiente in cui avviene, o nel caso di utilizzo di cagliate conservate, dalla temperatura di stoccaggio. In linea generale, considerando quindi situazioni relative a

Mozzarelle e caseifici diversi che filano cagliate fresche, tale differenza ( $\Delta T$ ) è nell'ordine di 20-35°C<sup>177</sup>.

Punto differente è invece quello alla variabilità del valore di  $\Delta T$  nel corso della stessa giornata di lavorazione per fare lo stesso tipo di Mozzarella. In questo caso il  $\Delta T$  dovrebbe essere il più possibile costante e la variabilità dipende dal grado di omogeneità della temperatura della cagliata pre-filatura. Poiché difficilmente la temperatura sarà perfettamente uguale nella massa, nella gestione dell'operazione di filatura dovrebbe essere considerata una fase preliminare funzionale a raggiungere una situazione di equilibrio termico alla massa di cagliata, prima di dare il via alle fasi di riscaldamento vero e proprio e trazione meccanica della cagliata fusa.

Nella tradizione più datata, l'energia termica era veicolata generalmente per cessione di calore sensibile da parte della scotta residua alla produzione della Ricotta. L'uso di acqua calda, anche bollente, è stato il seguito di questa tradizione e da almeno 70 anni tale uso è stato affiancato da quello di vapore condensante, in grado di cedere anche il suo calore latente. L'uso del vapore, in funzione delle modalità, può essere associata sia alle tecniche di filatura "umida" che "secca".

Il rapporto tra le masse di fluido caldo e cagliata necessario per fare raggiungere alla cagliata la temperatura prevista è determinato dal valore di  $\Delta T$  tra cagliata e fluido e dal contenuto termico del fluido usato, calore sensibile e se il caso anche latente. La previsione della massa di fluido necessaria deve tuttavia considerare anche il grado di isolamento termico del sistema in cui si ha lo scambio di calore. L'uso di vasche di legno nel caso di filatura manuale permetteva di dissipare meno il calore rispetto all'uso successivo dell'acciaio, per altro più facilmente lavabile.

La maggiore velocità di scambio termico dovuta alla riduzione di dimensioni della cagliata e all'agitazione riduce in linea di principio la dissipazione di calore, aumentando così l'efficienza dello scambio. Il limite alla riduzione di dimensioni della singola particella è dato dal duplice rischio di creare frammenti troppo piccoli che possano rimanere dispersi nel fluido anziché riunirsi alla massa fusa di cagliata che sarà oggetto di trazione meccanica e di cedere una quantità eccessiva di grasso. Il valore massimo di riduzione di dimensioni dipende a sua volta dalle caratteristiche strutturali di resistenza

---

<sup>177</sup> Si esclude da questa valutazione il caso della filatura di cagliate refrigerate o scongelate in cui il  $\Delta T$  è ovviamente superiore.

al taglio della cagliata, definite da composizione ( $H_2O$ , grasso e proteine, considerando non influente in questo caso la proteolisi) e temperatura (cagliate calde vs refrigerate), e dalla taglierina in uso, normalmente a lame rotanti orizzontali o verticali<sup>178</sup>.

L'efficienza dell'utilizzo dell'energia, nel caso dell'uso di acqua calda, dipende dall'applicazione o meno di sistemi di recupero dell'acqua calda residua alla filatura che ha ancora un importante contenuto termico, in quanto la sua temperatura sarà in equilibrio con quello della cagliata fusa.

Raggiunta, quale sia la condizione, la temperatura prescelta che consente la fusione della cagliata, grazie all'aggiunta della quantità idonea di fluido richiesta, inizia il lavoro meccanico vero e proprio di impastamento e trazione che determinerà la struttura finale della Mozzarella.

Il lavoro meccanico ha non solo la funzione di creare l'attesa struttura fibrosa anisotropa, ma anche quello di regolare la distribuzione della quantità di acqua assorbita nella massa della cagliata fusa.

La separazione tra fine del riscaldamento e inizio del lavoro meccanico è in realtà una semplificazione che non rispecchia in modo pieno la realtà. Nella filatura tradizionale manuale e meccanica in batch si ha un progressivo allontanamento dell'acqua in eccesso in funzione della formazione della massa fusa e dell'ottimizzazione di aspetto e struttura. E questa sequenza può essere replicata più volte qualora il responsabile dell'operazione abbia optato per frazionare in due o più aliquote la massa dell'acqua bollente da aggiungere.

Nella filatura in continuo, quali siano le macchine in uso, a braccia tuffanti, coclee o aspi, la separazione delle due fasi diventa più evidente, nel senso che nella sezione di impastamento della macchina in cui si ha la trazione meccanica non viene generalmente più aggiunta acqua calda, e si completa la separazione di quella in eccesso.

Il modo con cui è esercitata la trazione contribuisce a determinare la microstruttura della Mozzarella. La definizione classica del Codex Alimentarius per cui, come visto, si dice non a torto che la filatura trasforma una matrice disordinata in una matrice orientata con fibre disposte in

---

<sup>178</sup> Nel caso delle tecnologie *stirred curd* non c'è la riduzione di dimensioni dei blocchi di cagliata e quindi la filatura, normalmente in estrusori, è applicata direttamente ai granuli di cagliata originati dal taglio del coagulo.

parallelo descrive bene la realtà della filatura con coclee, come mostrato da microfotografie con microscopia laser confocale ed elettronica a scansione (Mc Mahon et al., 1999). La filatura manuale o con macchine a braccia tuffanti crea invece anche un “diverso” ordine costituito da un intreccio di fili, come mostra la microscopia a scansione, coerentemente con la definizione di pasta “filata” (Addeo et al., 1996).

I sistemi manuali e le macchine a braccia tuffanti (a singola, doppia e talvolta tripla sezione) sono generalmente usati per Mozzarelle ad elevata umidità, mentre i sistemi a coclea (piani o a doppia sezione, la prima piana e la seconda inclinata) per prodotti meno umidi. Questa “vecchia” regola trova tuttavia non poche eccezioni, come tutte le regole, in quanto è possibile ottenere Mozzarelle ad elevata umidità anche con filatrici a coclee, gestendo opportunamente la velocità di ognuna delle due coclee e la direzione di rotazione, in modo da gestire sia l’avanzamento della pasta filata ma allo stesso tempo modulando nel modo desiderato la forza della trazione.

#### *Lo scambio di materia durante la filatura “umida”*

La quantità di acqua calda, i modi, la durata e l’intensità dell’operazione di trazione meccanica integrano l’influenza della temperatura sullo scambio di materia tra cagliata e fluido di filatura, modificando la composizione della Mozzarella rispetto a quella della cagliata e incidendo sulla resa finale di trasformazione del latte in formaggio. Parte della frazione solubile e del grasso della cagliata si diluiscono nel fluido caldo, mentre a sua volta un’aliquota di acqua (o meglio del fluido di filatura che si genera durante l’operazione) può essere assorbita e trattenuta dalla cagliata sia sotto forma di microgocce<sup>179</sup>, sia in modo coordinato a caseina e grasso.

La rilevanza quantitativa dello scambio, a parità di rapporto tra le masse di cagliata e acqua di filatura, dipende anche dalle condizioni con cui le due masse sono poste a contatto, aggiungendo tutta l’acqua in una volta solo o frazionando l’aggiunta sostituendo la quota di fluido “esausta”, oltre che dal

---

<sup>179</sup> La misurazione della quantità di acqua presente in forma di microgocce, o comunque mobile, è eseguibile mediante la determinazione del siero esprimibile, ovvero la quantità di siero espressa da un’aliquota di Mozzarella sottoposta a condizioni standard di centrifugazione o di pressione. Il rapporto tra il siero espresso e il contenuto totale di acqua nel campione rappresenta il siero esprimibile (Guo et al., 1995).

modo con cui è stata esercitata la trazione e dalla durata di questa operazione.

Il bilancio di massa di questo scambio di materia può essere sia positivo che negativo, ovvero la massa di Mozzarella può risultare sia maggiore che minore della corrispondente massa di cagliata da filare. Il risultato è funzione di quali obiettivi siano ritenuti prevalenti (specifiche caratteristiche del formaggio e resa) e quindi dove è posto il punto di equilibrio.

Per ragionare su questi aspetti occorre tuttavia entrare un po' più nel dettaglio degli scambi di materia e quindi nel modo più opportuno di gestirli. Il riferimento di base è al funzionamento dell'operazione unitaria di estrazione con solvente.

La cagliata a contatto con l'acqua cede al fluido di filatura caldo componenti solubili (lattosio, galattosio, acido lattico, acido citrico, composti azotati a basso peso molecolare, minerali fra cui calcio e fosforo), composti volatili (sia molecole ad impatto odoroso apportate dal sieroinnesto o dal lattoinnesto, che formate come prodotti secondari della fermentazione lattica o da altre attività metaboliche del microbiota del latte) e grasso, in funzione della temperatura, dell'energia meccanica applicata e del tempo di contatto.

Il massimo grado di scambio, a parità di temperatura, energia meccanica e durata di contatto, si ha quando si usa una massa importante di acqua "nuova" o "a perdere" in rapporto di 3-4 parti di acqua per una di cagliata, frazionandone l'addizione. In questo modo è infatti massimizzata la capacità di estrazione dell'acqua che agisce come un solvente. Il minimo grado di scambio, quando si fila con acqua, si ha riutilizzando la medesima acqua usata per filare la prima aliquota di cagliata, nella proporzione minima richiesta e aggiunta in una volta sola.

La tecnica di filatura con acqua riciclata era ed è ancora oggi la seguente: l'acqua residuale alla filatura della prima porzione di cagliata (la prima *cotta*) anziché essere considerata un refluo e avviata alla depurazione, viene riutilizzata per la seconda *cotta* e così via per tutto il giorno. L'arricchimento progressivo con componenti solubili estratti dalla cagliata e grasso crea dopo la filatura di poche *cotte* un fluido che ha una composizione di fatto in equilibrio con la frazione sierosa della cagliata e quindi si annulla la capacità di estrazione. Diminuendo il differenziale di contenuto di grasso tra fluido e cagliata tende a diminuire anche la cessione di grasso dalla cagliata fusa al fluido.

Questa tecnica di filatura consente anche un certo risparmio energetico, in quanto anziché dovere riscaldare acqua di pozzo da 10-15°C a 85-95°C, poiché l'acqua di filatura in uscita dalla filatrice ha una temperatura in equilibrio con quella della cagliata fusa (50-70°C) il salto termico necessario per ripristinare la temperatura del fluido di filatura è decisamente inferiore. Un effetto potenzialmente negativo dell'uso continuato di questo fluido, protratto a volte nel passato anche per più giorni, è la veicolazione nel formaggio di molecole con impatto odoroso negativo derivanti dall'ossidazione del grasso e da incipienti fermentazioni, più probabili quando la durata di utilizzo era protratta per più giorni. In questo caso il raffreddamento spontaneo del fluido quando non in uso riduce non solo il risparmio energetico ma può consentirne una fermentazione non controllata.

Il riutilizzo dell'acqua di filatura è quindi fatto positivo per le caratteristiche sensoriali della Mozzarella oppure no? Dipende dal gusto che si vuole abbia la Mozzarella, in quanto molti dei componenti estratti, se non tutti, contribuiscono alla percezione delle proprietà sensoriali della Mozzarella e quindi la filatura dovrebbe essere gestita anche sulla base di quali siano le caratteristiche sensoriali attese per il formaggio. Se si ricerca la prevalenza di prodotti secondari della fermentazione lattica e note acide meglio l'uso di acqua riciclata, magari non troppo a lungo, che ha meno capacità di estrazione. Se al contrario si preferisce un gusto più neutro e meno complesso della Mozzarella, meglio usare acqua nuova con maggiore potere di estrazione.

#### *La salagione della Mozzarella durante la filatura della cagliata*

L'opzione della salagione durante la filatura per addizione di salamoia o sale è un'operazione che è stata introdotta nella pratica industriale in Italia (Balducci, 1974) quantomeno già all'inizio degli anni 70 del secolo scorso, avendo il vantaggio primario di eliminare una fase del processo, semplificandolo e riducendo i tempi complessivi di trasformazione, e quello secondario ma non trascurabile che l'operazione di salagione tradizionale comporta un rischio superiore di post-contaminazione microbica. Negli Stati Uniti la pratica di aggiungere sale secco durante la filatura è considerata nel 1984 come recente innovazione rispetto alla salagione per immersione in salamoia (Mongiello, 1984), anche se è del 1978 il brevetto depositato in USA



dall'australiano Siecker (1980) che rivendica il metodo di aggiungere sale secco alla cagliata subito dopo la sua macinazione<sup>180</sup>.

La salagione in filatura (o di una cagliata macinata salata immediatamente prima della filatura) deve confrontarsi con il fatto che il sale, una volta assorbito, si sostituisce in parte al calcio ancora associato alla caseina e quindi, contribuendo alla demineralizzazione, influenza il comportamento della cagliata durante la filatura. Questo significa che si apre un ventaglio di scelte: si può acidificare meno la cagliata (o il latte in caso di acidificazione diretta) oppure si possono cambiare le condizioni di temperatura e tempo di filatura, apportando meno energia in quanto la cagliata in presenza di sale si comporta come una cagliata più *matura*.

La quantità di sale aggiunta è decisiva per decidere come modificare le caratteristiche della cagliata e/o le condizioni di filatura, ma anche per capire come la presenza di NaCl influenzerà gli scambi di materia, ovvero se come nella salagione tradizionale determinerà un calo peso per perdita di acqua o se invece, limitandone la quantità aggiunta, potrà contribuire all'idratazione della caseina (Locci et al., 2012) e quindi a ottenere una massa di Mozzarella superiore a quella della cagliata.

Locci et al. (2012) hanno verificato che l'uso di una salamoia leggera con il 2,8% di NaCl come fluido di filatura permette di ottenere tale risultato con una Mozzarella sufficientemente salata (0,6%), almeno per il gusto italiano.

I modi in cui aggiungere la quantità di sale necessaria sono tuttavia molteplici in quanto si devono confrontare con una serie di problemi collaterali legati al controllo di processo, alla qualità della Mozzarella e alla gestione dei reflui.

Le domande cui rispondere sono circa l'uso di sale secco o di salamoie (in questo caso, con quale concentrazione di NaCl?) e in che fase della filatura in continuo aggiungere il sale, a sua volta legata ai modi di gestione dell'acqua durante la filatura.

---

<sup>180</sup> Il brevetto afferma la necessità di attendere qualche minuto per permettere al sale di essere assorbito dalla cagliata e quindi non andare perduto nell'acqua di filatura durante l'operazione successiva. In questa fase si ha quindi la sostituzione del calcio colloidale con il sodio. Concettualmente analoga appare tecnologia definita *stirred curd no brine procedure*, secondo la quale il sale secco è aggiunto a fine fermentazione quando i granuli di cagliata sono ancora in agitazione, quindi prima dell'ingresso nella linea di filatura (Barbano et al., 1994).

Nel caso di uso di acqua “a perdere” il controllo della quantità di sale presente nel fluido è relativamente semplice e facilmente automatizzabile mediante l’uso di sonde di conducibilità elettrica. Se le condizioni di filatura sono standard, anche la quantità di NaCl assorbita sarà quella attesa. Con tale approccio si ha tuttavia un consumo di sale più elevato, in quanto la gran parte del sale rimane dell’acqua di filatura esausta e questo appesantisce la gestione dei reflui. La salatura dell’acqua di filatura riciclata riduce ovviamente i consumi di sale, ma in questo caso il controllo della quantità di sale presente nel fluido diventa più complesso, in quanto le misure di conducibilità elettrica sono influenzate dalla presenza di altre specie elettricamente cariche, quali acidi organici e minerali ceduti dalla cagliata.

L’addizione di sale secco nella sezione di filatura senz’acqua (coclee inclinate o braccia tuffanti) concettualmente è di più facile controllo in quanto si presenta come una operazione di semplice miscelazione senza separazione di parti fluide, ma la ridotta velocità di distribuzione del sale nei tempi rapidi della filatura in continuo può rischiare di danneggiare localmente la struttura della Mozzarella.

La filatura “a secco” con vapore

Negli USA e in Argentina la filatura della cagliata con vapore è tecnica consolidata che risale almeno agli anni 1950. La filatura di cagliate refrigerate, come era necessario nel momento in cui luoghi e tempi di produzione della cagliata erano diversi da quelli di filatura e vendita, richiedeva infatti una quantità superiore di energia per raggiungere la temperatura desiderata a causa del  $\Delta T$  più elevato (circa 50-55°C) per il quale sarebbe stato richiesto l’uso di masse importanti di acqua bollente, tempi più lunghi e rischio di maggiori perdite di grasso. Il maggiore contenuto termico del vapore condensante era una scelta funzionale per superare l’ostacolo. La tecnologia era inoltre già disponibile in quanto già applicata ai formaggi fusi, ma in linea di principio adattabile alle paste filate, come suggerisce ad esempio la macchina brevettata da Wheeler et al. (1925) con la quale era possibile fondere formaggi in batch introducendoli sminuzzati in un sistema a coclee nel quale era iniettato vapore attraverso ugelli.

La filatura con vapore condensante, in inglese *steam*, rappresenta in un certo senso l’ottimizzazione della filatura con acqua riciclata. L’uso del vapore può in linea di principio rendere possibile la filatura azzerando gli scambi di

materia nella misura in cui la cagliata filata riesce ad assorbire tutta la condensa generata dal vapore aggiunto. Anzi, questa tecnologia può rispondere in modo ottimale all'esigenza di una regolazione fine del contenuto di umidità della Mozzarella. Nota e standardizzata l'umidità della cagliata, la massa di vapore condensante è stimabile sulla base della temperatura obiettivo da raggiungere, sempre al netto delle dispersioni di calore, e l'umidità finale della Mozzarella può essere gestita aggiungendo, qualora serva, la massa di acqua necessaria per raggiungere il valore finale atteso.

L'introduzione massiva della tecnica di filatura con vapore per la produzione di Mozzarelle (sia vacca che bufala) in Italia a livello industriale risale alla fine della prima decade del 2000.

Tale tecnologia è stata talvolta criticata in Italia affermando che la Mozzarella che si ottiene avrebbe caratteristiche compositive diverse da quelle tradizionali ottenute filando con acqua. In che misura questa critica è reale?

Per rispondere può essere utile tornare un po' indietro e verificare le condizioni al contorno. Qualora si fili a vapore un'aliquota di uno stesso blocco di cagliata e altre due aliquote siano filate con acqua "a perdere" e "riciclata", è certo che si otterranno tre Mozzarelle con caratteristiche diverse per l'inevitabile diversità degli scambi di materia. La critica quindi non solo suona come reale, conferma un'evidenza. In questo caso, il casaro "accorto" filando con vapore potrà anche ottenere un aumento di resa complessiva di trasformazione in quanto farà assorbire alla cagliata la quantità desiderata (e possibile) di umidità sotto forma di condensa senza perdere grasso e sostanze solubili.

Il casaro "accorto" tuttavia, anche se talvolta in modo solo empirico, sa bene che se decide di cambiare un'operazione all'interno del processo produttivo deve anche adeguare altre fasi, qualora accetti la condizione di non volere modificare le caratteristiche del formaggio. Un esempio. Posto che il casaro "accorto", abbia trovato le condizioni di filatura con vapore idonee per azzerare la cessione di componenti della cagliata, ne consegue in linea di principio che la Mozzarella potrà essere più ricca di grasso, zucchero (lattosio nel caso dell'acidificazione diretta oppure lattosio e galattosio nel caso della cagliata per fermentazione lattica) e acidi organici rispetto ad una filata con acqua. L'aver evitato di perdere grasso nel fluido di filatura può avere tuttavia due conseguenze, ottenere una stessa quantità di Mozzarella ma più

grassa, oppure una maggiore quantità di Mozzarella con lo stesso tenore di grasso, se oltre al vapore aggiunge anche acqua alla cagliata da filare. Il contenuto in zuccheri e acidi organici sarà comunque diverso, se non intervengono altri cambiamenti di processo.

Un secondo esempio, a tale scopo. Il maggiore tenore di zuccheri di una Mozzarella filata a vapore può causare un problema di maggiore imbrunimento della Mozzarella quando usata come condimento della Pizza. Tale problema appare irrisolvibile, mantenendo costanti le condizioni di cottura della Pizza. Per evitare questo maggiore contenuto di zucchero, il casaro “accorto” sa che potrebbe essere sufficiente impiegare una fase di lavaggio della cagliata con acqua, pratica comune nella produzione dei formaggi a “pasta lavata”, e aumentare lo spurgo del siero<sup>181</sup>. La soluzione tecnica per essere valida dovrà presentare vantaggi superiori ai potenziali problemi aggiunti, rappresentati dall’adeguamento degli impianti per potere lavare la cagliata e dalla gestione di una quantità supplementare di acque reflue che a sua volta si bilancia con l’assenza di acqua di filatura residua.

Il lavaggio della cagliata è solo un esempio che evidenzia come si possano applicare soluzioni mettendo in rapporto tra loro tecniche e conoscenze già esistenti, senza fossilizzarsi su schemi predeterminati.

Questo è quello che hanno fatto gli emigranti italiani negli USA trovandosi a dovere filare una cagliata più fredda rispetto a quella cui erano abituati quando filavano in Italia la cagliata rimasta a temperatura ambiente anche per una notte. Hanno sfruttato il diverso contesto tecnologico *pro domo* loro, sostituendo l’acqua di filatura con il vapore.

Non solo, più tardi è stato compreso come la filatura con vapore consenta una gestione più facilmente controllabile della quantità di sale aggiunta, sia rispetto alla tecnica tradizionale di salagione in salamoia della Mozzarella, ma anche a quella dell’addizione di sale al fluido di filatura.

La filatura a vapore con le filatrici contemporanee infine può consentire un notevole risparmio energetico rispetto a quella con acqua “a perdere”, si dichiara fino al 30%, non fosse altro perché disperde nell’ambiente meno

---

<sup>181</sup>Tale ipotesi è già per altro stata descritta nel brevetto di Kielsmeier (1970) proprio per risolvere il problema dell’imbrunimento della Mozzarella durante la cottura in forno. Inoltre lo standard USA della Mozzarella (CFR 133.155) prevede espressamente la possibilità del lavaggio della cagliata, a testimonianza di una pratica diffusa da tempo.

calore non scaricando acqua a temperatura in equilibrio con quella della Mozzarella (50-70°C) o scaricando comunque una minima quantità di condense.

Il bilancio diventa più complesso nel caso di confronto con filatura con acqua riciclata.

Quale sia la tecnica di filatura impiegata, con acqua o vapore, la sua gestione è in relazione con le caratteristiche attese per il formaggio. Mentre per la Mozzarella a elevata umidità spesso si desidera un formaggio che rilasci sierosità al taglio e quindi a tale scopo serve anche inglobare acqua sotto forma di microgocce, nel caso del formaggio per Pizza, con un minore contenuto di acqua (45-52% a fronte di 55-68%) un rilascio di sierosità sarebbe un difetto e quindi la filatura non ha la necessità di assolvere al ruolo di fare inglobare acqua alla cagliata, ma ne deve solo regolare il contenuto totale.

Tecnologie alternative di filatura “a secco”: microonde e altro

La filatura con vapore è allo stato dell'arte la tecnologia potenzialmente più performante per massimizzare il recupero dei componenti del latte nei formaggi a pasta filata, ma non è la sola tentata. Periodicamente a partire dagli anni 1970 è proposto l'utilizzo di microonde come mezzo per ottenere una filatura senza perdita di componenti della cagliata nel fluido di filatura e con un riscaldamento più veloce e omogeneo della cagliata grazie al diverso principio di riscaldamento dovuto all'oscillazione di molecole con proprietà dielettriche, quali l'acqua e i sali minerali, rispetto al classico scambio di calore per conduzione e/o convezione.

L'applicazione di energia elettromagnetica al formaggio non appare essere ancora pratica diffusa, ma ha suscitato interesse già nel 1949 per verificare la possibilità di pastorizzare il Cheddar (Kosikowsky et al., 1949) o più recentemente per il trattamento superficiale di formaggio Cottage (Herve et al., 1998). Mentre il rischio di fusione dovuto a un eccesso di riscaldamento superficiale nel caso di questi due formaggi può rappresentare un limite severo all'applicazione, indipendentemente dalla disponibilità di impianti su scala industriale, nel caso delle paste filate la fusione è la prima delle due fasi della filatura e quindi rappresenta un obiettivo. La capacità di penetrazione della radiazione elettromagnetica è in relazione inversa alla sua frequenza e

visto il campo delle frequenze disponibili una delle condizioni di processo necessarie per avere un riscaldamento omogeneo è uno spessore limitato della massa da trattare.

Bottazzi (1974), riferendosi a non precisati studi americani, ha affermato che è possibile portare a 70°C un pezzo di cagliata alto 8 cm in 45 sec. Lo stesso Bottazzi riprende poi l'argomento del riscaldamento di cagliate per Provolone (40% umidità) (Bottazzi et al., 1976) evidenziando una perdita di umidità fino a 2,3% in funzione dell'aumentare della temperatura da 52 a 81°C, determinata probabilmente dall'aver operato in sistema aperto statico senza rimescolamento della cagliata. Segnala invece l'assenza di perdite di grasso, anche se sono ipotizzabili fenomeni di *oiling off* a temperatura maggiore di 60°C, soprattutto in assenza di miscelazione.

L'azienda M.M. Muzzarelli di Modena (1976) ha pubblicizzato sulla stampa specializzata un forno tunnel a microonde utilizzabile per cagliate di Mozzarella ad elevata umidità, cagliate congelate e cagliate di Provolone, senza tuttavia fare capire se si trattava di ipotesi, prototipi o disponibilità reale di impianti costruibili su ordinazione.

Sam Cadeddu (1983), manager della canadese Atwood Cheese Co, ha sostenuto al Biennial Marschall Seminar del 1981 la fattibilità del processo a microonde in continuo, in base al quale la cagliata fusa alla temperatura di 78,8°C nonostante un aspetto caratterizzato "*da cavità sparse su tutta la superficie*", non mostra perdite rilevanti di grasso e assumerà la tipica struttura di pasta filata grazie all'azione delle coclee che la spingono nel sistema di formatura.

Più recentemente gli indiani Kishor et al. (2015) scrivono di una filatura a microonde a 40°C per 5-10 min, in un processo discontinuo di laboratorio, evidenziando una maggiore e più uniforme resa di trasformazione rispetto alla filatura con acqua.

Sempre nello stesso periodo, per conto di Johnson Industries International (Wisconsin, USA) azienda impiantistica leader del settore paste filate poi acquisita da Tetra Laval Holding and Finance, Nelles et al. (2014) brevettano un sistema per la produzione in continuo di paste filate a ridotto tenore di umidità usando microonde. Il brevetto affronta il tema di come gestire le potenziali differenze di velocità di riscaldamento esistenti in un sistema a microonde dovute alla non perfetta omogeneità di composizione, spessore e alla forma, scegliendo un sistema tubolare in cui il riscaldamento è

disaccoppiato dall'effetto di modificazione di struttura che sarà dato dall'estrusione, come era già stato anticipato da Cadeddu.

Una possibile differente applicazione di filatura "a secco" è infine quella realizzata in laboratorio da Patel et al. (2020) in collaborazione con ricercatori del Dairy College dell'Università di Anand in India, il cuore lattiero caseario del Paese, basata sul riscaldamento della cagliata per induzione. I vantaggi conclamati sono sempre quelli, maggiore resa grazie al maggiore recupero di solidi.

Altre ipotesi di trattamenti di fusione "a secco" sono legate oltre alle microonde anche al riscaldamento ohmico, secondo quanto indicato nel brevetto di Giovbattista Inversini (1999), all'epoca direttore di stabilimento Galbani, per una linea completa di Mozzarella e in quello di Furling (2004) per conto di Bel Fromageries. Quest'ultimo con un sistema ohmico semicontinuo prevede di pastorizzare prima del confezionamento formaggi che frammentati fondono diventando viscosi a caldo, ovvero descrive senza citarlo un aspetto del processo di fusione della cagliata destinata a diventare Mozzarella.

Quanto queste tecnologie potranno diventare di comune impiego se non di elezione in sostituzione e/o a integrazione del trattamento con fluidi caldi, vapore incluso, è di difficile previsione visto il loro uso ancora molto limitato nella pratica corrente, ma il tema è anche di interesse industriale. D'altra parte la storia dei tentativi di applicare direttamente l'elettricità senza usare fluidi come vettori di calore incomincia quasi cento anni fa, come testimonia l'idea di usare forme non specificate di riscaldamento elettrico per ottenere una emulsione di formaggi e la loro pastorizzazione (Parson et al., 1927).

Infine, sempre nell'ambito della filatura "a secco", è da segnalare il brevetto di Nelles et al. (2019), assegnato a Tetra Laval Holding & Finance S.A., relativo a un sistema di filatura a coclea per riscaldamento indiretto della cagliata, grazie alla circolazione di fluidi caldi, anche con differente temperatura, sia nella camicia dell'estrusore che nel sistema a coclea che caratterizzano la macchina.

In coda a questa carrellata, resta tuttavia da ricordare che la gran parte di questi studi e/o ipotesi fanno riferimento a Mozzarelle a ridotta umidità, una varietà di Mozzarella nella quale la distribuzione delle forme dell'acqua è decisamente meno complessa.

Le macchine per la filatura

La meccanizzazione dell'operazione di filatura risale alla seconda metà del 1900, con modi e indirizzi inizialmente diversi in funzione principalmente del contenuto di umidità previsto per la Mozzarella e della capacità produttiva oraria attesa.

Accettando l'imperfezione della semplificazione, si può affermare che le Mozzarelle a ridotta umidità sono prevalentemente ottenute con filatrici a doppia coclea, sviluppando le tecnologie USA, mentre quelle a elevata umidità con filatrici a braccia tuffanti, secondo l'impostazione italiana. Il contenuto assoluto di umidità tuttavia non è criterio assoluto, in quanto come detto diventa rilevante lo stato dell'acqua nella Mozzarella, ovvero la scelta relativa al fatto che la Mozzarella debba contenere parte più o meno rilevante della sua umidità in forma di micro-gocce trattenute nella struttura, ma pronte ad essere separate al momento del taglio e quindi della masticazione, rilasciando quella tipica sierosità che può rendere unica parte di questa varietà di formaggi<sup>182</sup>. In questo caso, la diversa trazione esercitata dal movimento delle braccia tuffanti rispetto al movimento delle due coclee, per quanto si cerchi di differenziarne la velocità reciproca, favorisce l'inglobamento di fluido di filatura e il suo mantenimento nella Mozzarella in forma di gocce, che resteranno tali per un periodo di tempo più o meno lungo prima di essere assorbite dalla caseina, causando un'ulteriore modifica strutturale del formaggio durante il periodo di conservazione.

Oltre alla differenza in termini di realizzazione della trazione, le macchine sono concepite in modo differente in funzione del funzionamento in batch o in continuo. Nel primo caso l'aggiunta del fluido di filatura e l'azione di impastamento sono di fatto contemporanee e protratte fino al raggiungimento della struttura desiderata per la massa di cagliata fusa, scaricando l'acqua di filatura (e se il caso la condensa) in eccesso. La

---

<sup>182</sup>Confrontando una Mozzarella con una Crescenza di composizione chimica analoga risulta evidente come la Crescenza non rilasci sierosità alla masticazione. Non tutte le Mozzarelle rilasciano sierosità, non per incapacità del casaro a conferire questa proprietà, ma perché proprio per le modificazioni degli equilibri delle forme dell'acqua durante la conservazione, può essere preferibile produrre la Mozzarella senza questa caratteristica, anche a scapito di qualche punto percentuale di umidità totale, in modo da potere avere una shelf life più prolungata.



produttività oraria è quindi determinata dal prodotto della massa di cagliata filata nel singolo ciclo per la sua durata<sup>183</sup>.

Nel caso di funzionamento in continuo, le macchine sono concepite per separare fisicamente la fase iniziale di miscelazione dei chips o bastoncini di cagliata con il fluido di filatura, talvolta definita anche come sezione di “macero”, che avviene generalmente grazie al movimento di due coclee controrotanti, da quella in cui la cagliata, spesso senza ulteriore aggiunta di fluidi, viene sottoposta a trazione meccanica grazie al movimento di altre due coclee, spesso inclinate per favorire il drenaggio del fluido residuo in eccesso o di una o più coppie di braccia tuffanti, organizzate in sequenza e alimentate da coclee.

La lunghezza delle coclee e, nell'altro caso, il numero di sezioni a braccia tuffanti<sup>184</sup> sono in relazione con il doppio scopo di garantire la struttura richiesta del formaggio e la produttività oraria della linea di filatura.

E' interessante osservare come l'origine italiana della Mozzarella abbia contribuito a fare sviluppare in Italia un'industria meccanica legata allo sviluppo di macchine per la filatura delle cagliate, che per la sua specializzazione è diventata nel tempo oggetto di interesse con acquisizioni e/o accordi di distribuzione da parte di gruppi internazionali della meccanica alimentare.

All'inizio degli anni 1970, come ricorda la relazione di Balducci (1974) al già citato 11<sup>th</sup> Marschall Seminar in USA ove era stato invitato a presentare lo stato dell'arte italiano, l'azienda di Mario Sordi a Lodi iniziò a sviluppare impianti continui per Mozzarella (coclee per Mozzarelle a ridotta umidità, circa 48-54% allora indicate per il mercato del Nord Italia, braccia tuffanti per Mozzarelle a elevata umidità, circa 65-67% per il mercato del Sud Italia). Stefano Tomatis, fondatore agli inizi degli anni 1970 di CMT (Peveragno, Cuneo) incorporata nel 2015 dalla multinazionale GEA, sviluppò il settore delle macchine per le paste filate e nel 1978 brevettò un suo sistema di filatura in continuo con braccia tuffanti.

---

<sup>183</sup>Se la macchina può filare ad esempio 100 kg di cagliata in 10 min, questo significa che potranno essere filati fino a 600 kg all'ora.

<sup>184</sup>Considerando necessario un tempo dato di azione delle braccia tuffanti, la soluzione adottata è quella di aumentare il loro numero (anche fino a 3) per fare fronte alla richiesta di una elevata capacità di filatura che può arrivare anche a 6-8 tonn/ora.

Le aziende italiane del settore, tutte rivolte anche all'esportazione, sono numerose. Può essere interessante notare come tale industria meccanica si sia sviluppata maggiormente nel Nord Italia, grazie anche alla industrializzazione della produzione delle paste filate fresche. Oltre alle già citate Sordi e CMT, senza pretese di completezza, si può ricordare il polo emiliano nato circa 40-45 anni fa, in cui agiscono DIMA di Modena, dal 2010 distribuita nel mondo da TetraPak, Almac, MilkyLab e Marotta Evolution specializzata in impianti per Burrata, e Ugo Roversi a Mantova. In Meridione si possono invece citare Comat Dairy Equipment e Tecnolat nel Salernitano, focalizzate a mettere a punto macchine maggiormente finalizzate al contesto locale ove un ruolo chiave è svolto ancora dalla trasformazione del latte di bufala, o Inoxarte a Putignano in Puglia.

## La formatura della Mozzarella

La fase immediatamente successiva alla filatura è la formatura della Mozzarella. L'operazione storica, ancora attuale nel caso dell'operazione manuale e da cui il nome del formaggio, è quella di "mozzare" una parte della massa di cagliata appena filata e calda porgendola ad altri addetti che provvedono a plasmare il pezzo nella sua forma finale, che sarà consolidata dal successivo rassodamento dato dal raffreddamento generalmente in acqua.

La produzione industriale e gran parte anche di quella artigianale non sono più compatibili con il costo del lavoro e la variabilità associati alla manualità di questa operazione che è stata quindi meccanizzata, con il vantaggio aggiuntivo di potere ottenere porzioni di peso iniziale riproducibile, funzionali a loro volta anche alla meccanizzazione del confezionamento per la vendita a peso predeterminato. La cagliata fusa e filata, spinta da coclee, fluisce dal sistema di filatura, quale esso sia, alla macchina formatrice<sup>185</sup>.

A testimonianza di come il doversi collocare in una situazione diversa aiuta a trasformare e attualizzare i concetti tradizionali è il fatto che persone il cui cognome è di chiara origine italiana sono tra gli inventori dei primi sistemi di formatura meccanizzata o meccanizzabile delle Mozzarelle. Una delle prime macchine formatrici per Mozzarella a forma sferica e peso predeterminato fu infatti brevettata negli USA da Angelo Mongiello (1957), a breve distanza di tempo dal brevetto di Virgil Comparette (1955) che aveva a sua volta proposto un sistema per estrarre Mozzarelle a forma sferica. Rocco Russo (1956) nello stesso periodo aveva invece brevettato un sistema di formatura della Mozzarella in blocchi prismatici.

L'esigenza di ottenere formati in modo meccanizzato risponde, soprattutto per la tipologia a ridotta umidità, anche a finalità di igiene in quanto il metodo di formatura per estrusione seguita da confezionamento a caldo in

---

<sup>185</sup> I rulli di formatura sono cilindri che presentano sulla loro superficie una serie di incavi della forma e volume desiderati che mentre ruotano su stessi ricevono la cagliata fusa: al completamento della rotazione, grazie all'iniziale raffreddamento dato da getti d'acqua e all'azione della gravità la Mozzarella si stacca dal rullo e cade in una vasca con acqua fresca per il rassodamento. Le giostre di formatura sono costituite da una serie circolare di stampi, raffreddati dall'esterno, che ricevono la cagliata fusa e filata e quindi una volta riempiti con la quantità prevista, scaricano la Mozzarella nel sistema di rassodamento. In alcuni casi la formatura può avvenire anche per estrusione.

film plastico evita il contatto sia con l'operatore ma anche con l'acqua di raffreddamento, prevenendo i problemi di gestione della qualità microbiologica dell'acqua.

L'accuratezza del peso delle singole Mozzarelle, quando vendute a peso fisso predeterminato, è fondamentale per evitare accuse di frode qualora il peso risulti inferiore a quello dichiarato, con le tolleranze previste dalle normative<sup>186</sup>, ma anche per gestire convenientemente la concorrenza evitando di dovere concedere eccessi di sovrappeso che richiedono o un prezzo di vendita superiore o una riduzione dei margini di guadagno.

La variabilità del peso, stante il corretto funzionamento delle macchine, visto che il volume è prestabilito dalla forma della cavità dipende in prima battuta dalle caratteristiche di densità<sup>187</sup> della Mozzarella appena filata e quindi dalla riproducibilità e omogeneità della sua composizione chimica e della temperatura in uscita dalla filatrice. In seconda battuta, dipende dalla regolarità delle condizioni di rassodamento e raffreddamento in acqua con i relativi scambi di materia e nel caso delle Mozzarelle conservate in liquido di governo dipenderà anche dagli scambi di materia con quest'ultimo<sup>188</sup>.

Forme, dimensioni e masse delle Mozzarelle sono estremamente variabili, orientativamente da pochi grammi, le cosiddette *ciliepine*, a formati anche di 3-5 kg, i cosiddetti *treccioni*, nel caso delle varietà a elevata umidità. Le Mozzarelle a ridotta umidità, spesso di forma a parallelepipedo o cilindrica, possono avere anche pesi molto superiori, in funzione del tipo di commercializzazione, che può essere a blocco intero o a fette piuttosto che a cubetti. In questi ultimi casi, forma e dimensione del blocco di Mozzarella

---

<sup>186</sup> In Italia si veda la Legge 690/1978 che ha recepito la Direttiva CEE 76/211 (GURI 316 in data 11/11/1978)

<sup>187</sup> La densità di un alimento e quindi anche della Mozzarella oltre che dalla composizione chimica dipende anche dalla porosità, ovvero dalla presenza di spazi vuoti nel prodotto. La densità misurata è infatti quella apparente che considera anche il volume dell'aria (e/o altri gas) presente nell'alimento ed è inferiore o uguale a quella legata alla composizione chimica, che permette di predire appunto il valore di densità (Iezzi et al., 2012)

<sup>188</sup> Come discusso in linea generale le Mozzarelle di vacca tendono a perdere peso durante la conservazione prolungata in liquido di governo e quindi il peso iniziale deve considerare questo fenomeno di calo-peso. Al contrario le Mozzarelle di bufala tendono ad acquistare peso assorbendo acqua dal liquido di governo, e quindi nel caso della Mozzarella di Bufala Campana DOP deve essere considerato il limite di umidità massima del 65% stabilito dal disciplinare.

sono determinati dalle caratteristiche delle macchine di taglio, cubettatrici o affettatrici, onde ridurre al minimo la quantità di sfridi.

Il rassodamento della Mozzarella appena filata

Il rassodamento della Mozzarella è operazione necessaria per mantenere la forma, grazie al progressivo passaggio del grasso dallo stato liquido di fusione a quello di una miscela in cui prevale la frazione di grasso solido rispetto al liquido<sup>189</sup>.

Il raffreddamento è dato dal contatto generalmente diretto con acqua di rete, ma talvolta soprattutto nel caso di Mozzarelle a ridotto contenuto di acqua anche indiretto, in quanto la Mozzarella, formata per estrusione, può essere avvolta direttamente in film plastico ancora prima del raffreddamento.

Il raffreddamento-rassodamento con acqua anziché con aria è maggiormente funzionale a mantenere la forma delle Mozzarelle ad elevata umidità, in quanto quello con aria si presta meglio a formaggi, anche a pasta filata, di maggiore consistenza<sup>190</sup>, quali ad esempio la Vastedda della Valle del Belice, che si raffredda in una ciotola, per restare nei formaggi senza o a breve stagionatura, o il Ragusano DOP o il Caciocavallo Palermitano che si raffreddano in stampi prismatici di legno.

Il brusco raffreddamento superficiale dato dal contatto tra una massa calda (50-70°C) di formaggio a elevata umidità con un fluido a temperatura di 10-20°C<sup>191</sup> determina la rapida modificazione della struttura superficiale con la formazione della “buccia” o “pelle” che conferisce alla superficie le sue tipiche caratteristiche di lucentezza. Nella maggiore parte dei caseifici il rassodamento avviene in vasche lunghe a forma lineare, oppure di U o di L o

---

<sup>189</sup> I trigliceridi del grasso del latte hanno composizione diversa in funzione della tipologia di acidi grassi (lunghezza della catena carboniosa e grado di insaturazione) e quindi temperatura di fusione/cristallizzazione specifiche. Si considera che tutti i trigliceridi siano allo stato fuso a temperatura superiore a 40°C e cristallizzati a temperatura inferiore a -40°C. Nell'intervallo si ha una miscela di grasso solido e liquido. L'organizzazione dei trigliceridi all'interno del globulo di grasso determina inoltre una localizzazione preferenziale di trigliceridi “*altofondenti*” nella parte esterna del globulo, verso la membrana, e quindi l'abbassamento della temperatura della Mozzarella sotto i 40°C determina l'inizio della loro solidificazione e con esso la formazione di una struttura con maggiori caratteristiche elastiche e quindi inverte il senso della transizione gel-sol causata dalla filatura.

<sup>190</sup> Le forme di Caciocavallo Silano DOP, Provolone del Monaco DOP, Provolone Valpadana DOP e Provolone non DOP sono invece rassodate in acqua subito dopo la filatura, come le Mozzarelle.

<sup>191</sup> La variabilità dipende fra l'altro dalla provenienza dell'acqua, se direttamente da pozzo o rete o se da vasche di accumulo, in caso di recupero o di stoccaggio per fare fronte ad esigenze di portata e disponibilità.

a piani sovrapposti per ragioni di spazio, suddivise in sezioni, nelle quali il movimento dell'acqua unitamente a quello di sistemi meccanici di trasporto consente l'avanzamento delle Mozzarelle verso la successiva sezione di salagione o di confezionamento<sup>192</sup>. La suddivisione in sezioni permette di gestire il progressivo abbassamento della temperatura che deve portare la Mozzarella ad una consistenza sufficientemente solida senza il rischio di deformazioni non accettabili. A tale scopo nella sezione successiva a quella iniziale l'acqua deve essere progressivamente più fredda e può essere necessario il suo trattamento con appositi scambiatori contro acqua di pozzo e talvolta anche gelida<sup>193</sup>. Il sezionamento della vasca permette di evitare differenze di temperatura eccessive e quindi diminuisce il rischio di distacchi precoci di parte della "buccia" e allo stesso tempo di ottimizzare l'uso dell'energia.

Altro punto da considerare è il consumo di acqua potabile e a tal fine deve essere considerato il volume utile complessivo della vasca e la possibilità di riciclare l'acqua di rassodamento, che soprattutto nella sezione di pre-raffreddamento si arricchisce di parte, per quanto limitata, della frazione sierosa solubile della Mozzarella. Il recupero dell'acqua di raffreddamento può essere conveniente anche dal punto di vista energetico nella misura in cui la sua temperatura dopo lo scambio di calore con la Mozzarella risulta ancora inferiore a quella dell'acqua di pozzo e quindi permette di risparmiare acqua gelida.

La qualità microbiologica dell'acqua a contatto con la Mozzarella deve essere ottimale in quanto è un potenziale vettore di post-contaminazione microbica della superficie di un formaggio 100% edibile, come suggerito da Cabrini et al. (1983). I casi di Mozzarella *blu* della prima metà della seconda decade del 2000 dovuti alla produzione di indigoidina, pioverdina e piocianina, pigmenti blu, da parte di alcuni biotipi di *Pseudomonas fluorescens*, ricordano la severità del rischio che fu associato alla cattiva gestione dell'acqua di

---

<sup>192</sup> Sul fondo delle vasche di rassodamento può essere presente un sistema di trasporto continuo che fa avanzare le Mozzarelle in controcorrente rispetto all'acqua di raffreddamento. Il sistema di trasporto è completato da sistemi di elevazione che permettono il passaggio del formaggio dalla sezione di pre-raffreddamento a quella di rassodamento e, in caso, a quella di raffreddamento finale a temperatura di conservazione, qualora tale fase non sia completata in cella di stoccaggio post-confezionamento

<sup>193</sup> Con il termine acqua gelida si intende acqua a temperatura di qualche grado sopra lo zero ma comunque inferiore a quella di pozzo ed è detta gelida perché raffreddata in appositi scambiatori caratterizzati dalla presenza di un accumulo di ghiaccio, almeno nella versione con funzionamento in batch.

rassodamento<sup>194</sup>. *Pseudomonas* non cromogeni possono essere coinvolti nel meccanismo di distacco della “buccia” per la loro capacità di idrolisi delle caseine (Baruzzi et al., 2012).

Trattamenti termici dell’acqua o di filtrazione attraverso membrana, funzionali a gestire la sua qualità microbiologica, diventano necessari a maggiore ragione quando si vuole prolungare la shelf-life della Mozzarella.

### La salagione in salamoia

Il rassodamento della Mozzarella può essere completato dalla salagione in salamoia, ovviamente quando il formaggio non è già stato salato precedentemente durante la filatura. Il metodo tradizionale di salagione in salamoia, obbligatorio solo per la Mozzarella di Bufala Campana DOP, è sempre meno usato nella produzione delle altre tipologie di Mozzarella perché obbliga ad una gestione complessa dell’igiene delle salamoie attraverso un loro frequente trattamento al fine di tenere sotto controllo la carica microbica e perché allunga il tempo complessivo della lavorazione. Il disciplinare della Mozzarella di Gioia del Colle DOP sembra addirittura escludere tale possibilità nel momento in cui stabilisce che *“la filatura deve essere effettuata con acqua calda (con aggiunta di sale) ...”*.

La salagione tradizionale della Mozzarella in salamoia ha tuttavia una rilevanza dal punto di vista sensoriale sia perché lo scambio di minerali che avviene alla superficie tra sodio della salamoia e calcio della “buccia”, modifica le caratteristiche di quest’ultima, sia perché questa tecnica di salagione crea un gradiente di sapidità che caratterizza la percezione di sapidità del formaggio nei primi giorni della conservazione. Quando, come decenni addietro ma ancora oggi nell’area di produzione, era pratica consumare la Mozzarella di bufala in giornata tale gradiente di sapidità era pienamente percepibile. Oggi non può più essere percepito se non quando la Mozzarella è consumata *in loco* nei suoi luoghi di origine, in quanto durante la shelf life si ha la progressiva diffusione del sale verso l’interno della forma, non bilanciabile dalla presenza di sale nel liquido di governo.

---

<sup>194</sup> L’acqua ovviamente non è il solo vettore di *Pseudomonas* e casi di formaggi blu diversi dalla Mozzarella, quali il Queso Fresco in cui non si ha contatto diretto del formaggio con l’acqua, sono censiti in letteratura (Martin et al., 2011)



Le variabili che influenzano la gestione della salagione della Mozzarella in salamoia sono analoghe a quelle degli altri formaggi, e nel dettaglio riguardano le caratteristiche specifiche del formaggio (forma, volume, contenuto di umidità e grasso), quelle della salamoia (% di sale, presenza di altri solidi diversi da NaCl, carica microbica) e la gestione del processo (temperatura, condizioni di convezione naturale o forzata). La durata della salagione dipende dalla % di sale desiderata per la Mozzarella e quindi dalla combinazione opportuna delle variabili indicate e indicativamente può essere compresa tra pochi minuti e qualche ora, per i formati di maggiore dimensione (Mucchetti et al., 2022).

Quale sia la tecnica di salagione, il contenuto di sale delle Mozzarelle italiane in liquido di governo è in genere molto limitato e inferiore a 0,8% (sul totale). Non è questo il caso delle Mozzarelle a minore contenuto di acqua, quali quelle per Pizza anche italiane, in cui il contenuto di sale è spesso nell'ordine di 1,0-1,3%.

### Il confezionamento della Mozzarella

La vendita di Mozzarella sfusa, confezionata solo all'atto della vendita, è una pratica tradizionale rimasta in uso presso alcuni spacci dislocati nei piccoli caseifici artigiani italiani, ma ha perso rilievo nel momento in cui la gran parte del mercato anche in Italia è stata assorbita dalla commercializzazione di prodotto a peso fisso predeterminato, la cui confezione è effettuata quindi all'origine generalmente presso il caseificio o talvolta presso altre strutture, quando a esempio l'operazione di congelamento è esternalizzata.

In Italia l'obbligo della vendita di Mozzarella confezionata è stato introdotto non senza polemiche e clamori solo nel 1986. Il Corriere della Sera, nella sua edizione romana del 16/7/1985 scrivendo a proposito dell'imminente applicazione della legge 321/1985 sull'obbligo di confezionamento dei formaggi freschi a pasta filata, titolava il pezzo *"Mozzarella, Addio. Sarà molto difficile da domani trovarla in negozio"*. In realtà si dovette attendere ancora oltre un anno prima che, modificato dalla successiva legge 252/1986, l'obbligo del confezionamento trovasse applicazione, per quanto fosse già da decenni pratica comune del prodotto industriale<sup>195</sup>.

---

<sup>195</sup> La richiesta di introdurre l'obbligo di vendere la Mozzarella confezionata, e quindi con i relativi obblighi di etichettatura, rispondeva anche ad una richiesta del Consorzio di Tutela

Trasporti su lunga distanza e vendita sui banchi di libero servizio pongono inoltre il tema che deve essere evitata la deformazione della Mozzarella, evento la cui probabilità è in diretta relazione con il suo contenuto in acqua e quindi con la sua minore elasticità e maggiore morbidezza. La confezione assolve quindi anche a un ruolo di protezione e lo fa meglio quando ha un livello di rigidità adeguato, come nel caso dell'uso di vaschette anziché delle classiche buste flow-pack.

Il confezionamento della Mozzarella è la fase finale del processo produttivo<sup>196</sup> ed è effettuata sostanzialmente in due modi differenti. Il primo è caratterizzato dalla presenza di un liquido di governo, detto anche di accompagnamento o spedizione, e quindi dall'uso di buste tipo flow-pack o di vaschette rigide, in plastica o più recentemente anche in carta politenata. Il secondo, tipico ma non esclusivo delle Mozzarelle senza liquido di governo, è caratterizzato dall'uso prevalente di avvolgimenti di film plastici con minima permeabilità al vapore, con eventuale applicazione di vuoto per annullare spazi vuoti tra formaggio e confezione, nei quali possa formarsi condensa.

Entrambi i metodi di confezionamento, con o senza liquido di governo, vogliono prevenire la perdita di umidità superficiale dal formaggio e con essa la formazione anche parziale di crosta.

Oggi in Italia il consumatore di età inferiore a 60 anni percepisce la Mozzarella a elevata umidità come quella varietà di formaggio fresco che acquista in una confezione assieme al suo liquido di governo, dal quale deve essere sgocciolata prima del consumo. Negli USA le Mozzarelle in liquido di

---

dell'allora Mozzarella di bufala tipica (Corriere della Sera, 15/7/1982) finalizzata alla protezione dalle falsificazioni. Fu presentata alla Camera il 24/2/1982 dall'on. Antonio Ventre ed altri 18 deputati del gruppo della Democrazia Cristiana, una proposta di legge dal titolo "*Norme per il confezionamento dei latticini freschi a pasta filata (3196)*" con la quale si prevedeva l'obbligo di "*incartare e sigillare i latticini freschi a pasta filata quali la Mozzarella, il fior di latte, la Provola e altri formaggi simili*" riportando fra l'altro la sede dello stabilimento di produzione e "*la data di confezionamento riferita a giorno, mese e anno*". Lo scopo dichiarato era quello di contrastare le frodi ai danni dei consumatori e dei produttori regionali più qualificati, in quanto in Campania la "*commercializzazione dei latticini a pasta filata avviene... in assenza assoluta di igienicità e garanzia perché il prodotto è ancora privo del necessario incarto*", a differenza di quanto avviene per prodotti analoghi del centro-nord Italia.

<sup>196</sup> Sempre escludendo il caso di alcune delle Mozzarelle surgelate che talvolta (quelle a elevata umidità in presenza di liquido di governo o quelle per Pizza confezionate in avvolgimento) possono essere portate a temperatura negativa dopo il confezionamento.

governo sono commercializzate con la dizione “*packed in water*”, anche se quell’*acqua*” normalmente contiene altri ingredienti (NaCl e acidi) funzionali a gestire gli scambi di materia con il formaggio nel periodo della conservazione.

Mentre negli USA le Mozzarelle fino al 60% di acqua erano e tuttora sono ancora confezionate anche in avvolgimento o in contenitori sagomati chiusi con film termosaldati<sup>197</sup>, in Italia l’avvolgimento è di fatto usato per le Mozzarelle per Pizza, tranne rare eccezioni che vogliono mantenere o riproporre tradizioni molto più datate e che in ogni caso accettano di avere durate di conservazione molto brevi, generalmente inferiori alla settimana.

Fra le motivazioni alla base della scelta tra i due metodi di confezionamento oltre alla quantità assoluta di contenuto di acqua delle Mozzarelle, devono essere ricordate anche le diverse forme in cui l’acqua è presente, dettate come visto a loro volta dalle modalità di filatura. Quando parte dell’acqua è in forma di microgocce di sierosità che si rilascia al taglio o alla masticazione, il modo di conservazione deve prevenire la separazione fisica di questa sierosità dalla Mozzarella<sup>198</sup>. La presenza di un fluido nella confezione, in equilibrio con la composizione della frazione sierosa, può essere più efficace di quella di un film aderente alla superficie del formaggio. Deve inoltre essere considerata anche la presenza o meno della “*buccia*” sulla superficie della Mozzarella, tipica per la Mozzarella di bufala, variabile per quelle di vacca a elevata umidità, assente nelle varietà a ridotta umidità.

Il punto chiave resta comunque la durata attesa di conservazione che presiede prima ancora della scelta del metodo di confezionamento quelle del contenuto assoluto di umidità della Mozzarella e del modo di filatura.

La vita commerciale attesa per la Mozzarella, anche nella versione a elevata umidità, può avere una durata superiore al mese. Sono infatti ormai lontani i tempi in cui essendo il consumo prevalentemente su base locale si

---

<sup>197</sup>Il brevetto di Gianfranco Mattei (2009) per Egidio Galbani SpA illustra una delle evoluzioni possibili dei metodi di confezionamento senza liquido di governo, costituito dall’immissione della pasta filata appena formata ancora calda direttamente in una vaschetta, cui segue il raffreddamento in tunnel. Concettualmente l’idea appare un’evoluzione del confezionamento a caldo con film termoretraibile classico per le Mozzarelle per pizza, adattata alle Mozzarelle ad alta umidità. Mattei afferma infatti l’idoneità a confezionare Mozzarelle con 62% di umidità.

<sup>198</sup> Il modo di confezionamento non può tuttavia prevenire il riassorbimento di parte di questa sierosità da parte della caseina durante la shelf life.

sosteneva che *“le Mozzarelle debbano essere consumate possibilmente nella stessa giornata, perché essendo deperibilissime ..... perdono subito tutti i caratteri di un latticino fresco”* (Brandonisio et al., 1937).

L'uso del liquido di governo è diventato un elemento caratterizzante le Mozzarelle italiane, e poi anche di quelle estere a elevata umidità, ma l'applicazione attuale è lo sviluppo di pratiche antiche alquanto diverse, quali la ricordata conservazione in latte o crema o nella *“borsa”* tutte per altro finalizzate al medesimo obiettivo di ampliare la geografia della distribuzione del prodotto e con essa la durata, cercando allo stesso tempo di mantenere la percezione di freschezza tipica di questo formaggio.

L'avvolgimento in carta pergamena e film plastici

Occorre aspettare la metà del 1900 perché la presentazione delle Mozzarelle in cassette con avvolgimenti parziali con foglie di mortella, giunco o asfodelo, sia superata dall'introduzione dell'avvolgimento con carta pergamena vegetale. In linea di principio questo modo di confezionare la Mozzarella può assicurare, quando ben realizzato, il trattenimento dell'umidità che residua in forma libera sulla sua superficie subito dopo l'estrazione dalla salamoia o dall'acqua di raffreddamento, mantenendo così un microambiente a elevatissima UR tale da ritardare la formazione della crosta. La mancanza di una chiusura ermetica non consente tuttavia di impedire che la superficie si asciughi rapidamente, perdendo lucentezza e in ogni caso non risolve il rischio di *“facili inquinamenti”* (Ghitti et al., 1996).

Le notizie sull'introduzione dell'avvolgimento in carta pergamena vegetale non sono certe, ma quantomeno a livello di Mozzarelle di vacca prodotte industrialmente nel Nord Italia il sistema ha trovato applicazione almeno dal 1956, come evidenziabile da immagini d'epoca, ed è durato come sistema dominante almeno fino al 1963 quando Locatelli introdusse la confezione ermetica e il liquido di governo. Le Mozzarelle (Santa Lucia Galbani e Locatelli Pizzaiola) erano all'epoca vendute in avvolgimento, con un legaccio a circa tre quarti della loro altezza che creava una strozzatura, forse per evocare le forme tradizionali delle paste filate meridionali spesso legate a coppie. Questo tipo di confezione le proteggeva e le rendeva trasportabili. Kosikowsky (1960), in occasione del suo già citato viaggio di studio nell'agosto 1959 all'Istituto Sperimentale Lattiero Caseario di Lodi, scrive di una Mozzarella italiana, prodotta e trasportata quotidianamente da Milano

in Sicilia in agosto, e che spesso queste Mozzarelle sono confezionate in *Cryovac*<sup>199</sup>, con un contenuto di umidità attorno al 55%.

Tale valore di umidità delle Mozzarelle del Nord Italia appare essere valido anche 15 anni dopo, come riportato da Balducci (1974) a proposito di Mozzarelle prodotte con procedimenti meccanizzati, tipici quindi dell'industria.

La pratica di utilizzare film plastici, buste o contenitori termoformati per Mozzarelle a elevato contenuto di umidità, superiore a 60%, non si è diffuso in Italia. Al contrario, per quanto per Mozzarelle meno umide e comunque inferiori al 60% di umidità, tali pratiche hanno trovato largo impiego negli USA, sia per formati interi che preaffettati (*sliced*), sia da parte di grandi industrie che di produttori di *specialty cheeses*, quindi più legati alla tradizione. Anche le confezioni contenenti più unità di formati piccoli (ciliegine, perle, etc.) sono disponibili in USA senza liquido di governo, con le singole unità inevitabilmente pressate l'una sull'altra.

Le Mozzarelle USA presentate come *hand wrapped* per dare un tocco superiore di artigianalità sono comunque generalmente avvolte con film plastici aderenti e non con la tradizionale carta pergamena che si usava e talvolta usa ancora in Italia per produzioni locali (Bocconcini, Stracciata) come ad esempio ad Agnone in Molise, al caseificio Di Nucci<sup>200</sup>.

L'introduzione della conservazione in liquido di governo, il packaging e lo sviluppo del caseificio italiano della Mozzarella

La pratica di vendere *a secco* la Mozzarella di Bufala, ricorda Addeo (2021) in uno scritto recente, durò fino agli anni 1960, allorchè prese piede l'uso del liquido di spedizione o di governo, giudicato poi nel 2021 come "*punto debole*" che ne limiterebbe la diffusione a livello internazionale.

Dopo i citati fugaci cenni all'uso di vasi di majolica (Anonimo, 1806) o metallici (Bochicchio, 1894) o all'uso di latte o acqua, per altro non ben chiaro se riferito alla fase di indurimento post-filatura o a quella di conservazione (Dizionario Universale Tecnico Rustico, 1796), le prime notizie sull'uso di un liquido in cui inserire le *ova* di bufala si ritrovano nella citata nota di Gramignani (1922) che riferisce esperienze sull'allevamento del bufalo nella

---

<sup>199</sup> Cryovac è il marchio originale di una gamma di film plastici termoretraibili della Grace Co, oggi di proprietà di Sealed Air. Il film diventa come una "pelle" per il prodotto.

<sup>200</sup><https://www.caseificiodinucci.it/formaggi-freschi/>

Tenuta di Maccarese fuori Roma. In questa nota si legge *“Le ova di bufala vengono immerse per un quarto d’ora nell’acqua salata: poi sono poste in conserva e messe in commercio, unitamente ad un poco di siero, entro caratteristici recipienti di terra cotta a forma di piccole caraffe, verniciate a fondo bianco con fiorami azzurri ed iscrizioni ben auguranti”*. Probabilmente sono le *“ancelle”* ricordate da Savini (1937) e da Addeo (2004) destinate a contenere le *“uova o occhi di bufala...dove si trovano immerse in una panna piuttosto fluida”*.

Occorre tuttavia aspettare l’inizio della seconda metà del 1900 perché Marracino (1958) scriva che debba essere considerato un errore la mancata conservazione della Mozzarella *“sotto acqua semplice o sotto acqua bianca<sup>201</sup>”*, perché in quel caso la *“faccia del Fior di Latte<sup>202</sup> indurisce, perde lucentezza ed acquista un colorito giallo, fattore di forte deprezzamento”*.

L’opinione di Marracino per diventare applicazione industriale dovette tuttavia attendere che si fosse in grado di coniugare i vantaggi di tale principio di conservazione con le necessità della produzione su scala industriale. I punti da risolvere erano essenzialmente: la formatura di Mozzarelle con peso altamente riproducibile, l’individuazione di un packaging a chiusura ermetica funzionale allo scopo e la disponibilità di un sistema di confezionamento adeguato ai volumi produttivi crescenti. La realizzazione di questa combinazione accompagnerà il passaggio dalla dimensione locale di mercato ad una nazionale e internazionale e quindi l’introduzione del liquido di governo, almeno in Italia, può considerarsi come una delle chiavi della crescita spettacolare di questa produzione.

L’altra chiave è l’inizio e lo sviluppo della produzione di formaggi freschi a pasta filata nel Nord con una logica industriale. La presenza del liquido di governo obbliga infatti a produrre Mozzarelle con peso predeterminato in quanto se dapprima è solo complicato eseguire la pesata della Mozzarella al momento della distribuzione, poi di fatto diventerà impossibile quando a metà anni 1980 scatterà l’obbligo della vendita della Mozzarella confezionata.

Il trasferimento su scala industriale della pratica della conservazione in liquido di governo ha luogo solo verso la metà degli anni 1960 quando

---

<sup>201</sup>L’acqua bianca non è altro che l’acqua di filatura residua.

<sup>202</sup> Fior di Latte era il nome usato soprattutto in Campania per indicare la Mozzarella di latte di vacca, in modo da poterla distinguere da quella di bufala senza altre specificazioni.

diventano disponibili anche in Italia i sistemi di formatura meccanizzati e quindi entrano in commercio le prime Mozzarelle di latte di vacca presentate in buste sigillate con *latticello*. La primogenitura dell'“*innovazione*” è rivendicata da Galbani come propria “*ebbene sì, la prima versione moderna della Mozzarella è stata un'invenzione Galbani*” ed è datata 1965<sup>203</sup>.

Una campagna pubblicitaria sul giornale la Stampa di Torino (28/9/1963 pag. 19) fatta dall'allora concorrente Locatelli tuttavia aveva già presentato più di un anno prima una *novità* analoga “*...Pizzaiola nella sua nuova confezione ha il segreto della freschezza, il prezioso latticello naturale che per la prima volta vi farà scoprire il genuino appetitoso gusto della buona Mozzarella*”. Questa innovazione probabilmente è stata permessa dall'acquisto negli anni '60 dagli Stati Uniti di *un nuovo tipo di macchinario per la produzione di Mozzarella a peso costante, la cosiddetta “pizzaiola”*<sup>204</sup>.

Il terzo grande produttore di formaggi molli dell'epoca fu Invernizzi<sup>205</sup> di Caravaggio, poi acquisito da Kraft e quindi da Lactalis, che a cavallo della fine degli anni 1950 e l'inizio degli anni 1960 lanciò la Mozzarella Carolina e solo nel 1974 lanciò la produzione di Mozzarella *Mozari*.

Le Mozzarelle preconfezionate all'origine dal 1986 in Italia devono prevedere imballaggi che avvolgano completamente il prodotto<sup>206</sup>. Questo obbligo ha posto fine all'uso di confezionare le singole Mozzarelle in imballi forati a loro volta posti in numero maggiore all'interno di un comune contenitore con liquido di governo, dal quale erano prelevati ed eventualmente sgocciolati per la vendita singola al peso del momento. In seguito al decreto, qualora il caseificio avesse deciso di mantenere l'imballo primario forato, diventava comunque necessario un imballo secondario per la singola Mozzarella. Le ragioni dell'obbligo sono per ridurre il rischio di contaminazione crociata tra

---

<sup>203</sup>[www.galbani.ch/it/la-storia-galbani-3](http://www.galbani.ch/it/la-storia-galbani-3)

<sup>204</sup>[https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Locatelli\\_\(azienda\)&oldid=78843355](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Locatelli_(azienda)&oldid=78843355) (pagina iniziale caricata il 12/2/2016)

<sup>205</sup>Alcune notizie bibliografiche riportano in modo discordante che Invernizzi avrebbe lanciato nel 1957 (Suffia et al., 2018) o nel 1963 (Pratesi, 2001) una *Mozzarella Carolina* usando l'avvolgimento in carta pergamena e rafia. Immagini sulla rivista di Assolatte “Il Mondo del Latte” del 1963 presentano la Mozzarella Carolina tra i prodotti di impatto di Invernizzi a fianco della Crescenza Invernizzina, del formaggio fuso Milione e del Gorgonzola GIM. Il sito attuale di Invernizzi Formaggi (<http://www.invernizziformaggi.it/storia>) non fa menzione di questo prodotto, mentre indica il 1965 come data di *nascita* della Mucca Carolina, gadget gonfiabile che accompagnò per anni le vendite dell'azienda, che riprende l'immagine presente sull'avvolgimento della Mozzarella Carolina.

<sup>206</sup>Decreto Legge 11 aprile 1986 n 98. Gazzetta Ufficiale n 85 del 12/04/1986

Mozzarelle veicolabile da una contaminazione microbiologica del liquido di governo comune.

Quale sia il tipo di imballo, busta o contenitore rigido, e la composizione del liquido, la quantità da aggiungere dovrebbe essere sufficiente a coprire tutta la Mozzarella. Nelle buste non rigide, durante trasporto e commercializzazione si può avere che la parte superiore della Mozzarella emerga dal liquido a causa dello schiacciamento della confezione. Se l'ambiente della confezione mantenendo al 100% il valore di umidità relativa, previene la disidratazione superficiale, non necessariamente ha uguale probabilità di proteggere dall'ossidazione la parte di superficie non immersa nel liquido, a causa della diversa presenza di aria e quindi ossigeno tra liquido e atmosfera della confezione.

Lo sviluppo della tecnologia della conservazione in liquido di governo in confezione ermetica, e il suo prevalere almeno in Italia rispetto all'avvolgimento, è tuttavia legato alla possibilità di poter vendere Mozzarelle a elevata umidità con un contenuto di acqua decisamente superiore al passato, quasi analogo a quelle di non poche Mozzarelle artigianali. Non solo un mercato più ampio, ma anche una maggiore resa di trasformazione<sup>207</sup>.

La pratica del liquido di governo ha avuto un successo crescente, recepito in modo progressivamente vincolante da tutti gli standard relativi alle varie tipologie di Mozzarella DOP e STG.

Caratteristiche e limiti dei liquidi di governo relativi alla possibilità di prolungare la conservazione

La composizione del liquido di governo è molto variabile ed è in relazione con la durata attesa di conservazione della Mozzarella e le sue caratteristiche, in prima battuta il suo contenuto di acqua totale. Uno-due punti percentuali di acqua e la forma con cui l'acqua è presente nella Mozzarella possono tuttavia essere fondamentali nell'abbreviare la durata potenziale di conservazione,

---

<sup>207</sup>Una simulazione dell'influenza dell'aumento di un punto percentuale di umidità del formaggio, a parità di tutte le altre condizioni di recupero di grasso e proteine, permette di stimare un aumento della resa di circa 0,35 kg di formaggio ogni 100 kg di latte lavorato. Considerando un medio caseificio che lavora 100.000 kg di latte al giorno, questo significa produrre 350 kg di formaggio in più. Al prezzo di 4,5 €/kg, il valore di questa extra-resa è pari a 1.575 €/giorno ovvero su base annua oltre 570.000 €.



per quanto aumentino la resa. La forma dell'acqua è in relazione con il contenuto di frazione sierosa esprimibile e la composizione della frazione sierosa totale, esprimibile e non, dipenderà dai modi con cui è stata realizzata l'acidificazione del latte e/o della cagliata e quindi la filatura della cagliata medesima.

Per durate brevi di conservazione nell'ordine di pochissimi giorni, ancora tipiche per non poche fra le Mozzarelle artigianali, il liquido di governo può essere semplicemente acqua, mentre negli altri casi il pensiero corrente sviluppato dai tecnici studiando le formulazioni empiriche messe a punto da generazioni di casari è quello di preparare un liquido che contenga minerali (sale e talvolta anche cloruro di calcio) ed eventualmente anche acidi (lattico o citrico, singolarmente o in associazione).

La quantità di questi soluti è in relazione con quella ipotizzata essere presente nella frazione sierosa della Mozzarella al fine di prevenire o quantomeno ritardare gli scambi di materia tra formaggio e liquido, e con essi i fenomeni di modificazione dell'aspetto della superficie (sfogliatura a causa di distacchi parziali della "buccia" e cambiamenti di consistenza che tende a diventare *vischiosa*). Può non essere superfluo ricordare che le caratteristiche della frazione sierosa sono diverse tra Mozzarelle ottenute per fermentazione lattica o per acidificazione diretta, ma anche nel caso della stessa tipologia sono diverse in relazione al metodo di filatura usato.

Faccia et al. (2019) hanno verificato che un liquido di governo costituito da acido lattico e calcio lattato (fino a 1%) può preservare fino a 21 giorni le caratteristiche microbiologiche di Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte con acido lattico, ma a tale prolungamento di conservazione è stata associata una perdita progressiva di umidità del formaggio (da 64 a 58%), mentre la conservazione in acqua rivela una prima fase di assorbimento, poi seguita da cessione di umidità al liquido di governo. L'uso di acido citrico come acidificante il liquido di governo peggiorerebbe invece le caratteristiche di quel tipo di Mozzarella.

Zappia et al. (2020 a) hanno verificato a loro volta l'effetto positivo di un liquido di governo con 0,6% di calcio lattato per prolungare da 12 a 18 giorni la shelf life di Mozzarelle ottenute per fermentazione lattica.

In non pochi caseifici di Mozzarella di Bufala Campana DOP è diventato comune per la formulazione del liquido di governo l'utilizzo combinato di

acido lattico e acido citrico, che è invece l'acido preferenziale usato in molte Mozzarelle di latte di vacca.

La complessità delle relazioni tra composizione del liquido di governo e Mozzarella è testimoniato ad esempio anche dallo studio di Mizuno et al. (2016) di un'importante azienda lattiero casearia giapponese, Morinaga Milk Industry Co., in cui è stata messa in relazione la concentrazione di acido citrico (0-0,2%), NaCl (0-2%) e CaCl<sub>2</sub> (0-2%) con la variazione del contenuto di umidità di Mozzarelle (inizialmente 53,8%), durezza, e formazione della "pelle" (*skin*, inizialmente assente o minima). Gli Autori ritengono che acido citrico e sale fanno aumentare l'umidità della Mozzarella e diminuirne la durezza, mentre il cloruro di calcio indurrebbe il formaggio. Non solo, l'acido citrico è considerato la causa principale di formazione della "pelle" alla superficie del formaggio.

Queste osservazioni, che non trovano conferma in molte altre esperienze, basti pensare alla presenza della pelle su Mozzarelle di bufala conservate in acqua, testimoniano la relatività delle interazioni tra liquido di governo e Mozzarella e come sia difficile razionalizzare un sistema in cui sono poco note le caratteristiche della variabile rappresentata dalla frazione sierosa della Mozzarella e in particolare da quella parte di frazione sierosa presente alla superficie della Mozzarella, quella che rappresenta l'interfaccia tra formaggio e liquido e quindi che partecipa direttamente agli scambi di materia.

L'*acqua bianca*, ricordata da Marracino, eventualmente scremata, in linea di principio ha un contenuto di solidi solubili in ottimo equilibrio con quello della frazione sierosa della Mozzarella, se questa è stata salata in filatura. Nel caso contrario, il contenuto in sale dell'*acqua bianca* può essere facilmente integrato. Tale uso si presta tuttavia essenzialmente a piccoli caseifici tradizionali che propongono Mozzarelle a breve durata di conservazione, in quanto la ricchezza di nutrienti dell'*acqua bianca* ne fa a sua volta un buon terreno colturale per i microrganismi.

In ogni caso, la durata di shelf life di larga parte delle Mozzarelle industriali italiane a elevata umidità conservate in liquido di governo è nell'ordine anche di un mese, quindi superiore a quella di molti degli studi presenti in letteratura, citati e non in questo testo. La complicazione e la non omogeneità dei risultati risiede nel fatto che la durata di conservazione dipende solo in parte dal liquido di governo, la cui composizione sarebbe

facilmente standardizzabile, mentre in gran parte è funzione da un lato delle caratteristiche chimico-fisiche della Mozzarella e dall'altro da quelle microbiologiche, che dipendono dalla specifica capacità di gestire l'igiene di processo, propria di ogni caseificio.

Nonostante il liquido di governo serva a impedire la formazione della crosta, preservando per un tempo comunque limitato l'integrità e la lucentezza iniziali della superficie e contribuisca a svolgere una funzione di protezione della Mozzarella dalla deformazione, non poche volte è considerato responsabile di quella che oggi è ritenuta una ancora troppo breve durata di conservazione.

L'accusa suona ingenerosa non fosse altro guardando alla relazione tra introduzione di questa innovazione e successo commerciale della Mozzarella, ma anche perché non si può accusare il liquido di governo di non risolvere problemi a cui non può dare risposta e di cui non è la causa principale.

Alcuni esempi a sostegno di questa osservazione sono relativi alla sfogliatura della superficie e alla proteolisi, fra le cause più evidenti all'occhio e al palato della modificazione della Mozzarella durante la sua conservazione. La sfogliatura della superficie della Mozzarella, pur non avendo alcun riflesso sul suo essere edibile, è evidente indice di una freschezza che viene meno. Il liquido di governo diventa torbido e si arricchisce di frammenti della *buccia* della Mozzarella, forse anche a causa di un suo ispessimento e quindi di una maggiore difficoltà a restare adesa. Il liquido di governo non è tuttavia la causa principale della progressiva sfogliatura della superficie della Mozzarella, può solo contrastarla e ritardarla giocando con l'acidità e il contenuto di calcio. La causa di tale modificazione strutturale è complessa e, come detto, si può ipotizzare sia la combinazione data dall'interazione tra le modalità di filatura che creano la tipica struttura a sfoglie e quelle di raffreddamento della pasta filata che rendendo meno porosa la parte superficiale della Mozzarella formano la "*buccia*" lucida e brillante. La forza delle interazioni tra "*buccia*" e sfoglie sottostanti è a sua volta probabilmente in relazione con l'umidità totale, il grado di proteolisi e le forme dell'acqua determinate a loro volta dalla filatura. Il contributo del liquido di governo al difetto è nel fatto che può cedere acqua alla Mozzarella durante la fase iniziale della conservazione, nel caso della vacca, e per tutto il periodo nel caso della bufala, e così contribuire a modificare le interazioni tra *buccia* e le sfoglie sottostanti di pasta. Tali interazioni sono a loro volta modificate dalla

proteolisi e da possibili fenomeni di migrazione di calcio, ma la precocità e l'intensità del fenomeno di distacco della *buccia* sono in relazione con il grado di umidità del formaggio. Questo fenomeno non si avverte in formaggi senza crosta ma con minore umidità e non filati come il Feta, conservati in salamoia ben più ricca di NaCl di quanto possa esserlo il liquido di governo. Quando le Mozzarelle sono conservate in avvolgimento plastico, il fenomeno diventa meno evidente, ma queste come più volte sottolineato hanno un minore contenuto di acqua. Infatti le Mozzarelle USA che vogliono essere conservate più a lungo non sono "*packed in water*", e il loro contenuto di acqua non supera il 60%. A maggior ragione le Mozzarelle per pizza non vedono la loro superficie sfogliarsi, ma hanno ancora meno umidità e sono conservate in avvolgimento.

Altro esempio. Il liquido di governo, quale sia la sua composizione, non può arrestare i fenomeni di proteolisi che modificano struttura e gusto della Mozzarella, non necessariamente peggiorandola, ma sicuramente modificandola. La *stracchinatura* della pasta della Mozzarella è considerata un difetto da molti puristi, ma apprezzata o comunque accettata da molti consumatori. In ogni caso è fenomeno enzimatico, che dipende dalle caratteristiche del latte e del processo produttivo: maggiore l'umidità della Mozzarella, più rapida la proteolisi ed evidente la manifestazione dei suoi effetti sulla struttura, ma il liquido di governo è solo il mezzo per consentire la conservazione di Mozzarelle a elevata umidità. Il fenomeno della modificazione di struttura con rammollimento dovuto a proteolisi accade allo stesso modo nella Crescenza, per quanto questo formaggio con elevata umidità (58-62%) sia conservato in carta o in vaschetta senza liquido di governo.

E' indubbiamente vero che il liquido di governo infine, se non opportunamente trattato al momento della sua preparazione, può diventare veicolo di post-contaminazione microbica, annullando tutti gli sforzi fatti precedentemente per garantire l'igiene di processo. La scelta di pastorizzare o meno il liquido di governo è tuttavia una decisione aziendale, non una sua caratteristica intrinseca. Una pastorizzazione efficace del liquido di governo è quindi condizione necessaria per garantire la riduzione del rischio microbiologico e abbattere al contempo la possibile presenza di microrganismi alterativi psicrotrofi veicolati dal liquido medesimo e in grado di moltiplicarsi durante la conservazione refrigerata della Mozzarella.

Poiché le possibili origini del microbiota superficiale della Mozzarella sono molteplici e sicuramente la superficie non può essere sterile, il liquido di governo è talvolta usato come mezzo per veicolare colture cosiddette *protettive* in grado di contrastare la crescita di questo microbiota. L'efficacia di questa strategia può tuttavia essere molto diversa, in quanto deve confrontarsi con la biodiversità del microbiota contaminante.

Alcune proposte commerciali vedono l'utilizzo di *Carnobacterium* spp, *Lactocaseibacillus rhamnosus* (ad esempio, Linea 4P di Sacco, Cadorago) oppure di *Lactocaseibacillus rhamnosus* IMC 501 in associazione con *Lactocaseibacillus paracasei* IMC 502) (ad esempio, Synbio di Synbiotec, Camerino) finalizzati a contenere la crescita di lieviti, muffe e *Pseudomonas* spp. I principali meccanismi coinvolti nel funzionamento di queste colture sono la colonizzazione del substrato, cui si sommano la competizione per i nutrienti e la produzione di molecole inibitorie come batteriocine, acidi organici e peptidi.

Questi meccanismi suggeriscono che per potere funzionare le colture protettive devono potere crescere, allo stesso tempo tuttavia senza modificare le caratteristiche della Mozzarella. Come prevedibile i risultati applicativi di questa strategia non possono essere univoci. Anzi, talvolta sono stati anche "*non appropriati*" proprio in quanto la crescita della coltura può modificare gusto e struttura del formaggio (Huang et al., 2022).

Approccio diverso ma forse utile a prevenire questo tipo di rischio è quello basato sull'utilizzo di colture postbiotiche, ovvero il brodo colturale privato delle cellule microbiche. Il filtrato di ultrafiltrazione di colture in siero di *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis*, specie per altro normalmente non in grado di riprodursi in latte o formaggio, è stato usato come integratore del liquido di governo. Il filtrato postbiotico ha inattivato circa il 90-99% della carica microbica e ritardato quindi la crescita del microbiota contaminante di Mozzarelle iraniane ad alta umidità ottenute per acidificazione diretta prolungando la durata della sua conservazione refrigerata (Sharafi et al., 2022).

Altro approccio ancora è quello indicato da Marrella et al. (2022) che ha studiato l'aggiunta di un enzima cellobioso-ossidasi (LactoYield, Chr Hansen) al liquido di governo per bloccare la crescita sempre di *Pseudomonas fluorescens* ed *Escherichia coli*. Le reazioni ossidative indotte dall'enzima possono trasformare disaccaridi, quali il lattosio presente nella matrice (ceduto al liquido di governo e presente sulla "*buccia*" della Mozzarella), in acido lactobionico e lattoni non stabili, dalla cui ulteriore trasformazione si

liberano elettroni in grado di produrre perossido d'idrogeno in ambiente aerobio e acquoso, che diventa finalmente la molecola attiva.

Frenzel-Torres et al. (2021) hanno a loro volta verificato l'efficacia, dose dipendente, di un enzima lattosio ossidasi della classe cellobioso-ossidasi (LactoYield, Chr Hansen) per prevenire la formazione della colorazione blu sulla superficie di Mozzarelle sia ottenute per fermentazione che per acidificazione diretta e contaminate con *Pseudomonas fluorescens*.

Un'applicazione infine ancora diversa, con obiettivi di prolungamento della shelf-life e nutrizionali, è quella studiata da Angiolillo et al. (2014 a, 2014 b) che hanno previsto il rivestimento di Fior di Latte ottenuto per fermentazione lattica con un coating di alginati nel quale sono immobilizzate cellule di *Limosilactobacillus reuteri* o *L.rhamnosus* e fruttooligosaccaridi, prima dell'immissione in liquido di governo. L'uso di coating polisaccaridici (chitosani, alginati etc), integrati con particelle di argento, con i quali proteggere la Mozzarella a sua volta immersa in liquido di governo è stata proposta da Mastromatteo et al. (2015).

Si moltiplicano infine le proposte di additivare il liquido di governo con estratti di origine vegetale al fine di contrastare la crescita microbica (Gammariello et al., 2008; Zappia et al., 2020 b). Caputo et al. (2022) propongono l'uso di salicilati immobilizzati su un contenitore in PET, come mezzo per contrastare la crescita di *Pseudomonas* su Mozzarelle conservate in acqua.

La durata di conservazione delle Mozzarelle: aspetti normativi e tecnici

La durata di conservazione delle Mozzarelle in Italia presenta un range molto ampio, da pochi giorni a un mese (e talvolta oltre) per la varietà in liquido di governo e anche oltre 60 giorni per la Mozzarella a ridotta umidità.

Questi numeri non sono comunque termini di legge: per la Mozzarella si applica la data di scadenza, ma la durata è decisa dal produttore. E' rimasto probabilmente solo nella memoria degli anziani il ricordo della pratica di indicare sulla confezione assieme alla data di scadenza, prevista dal DPR 322/1982, anche quella di produzione, come previsto dalla successiva legge 321 del 18/6/1985.

La doppia indicazione è andata progressivamente in disuso con l'entrata in vigore del D.L. 109/1992 che recepiva a sua volta due direttive comunitarie.

Il D.L. 109/1992 aveva infatti stabilito l'obbligo di riportare una *“dicitura che consenta di identificare il lotto di appartenenza del prodotto”*. Il lotto normalmente indica con un codice progressivo la data di produzione, quando anche non l'ora, e può essere molto più funzionale per la tracciabilità qualora ci siano più lotti nella medesima giornata, ma il consumatore perde evidenza immediata della data. La doppia indicazione delle date di produzione e scadenza rendeva trasparente quella durata di conservabilità che oggi il consumatore può solo stimare. A luglio 2024 solo il disciplinare della Mozzarella di Gioia del Colle DOP prevede l'obbligatorietà dell'indicazione in etichetta della data di produzione, ripristinando questa consuetudine del passato. Tuttavia la proposta di modifica ordinaria<sup>208</sup> del disciplinare, pubblicata in Gazzetta Ufficiale n 174 del 26/7/2024, non menziona più questo obbligo che quindi potrà restare come scelta del singolo caseificio.

La durata di conservazione della Mozzarella dipende dalla velocità con cui il primo fra i fenomeni (microbiologici, enzimatici e/o fisici) che ne alterano in modo percepibile le caratteristiche raggiunge quel livello soglia per cui le caratteristiche del formaggio non possono più essere considerate accettabili.

Gammariello et al. (2008) hanno a tale fine proposto a fianco della definizione di un limite massimo accettabile di carica microbica (Microbial Acceptability Limit, MAL) anche un limite di qualità sensoriale (Sensorial Acceptability Limit, SAL) basato sulla valutazione sensoriale da parte di un panel e considerano terminata la conservazione una volta che il primo dei due limiti è stata oltrepassato.

La difficoltà è individuare quali variabili misurabili sono principalmente legate alla percezione di qualità della Mozzarella e quindi stabilire i valori limite. Può essere infatti opinabile<sup>209</sup> definire accettabile come valore di MAL

---

<sup>208</sup> E' interessante osservare come tale proposta di modifica ordinaria se convalidata dal Ministero proprio perché ritenuta ordinaria non dovrà subire ulteriore valutazione in Europa. Come recita il testo del provvedimento dirigenziale pubblicato, in seguito al nuovo Regolamento sulle Indicazioni Geografiche, una modifica ordinaria del disciplinare è solo comunicata alla Commissione Europea: *“Decorso tale termine, in assenza delle suddette osservazioni o dopo il loro superamento a seguito della valutazione ministeriale, la modifica ordinaria al disciplinare di produzione della D.O.P. «Mozzarella di Gioia del Colle» sarà approvata con apposito provvedimento e comunicata alla Commissione europea”*. La scomparsa dell'obbligo di riportare la data di produzione della Mozzarella appare essere la principale proposta di modifica *ordinaria* presente nel nuovo disciplinare.

<sup>209</sup> A tale proposito è tuttavia doveroso ricordare l'opinione anche di altri Autori, attivi in campo veterinario, che all'epoca della Mozzarella blu hanno suggerito limiti superiori, ritenendo che l'idoneità di un lotto di prodotti a base di latte sia valutabile attraverso l'analisi

una carica di  $10^6$  ufc/ml di *Pseudomonas* spp, come indicato da Gammariello et al. (2008), perché la biodiversità microbica a livello di genere difficilmente consente di tracciare una linea precisa tra valore numerico della conta ed effetto sulle caratteristiche del formaggio.

I livelli soglia espressi in modo misurabile sono normalmente quelli associabili alla sicurezza microbiologica e agli indicatori di carenza d'igiene (Reg CE 2073/2005), ma la presenza di batteri patogeni per quanto evento non frequente è fenomeno non primariamente legato alla durata di shelf-life, quanto piuttosto alla gestione del processo produttivo e alle buone pratiche di lavorazione.

Altro esempio della difficoltà a stabilire limiti soglia legati alla qualità del formaggio è quello che può essere tratto da due ricerche fatte all'Università di Foggia e Bari (Rutigliano et al., 2022; La Gatta et al., 2023) che hanno studiato il progredire della proteolisi di Mozzarella di Bufala Campana DOP e Mozzarella di Gioia del Colle DOP. I due studi individuano la proteolisi operata dalla plasmina come parametro funzionale a misurare la freschezza e quindi la durata della conservazione di entrambe le Mozzarelle, indicando come indice di valutazione il rapporto tra  $\beta$  caseina intera e la somma di  $\beta$  caseina intera e  $\gamma$  caseine. La soglia accettabile di freschezza, secondo le conclusioni suggerite da questi studi, dovrebbe essere pari a un valore dell'indice di 70% e 65%, rispettivamente per il formaggio bufalino e quello vaccino. Per la sola Mozzarella di Gioia del Colle, è prospettata anche la misura del peptide  $\alpha_{S1}$ - I - CN derivante dall'attività residua del caglio.

Sulla base di questi valori soglia di *freschezza*, la durata di conservazione refrigerata avrebbe quindi termine dopo pochi giorni per entrambi i formaggi. Non si può tuttavia non osservare che la maggior parte dei consumatori continua ad acquistare e quindi giudica gradevoli o quanto meno accettabili Mozzarelle che hanno durate di conservazione ben superiori a quelle derivanti dall'applicazione degli indici di freschezza.

---

di 5 unità campionarie. di cui non più di 2 possono superare il valore di carica di  $10^6$  ufc/g (m) e nessuna deve superare la soglia di  $10^8$  ufc/g (M). Il limite è quindi spostato a  $10^8$ . Inoltre, gli stessi Autori ricordano come l'unica specie patogena di *Pseudomonas* sia *Ps. aeruginosa*, ritrovata in 2 di 26 campioni di Mozzarella analizzati, che tuttavia diventa patogena per l'uomo solo se attraversa la barriera di cute o mucose e quindi non è patogena se ingerita per via alimentare (Civera et al., 2011).



I valori limite suggeriti dagli Autori per giudicare *fresche* le Mozzarelle e quindi congrua la durata di conservazione sono ulteriormente discutibili perché non affiancati ad altre osservazioni che dimostrino una non accettabilità sensoriale. Quando si parla di accettabilità sensoriale diventa tuttavia a sua volta opinabile decidere quanto vale l'opinione dell'esperto e quanto quella dei consumatori, che non potrà mai essere univoca. E' il classico serpente che si morde la coda.

Inoltre è evidente da tutto quanto scritto fino a questo punto sull'evoluzione dell'industria della Mozzarella in Italia e nel mondo che una durata di conservazione di pochi giorni, quale quella che probabilmente risulterebbe dall'opinione *esperta*, avrebbe confinato la Mozzarella alla sua originaria dimensione locale.

Resta tuttavia interessante il punto di vista metodologico proposto, che tende a oggettivare la misura della freschezza della Mozzarella e allo stesso tempo solleva il problema della difficoltà di coniugare il significato di una misura oggettiva che evidenzia una differenza analiticamente reale con l'importanza di tale differenza. Nel caso delle Mozzarelle con indicazione geografica sarebbe probabilmente opportuna una definizione più oggettiva di caratteristiche soglia di qualità che ne potrebbe favorire una migliore tutela.

Tecnologie innovative per migliorare la conservabilità della Mozzarella: uno sguardo verso il futuro

Un pensiero diffuso è quello che sarebbe più efficace gestire i problemi microbiologici associabili alla conservazione degli alimenti mettendo in campo tecnologie che agiscano sul prodotto pronto per essere confezionato, meglio ancora se già confezionato, in alternativa e/o a integrazione degli interventi a monte sul processo produttivo.

A tale pensiero è riconducibile una serie di pubblicazioni che si collega a un ciclo di studi, promosso in parte anche grazie alla collaborazione tra l'Università di Foggia e una grande azienda italiana, Granarolo, nel corso del quale è stata valutata la potenziale efficacia di nuove tecnologie termiche e non termiche per ridurre la carica di *Pseudomonas* e di generiche *Enterobacteriaceae* contaminanti la Mozzarella e/o il Fior di Latte, finalizzate al prolungamento della shelf life.

A questo proposito può essere di interesse ricordare che fra le molteplici origini della contaminazione con *Pseudomonas* oltre che latte crudo e ambiente di produzione (in particolare l'acqua), una fonte inusuale è stata identificata anche nel sieroinnesto per Mozzarella di latte vaccino (Faccia et al., 2013).

L'uso di radiazioni UV-C (Lacivita et al., 2016) ha consentito di ridurre la carica di *Pseudomonas* di circa il 90%, prolungando così la durata di conservabilità di Fior di Latte artigianale acquistata sul mercato pugliese locale da 2 a meno di 4 giorni.

L'applicazione di Luce Pulsata ad Alta Intensità (High Intensity Pulsed Light, HILP) pur avendo mostrato un effetto letale moderato su *Pseudomonas* naturalmente presente sulla superficie di Mozzarella (riduzione di carica fino al 90%) ha rallentato la capacità dei sopravvissuti di duplicarsi in Mozzarella nel corso della conservazione, probabilmente a causa di stress non letali, e il limite massimo di accettabilità (MAL) di carica di *Pseudomonas* ( $10^6$  ufc/g) non è stato raggiunto dopo 14 giorni di conservazione refrigerata (Lacivita et al., 2018 a).

Il trattamento fino a 6 secondi della superficie di Mozzarella<sup>210</sup> con vapore a 94-95°C la cui distribuzione attraverso ugelli è stata ottimizzata dall'applicazione contemporanea di ultrasuoni, usando un'apparecchiatura pilota Sonosteam<sup>211</sup>. Gli Autori non riportano tuttavia i valori di temperatura superficiale raggiunti dalla Mozzarella, anche se riferiscono che la valutazione sensoriale è stata positiva. Il trattamento ha mostrato un effetto di riduzione di carica di *Pseudomonas fluorescens* inferiore al 99%, mentre per le *Enterobacteriaceae* la carica iniziale di quasi  $10^3$  ufc/g non ha visto sopravvissuti. Il processo ha permesso il non raggiungimento del valore MAL nei 12 giorni di stoccaggio refrigerato, a fronte del controllo che ha raggiunto la soglia di  $10^6$  ufc/g già dopo 4 giorni (Lacivita et al. 2018 b).

La carrellata di questo ciclo di studi si conclude con la valutazione dell'effetto dell'irraggiamento con diverse dosi di raggi X su Fior di Latte al 60% di

---

<sup>210</sup> L'articolo così descrive il prodotto "*Mozzarella cheese samples (125 g, moisture content 50–60%) were purchased at a Danish local market*". L'intervallo di contenuto di umidità è molto grande per fare deduzioni sul tipo di Mozzarella.

<sup>211</sup> Sonosteam, tecnologia sviluppata dalla FORCE Technology, Brøndby, Denmark è stata acquisita nel 2020 dalla danese SANOVO TECHNOLOGY GROUP, un'azienda leader a livello mondiale nel settore delle attrezzature per la lavorazione delle uova, settore in cui i trattamenti superficiali del prodotto sono punto chiave.

umidità, prodotto e confezionato da Granarolo (Lacivita et al., 2019). L'effetto di abbattimento iniziale su *Pseudomonas* ed *Enterobacteriaceae* dato dal trattamento non ha potuto essere in questo caso misurato, per la buona qualità microbiologica iniziale del formaggio prodotto questa volta a livello industriale. E' stato tuttavia evidenziato un prolungamento di durata di conservabilità, dato dal raggiungimento del limite di accettabilità sensoriale (SAL) dopo oltre 40 giorni. La Mozzarella controllo non trattata ha invece visto il raggiungimento del valore soglia di carica relativo alle *Enterobacteriaceae* ( $10^4$  ufc/g) dopo circa due settimane di conservazione a +4°C, temperatura questa generalmente limitante la crescita, ma non inibitoria considerata la presenza nella famiglia di specie anche psicrotrofe (Ridell et al., 1997).

L'estrapolazione di un significato industriale e della probabilità di ricadute a breve termine di questi studi richiederebbe la classica sfera di cristallo, ma certamente sono indice di attenzione a 360° sia da parte del mondo della ricerca che di quello industriale verso soluzioni che, per quanto possano oggi apparire ridondanti, soprattutto qualora siano state utilizzate correttamente le buone pratiche di fabbricazione della Mozzarella, offrono tuttavia informazioni che, in altri contesti, potrebbero aiutare a gestire problemi di più complessa soluzione legati anche alla sicurezza alimentare.

## La sicurezza microbiologica delle Mozzarelle

Per quanto possa apparire banale è opportuno premettere che quando si fa riferimento al tema della sicurezza microbiologica il riferimento è solo ai microrganismi patogeni e non anche al microbiota alterativo di cui si è discusso affrontando l'argomento shelf-life. La presenza di microrganismi patogeni<sup>212</sup> in quanto costituisce un potenziale problema di sicurezza pone fine di per sé alla possibilità di consumare quel formaggio e quindi anche alla sua conservabilità.

L'immediatezza del consumo tradizionale delle Mozzarelle, almeno in Italia, abbinata all'effetto comunque di riduzione del rischio microbiologico dato dalla filatura di una cagliata acida aveva creato, a ragione, un'immagine di sicurezza alimentare intrinseca, per cui la Mozzarella era difficilmente associata a un problema di sicurezza microbiologica.

La ricerca della massima resa di trasformazione, soprattutto quando ottenuta attraverso la riduzione della temperatura di filatura, unitamente al prolungamento del momento del consumo rappresentano un insieme di fattori che contribuisce ad aumentare, per quanto resti molto bassa, la probabilità di ritrovare in commercio Mozzarelle contaminate dalla presenza di batteri patogeni, *Listeria monocytogenes* ma non solo, come testimoniato anche dalle segnalazioni dei sistemi di allerta rapida dell'Unione Europea e americani.

Il potenziale ruolo del latte crudo è difficilmente quantificabile, in quanto la produzione di Mozzarelle a latte crudo è ormai residuale e quelle Mozzarelle, con una rete di distribuzione spesso di prossimità, difficilmente sono oggetto di commercio nazionale e internazionale e quindi non sono sottoposte ad esempio ai controlli supplementari effettuati dai laboratori della grande

---

<sup>212</sup> La rilevabilità di ogni microrganismo patogeno ha limiti diversi in funzione della sensibilità del metodo di analisi. La ricerca dei patogeni, a patto di rinunciare alla determinazione quantitativa e di accettare il concetto di presenza/assenza, può essere fatta applicando la tecnica del cosiddetto arricchimento, ovvero la dispersione di un'adeguata quantità di alimento (es. 25 g) in un brodo colturale privo di componenti selettivi in condizioni che favoriscano la crescita del patogeno medesimo. Aumenta quindi la probabilità che la presenza iniziale anche di una sola cellula possa essere rilevata. Si fa riferimento alla probabilità, perché non può essere escluso a priori che la contemporanea crescita di altri microrganismi nel terreno di arricchimento possa giocare un ruolo antagonista e quindi non permettere la crescita anche del patogeno di interesse.

distribuzione. Le Mozzarelle a latte crudo inoltre generalmente mantengono il requisito di avere brevissima shelf-life e questa caratteristica di fatto riduce sensibilmente la probabilità di crescita dei patogeni psicrotrofi, quali *Listeria*, durante la conservazione refrigerata.

Il combinato degli effetti di una temperatura di filatura “umida” eccessivamente bassa per ridurre le perdite di grasso, l’uso ripetuto di acqua di rassodamento riciclata per risparmio idrico ed energetico ma non trattata, l’uso di liquidi di governo non pastorizzati preparati con frequenza non quotidiana, una non sufficiente igiene di processo sono quell’insieme di elementi che possono consentire la presenza di batteri patogeni nella pasta della Mozzarella o almeno sulla sua superficie.

Il fatto che raramente o mai le analisi di controllo differenzino la ricerca tra superficie e interno della Mozzarella non permette di dimostrare l’origine prevalente della contaminazione e quindi su quali fasi del processo è prioritario orientare il necessario miglioramento.

Altri punti chiave che restano aperti sono dati dalla diversità dei limiti di tolleranza per i diversi patogeni. Il limite tollerato di presenza di *Salmonella* spp. è l’assenza in 5 unità campionarie da 25 g, mentre per *Listeria monocytogenes* il valore è differente in base alla capacità del formaggio di supportarne o meno la crescita durante la conservazione. Il limite diventa quindi l’assenza in 5 unità campionarie da 25 g per formaggi che ne supportano la crescita, misurata all’uscita dello stabilimento<sup>213</sup>, mentre sale a 100 ufc/g per i formaggi che non ne supportano la crescita, determinato al momento del consumo<sup>214</sup>. I limiti per altri microrganismi patogeni non sono

---

<sup>213</sup> Alimenti pronti che non costituiscono terreno favorevole alla crescita di *L. monocytogenes*: prodotti con  $\text{pH} \leq 4,4$  o  $a_w \leq 0,92$ , i prodotti con  $\text{pH} \leq 5,0$  e  $a_w \leq 0,94$ , i prodotti con un periodo di conservabilità inferiore a 5 giorni sono automaticamente considerati appartenenti a questa categoria. Anche altri tipi di prodotti possono appartenere a questa categoria, purché vi sia una giustificazione scientifica (Reg. UE 2073/2005).

<sup>214</sup>Questo criterio si applica se il produttore è in grado di dimostrare, con soddisfazione dell’autorità europea competente, che il prodotto non supererà il limite di 100 ufc/g durante il periodo di conservabilità. L’operatore può fissare durante il processo limiti intermedi sufficientemente bassi da garantire che il limite di 100 ufc/g non sia superato al termine del periodo di conservabilità. La tolleranza della presenza di *L. monocytogenes* fino a 100 ufc/gr è tuttavia un’indicazione europea non condivisa ad esempio negli USA ove il principio è ancora quello della cosiddetta *tolleranza zero*. Il limite di 100 deriva dai risultati di studi epidemiologici secondo i quali un individuo sano può tollerare l’ingestione di circa 10.000 cellule di *Listeria* senza andare incontro a morbilità. Considerando una dose di alimento di 100 g e una contaminazione di 100 ufc/g, il conto è presto fatto. Le ragioni della scelta possono

definiti dalla normativa europea, valendo solo il concetto che gli alimenti non devono nuocere alla salute.

Il punto cardine per *Listeria* diventa quindi quello della capacità del patogeno di duplicarsi nella Mozzarella, pasta o superficie che sia. I valori convenzionali di attività dell'acqua ( $a_w$ ) e pH, o loro combinazione, previsti dal Regolamento Comunitario 2073/2005 per definire la capacità di un alimento *ready to eat* di non supportare la crescita di *L. monocytogenes* non si riscontrano nelle Mozzarelle, che quindi se non altrimenti dimostrato, sono da considerare alimenti che supportano la crescita, se conservate per più di 5 giorni.

Se i valori di pH o  $a_w$  dell'alimento non inibiscono la capacità di crescita di *Listeria*, occorre valutare se esistono altri fattori, ad esempio la temperatura o la presenza di metaboliti, ma a tal fine il sistema oggettivamente si complica perché occorre eseguire studi di microbiologia predittiva, i cosiddetti *challenge test* oppure gli studi di durabilità, che a loro volta per essere giudicati affidabili devono rispondere ai requisiti previsti dalle Linee Guida del Laboratorio di Referenza europeo<sup>215</sup> e quindi, quale sia il tipo di approccio scelto (potenziale di crescita, velocità massima di crescita con contaminazione artificiale, durabilità con contaminazione naturale), nella loro realizzazione devono essere rispettate le condizioni indicate per evitare che l'interpretazione del significato dei risultati porti a conclusioni sbagliate<sup>216</sup>.

---

essere ipotizzate, ma nel cambio di impostazione comunitaria avutosi all'inizio di questo secolo (prima anche in Europa valeva la regola della *tolleranza zero*) ha probabilmente contato il ruolo dell'industria alimentare nel suo complesso (ad esempio, quella dei prodotti ittici) che di fronte a una contaminazione difficile da evitare in modo totale ha cercato un minimo parafulmine. La maggiore severità USA verso *Listeria* non può tuttavia essere considerata un esempio di maggiore attenzione generale alla sicurezza del consumatore, perché si ha il caso inverso rispetto all'Europa se si guarda alla diversa tolleranza verso le aflatossine.

<sup>215</sup>EU Reference Laboratory for *Listeria monocytogenes* Anses -Food Safety Laboratory, Maisons-Alfort, France

<sup>216</sup>[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety\\_fh\\_mc\\_technical\\_guida\\_nce\\_document\\_listeria\\_in\\_rte\\_foods.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_fh_mc_technical_guida_nce_document_listeria_in_rte_foods.pdf). Per potenziale di crescita  $\delta$ , la guida tecnica intende la differenza di carica espressa come  $\log_{10}$  ufc/g tra fine e inizio del test. Se il valore di  $\delta$  è  $> 0,5 \log_{10}$  ufc/g l'alimento si considera in grado di supportare la crescita. La velocità massima di crescita ( $\mu$ ) è invece rappresentata dalla pendenza della fase rettilinea della curva di crescita del microrganismo in fase esponenziale ed esprime l'incremento di carica al giorno, permettendo così di stimare in quanto tempo può essere raggiunto il valore massimo di crescita accettabile, nota la carica iniziale. I test di durabilità sono finalizzati a verificare la

E' quindi importante comprendere se e in che misura le Mozzarelle possono supportare la crescita di batteri patogeni e questa esigenza ha portato alla realizzazione di un numero significativo di studi i cui risultati sono talvolta diversi non solo in funzione del microrganismo studiato, ma anche nel caso dello stesso batterio. Molti sono i fattori che contribuiscono alla non univocità dei risultati. Fra questi, ruoli chiave sono giocati dalla complessità della biodiversità microbica, da differenze nelle condizioni applicate per fare il test e infine dalla diversità delle Mozzarelle, basti pensare al diverso pH delle Mozzarelle fermentate rispetto a quelle per acidificazione diretta. Ricci et al. (2022), a esempio, hanno verificato la non capacità di *L. monocytogenes* di crescere alla superficie di Mozzarella di Bufala Campana DOP attribuendo tale fenomeno alla competizione del microbiota superficiale. Tirloni et al. (2019) hanno invece osservato la capacità di crescere di *Listeria* in Mozzarelle ottenute per acidificazione diretta del latte con acido citrico, quindi con pH più favorevole, maggiore disponibilità di zuccheri residui e decisamente minore competizione microbica.

Uno dei problemi endemici dell'allevamento animale è stato la presenza di *Brucella*, da cui come ricordato nacque nello Stato di New York il primo obbligo legale a pastorizzare il latte per Mozzarella. La ricerca di *Brucella* spp. in formaggi a pasta filata di latte di bufala, vacca e misti ad esempio non ha evidenziato alcun campione positivo fra i 191 analizzati quando l'analisi è stata fatta con metodo colturale, mentre la ricerca del DNA ha evidenziato 18 campioni positivi (Capuano et al., 2013). La non capacità di crescita di *Brucella* presente in quei campioni assicura sulla loro non pericolosità al consumo, ma evidenzia la presenza di *Brucella* nella filiera e quindi che il processo è stato in grado di contenerla. Quale fase del processo? Purtroppo non lo sappiamo.

La capacità di *Escherichia coli* produttore di tossine, inoculato in cagliata, di sopravvivere alle condizioni di filatura in condizioni di laboratorio è risultata molto variabile e per avere un numero di riduzione decimali superiore a 5 si è dovuto superare la temperatura di 73°C, mentre una filatura con

---

capacità di crescita dovuta a contaminazione naturale dei campioni in analisi nelle condizioni previste di conservazione. Prevedono l'incubazione di un numero adeguato di campioni, proporzionale all'entità del lotto, al fine di dare risultati che possano essere interpretati con sufficiente accuratezza.

temperatura massima di 65°C ha ottenuto poco più di una riduzione decimale (Trevisan et al., 2017).

Senza aggiungere altri dati e senza volere creare allarmismi, ma introducendo la razionalità tipica della buona industria, occorre quindi osservare che le modificazioni del modo di produrre e dei tempi di consumo delle Mozzarelle richiedono di porre attenzione al tema della sicurezza microbiologica di questa varietà di formaggi. Già Mascarpone e Ricotta, derivati del latte il cui processo produttivo ha per altro profili termici ben più severi, hanno affrontato questo tema, così come la gran parte dell'industria e dell'artigianato della Mozzarella.

Per allungare la shelf life, il tema della sicurezza assume quindi un ruolo chiave in aggiunta a quelli già trattati.



Modi alternativi per abbinare conservazione e freschezza delle Mozzarelle ad elevata umidità

E' indubbio che almeno in Italia l'uso del liquido di governo abbia coinciso con l'inizio della storia di successo della Mozzarella, sia di bufala che di vacca, ma il desiderio di volere raggiungere mercati lontani ed allo stesso tempo avere una distribuzione efficiente con il minore spreco di Mozzarella invenduta deve confrontarsi con la comunque breve shelf life, generalmente non superiore a 30 giorni per le Mozzarelle italiane ad elevata umidità.

La surgelazione della Mozzarella

Uno dei modi di prolungare anche per molti mesi la durata di conservabilità della Mozzarella, sia a elevato che ridotto contenuto di umidità, è quello della sua surgelazione, possibilmente con tecniche di abbattimento rapido della temperatura, definite dall'acronimo IQF, Individual Quick Freezing (Alinovi et al., 2020 a).

Le caratteristiche di una Mozzarella surgelata allo scongelamento saranno in parte diverse rispetto a quelle iniziali del prodotto originariamente fresco perché la conservazione a temperatura negativa non arresta completamente i fenomeni enzimatici, in particolare la proteolisi (Alinovi et al., 2020 b). Inoltre, per quanto eseguite in modo tecnicamente corretto, le fasi di congelamento e scongelamento non possono impedire completamente fenomeni localizzati di migrazione di componenti tra fase congelata e frazione acquosa non congelata<sup>217</sup>.

Una delle conseguenze possibili è una parziale sfogliatura della superficie delle Mozzarelle a elevata umidità, fenomeno tuttavia che può avvenire anche nella Mozzarella conservata in liquido di governo a temperatura positiva. Il paradosso solo apparente è tuttavia che la superficie di una Mozzarella scongelata dopo mesi di stoccaggio così come le altre caratteristiche sensoriali possono risultare migliori rispetto a quelle che avrebbe avuto la stessa Mozzarella nelle fasi avanzate del periodo di shelf life

---

<sup>217</sup> La quantità di frazione acquosa non congelata dipende dal valore della temperatura negativa, che a sua volta ha un limite pratico dato dai costi industriali per la scelta di tecnologie che consentano di raggiungere il valore desiderato e da quelli energetici necessari anche al mantenimento di quella temperatura durante lo stoccaggio.

allo stato refrigerato, soprattutto quando la durata prevista è nell'ordine di 25- 30 giorni.

Così come per favorire la durata della shelf-life refrigerata esiste, o quanto meno dovrebbe esistere, un rapporto stretto tra qualità del latte e la tecnica di trasformazione, a maggiore ragione quando la Mozzarella è destinata alla surgelazione dovrebbe essere applicata la stessa logica, cercando di produrre un formaggio con caratteristiche tali da consentire una migliore risposta alle modificazioni indotte dal passaggio di stato fisico dell'acqua e del grasso da fluido a cristallino.

La surgelazione delle Mozzarelle a elevata umidità può essere fatta sia in presenza che in assenza di liquido di governo, esistendo pro e contro in entrambi i casi (Alinovi et al., 2020 c). Fra i principali temi da valutare, uno dei più evidenti è che la surgelazione con liquido di governo obbliga a trattare una massa circa doppia di prodotto già confezionato con velocità locali differenziate di abbassamento della temperatura<sup>218</sup>. Il congelamento del prodotto confezionato garantisce tuttavia l'assenza di manipolazioni successive e quindi crea minori rischi di post-contaminazione, e offre una tracciabilità più agevole. La surgelazione della stessa Mozzarella senza liquido di governo consente un evidente risparmio energetico e una più omogenea distribuzione del gradiente termico.

Lo scongelamento determina tuttavia una perdita di una parte più o meno importante di fase acquosa con peggioramento della percezione sensoriale. Lo scongelamento della Mozzarella surgelata senza liquido di governo mediante immersione in un nuovo liquido di governo può consentire di avere una Mozzarella di qualità accettabile (Alinovi et al., 2020 c). E' evidente che questa seconda opzione può comportare complicazioni gestionali qualora dovesse essere affidata al consumatore, mentre rappresenterebbe un problema minore qualora sia fatta dal caseificio o da un'azienda di ristorazione o catering.

Questa considerazione pone un ulteriore aspetto problematico, in quanto la durata della conservazione refrigerata dopo lo scongelamento di una Mozzarella a elevata umidità è in ogni caso breve, nell'ordine di giorni. La

---

<sup>218</sup>E' complicato ipotizzare uno spessore accettabilmente omogeneo del liquido di governo attorno alla Mozzarella se non progettando confezioni *ad hoc*. Una differenza di spessore genera quindi una diversa velocità di trasporto del calore e quindi un diverso gradiente termico nella forma di Mozzarella.

tecnica della surgelazione senza liquido si presta complessivamente bene per una distribuzione al consumatore allo stato surgelato in quanto il consumo quasi immediato quando riportata a temperatura positiva è un'abitudine invalsa con l'uso degli alimenti surgelati: il modo ottimale dello scongelamento richiederebbe tuttavia che il consumatore prepari da sé il liquido di governo. Facile, ma da fare. Il caseificio invece deve interagire con una rete distributiva e questo rende evidente che una breve durata di conservazione a temperatura positiva di refrigerazione diventa un limite all'applicazione dello scongelamento da parte del caseificio. L'azienda *ottimale* per l'utilizzo di Mozzarelle ad elevata umidità surgelate senza liquido di governo appartiene al canale della ristorazione, in quanto l'operazione di scongelamento in liquido può diventare una delle tante operazioni di cucina e il consumo della Mozzarella scongelata in giornata o in tempi molto brevi è assicurato.

La surgelazione della Mozzarella è una strada che a prima vista appare energeticamente poco sostenibile, ma nonostante i consumi energetici supplementari richiesti ha molti altri aspetti di sostenibilità: i) permette, anche alle piccole aziende di organizzare spedizioni via nave cooperando tra loro per il riempimento dei container anziché ricorrere al trasporto aereo; ii) la possibilità di stoccare la Mozzarella, prodotto altrimenti fresco rapidamente deperibile, può modificare il rapporto tra caseificio e distribuzione a favore del primo; iii) riduce i possibili maggiori sprechi tipici dei formaggi freschi grazie alla possibilità di gestire con più efficienza vendite, acquisto, conservazione domestica e consumo.

E' intuitivamente diverso il caso della Mozzarella a ridotta umidità, per la quale non si pone il tema del liquido di governo, ma si apre la possibilità di surgelazione previa opportuna riduzione di dimensioni in funzione dell'utilizzo che si prevede possa avere.

Già alla fine degli anni 1980 negli USA si brevettò la tecnica IQF per ottenere Mozzarella in forma di cubetti o listarelle capaci di mantenere la loro individualità, in modo tale che il *pizzaiolo* (ristoratore o industria) potesse distribuirli sulla pizza ancora allo stato congelato (Kielsmeier et al., 1991).

La surgelazione IQF di cubetti di Mozzarella, ad esempio in letto fluido, a parità di altre condizioni, è inoltre molto più veloce viste le ridotte dimensioni del singolo cubetto e quindi preserva meglio le caratteristiche iniziali del prodotto. Il confezionamento segue il trattamento termico e deve evitare

rialzi di temperatura superiori a quella di stoccaggio per evitare fenomeni di successiva ricristallizzazione, ragione per cui la temperatura di processo dovrà raggiungere temperature negative compatibili con i tempi e le condizioni di confezionamento e l'ingresso in cella di stoccaggio.

Il passaggio dalla surgelazione della Mozzarella per pizza, la prima tecnologia messa a punto, a quella della Mozzarella ad elevata umidità è quindi stato un passaggio naturale: anche l'industria italiana, sia le grandi aziende del Nord che quelle piccole del Sud, ha recepito che la surgelazione è uno strumento che permette di usare il traino del Made in Italy per raggiungere mercati lontani senza ricorrere al trasporto aereo e ai suoi costi ed entrare così in competizione con l'industria americana.

La Mozzarella liofilizzata

L'estensione del concetto di surgelazione ha portato all'applicazione della tecnica della liofilizzazione, ovvero la disidratazione della Mozzarella per sublimazione del ghiaccio a vapore in condizioni di vuoto. La durata di shelf-life è stimata da coloro che propongono in vendita tale prodotto anche oltre 25 o 30 anni<sup>219</sup>, grazie alla conservazione in assenza di umidità e ossigeno, anche per la presenza di assorbitori di ossigeno nella confezione. La lunghissima durata rende il prodotto adatto per essere inserito nel contesto della logica delle razioni di emergenza per uso militare o in caso di disastri.

La modalità di consumo della Mozzarella liofilizzata, oltre a quella classica di ingrediente alimentare propria di molti formaggi in polvere, può essere duplice: allo stato disidratato come snack, con proprietà di croccantezza, adatto in particolare anche al consumo outdoor, ad esempio per trekking, per la sua leggerezza fisica, oppure previa reidratazione in alternativa al prodotto fresco.

Una ricerca in rete digitando "*Mozzarella + freeze + dried*" sembra smentire l'idea che questa versione della Mozzarella sia una curiosità, ma apre un mondo di siti di vendita on line che commercializzano Mozzarella liofilizzata non solo in Nord America (Canada e USA), ma anche in Europa e in Italia<sup>220</sup>.

---

<sup>219</sup> Ad esempio si veda: <https://freezendried.com/shop/freeze-dried-Mozzarella-cheese/>;  
<https://mredpot.com/products/future-essentials-freeze-dried-shredded-pizza-cheese>

<sup>220</sup> <https://www.abbasciano.it/prodotti/liofilizzata-julienne>

La riproposizione della separazione delle fasi di produzione e filatura della cagliata, spostando la filatura in ambito del punto vendita o domestico

Una seconda alternativa per realizzare il doppio obiettivo di prolungare la durata di conservazione e allo stesso tempo di mangiare una Mozzarella con i requisiti del formaggio appena fatto è quello di rendere la filatura della cagliata, anche congelata, un'operazione fatta a richiesta al negozio o in ambito domestico nella propria cucina<sup>221</sup>.

Come già ricordato, la delocalizzazione delle operazioni di fabbricazione della cagliata e di filatura della medesima con l'ottenimento del formaggio fa parte della storia del caseificio delle paste filate, sia fresche che stagionate. Gli emigrati italiani a New York nella prima metà del 1900, oltre ad avere esportato la tecnica delle paste filate, avevano anche introdotto il metodo di delocalizzare la produzione della cagliata che avveniva in caseificio, conservata in ghiaccio e quindi trasportata ai "Lattichini" o latterie (*milk stores*) ove era eseguita la filatura per dare al cliente il prodotto fresco. L'ingresso delle catene dei supermercati nella distribuzione fece sparire alla fine degli anni 1950 "questo modo individualistico di completare la produzione della Mozzarella" (Kosikowski, 1960).

In realtà come spesso accade un fenomeno sociale cambia la sua rilevanza, ma non necessariamente sparisce completamente. Si legge oggi in rete che in USA si hanno tre tipi di Mozzarella ad elevata umidità: i) la Mozzarella fresca prodotta industrialmente; ii) la Mozzarella fresca prodotta artigianalmente (*handmade*); iii) la cagliata di Mozzarella che è disponibile per le gastronomie ove è lavorata con acqua calda per ottenere Mozzarella morbida<sup>222</sup>. A questi si deve aggiungere la Mozzarella filata direttamente a casa, seguendo le istruzioni fornite in video dal caseificio produttore della cagliata per Mozzarella fresca<sup>223</sup>, imitato anche da produttori italiani<sup>224</sup>.

---

<sup>221</sup> Anche se tecnicamente analoga, questa pratica di filare la cagliata congelata immediatamente prima del consumo non va confusa con quella applicata dai caseifici che filano cagliate conservate e poi vendono la Mozzarella, con la shelf life desiderata, come fosse stata ottenuta direttamente da latte, ma spesso senza comunicarlo al consumatore, per quanto questo ad oggi non sia previsto da alcuna normativa.

<sup>222</sup>[https://www.mozzco.com/Mozzarella\\_history](https://www.mozzco.com/Mozzarella_history)

<sup>223</sup><https://www.belgioioso.com/products/fresh-Mozzarella/>

<sup>224</sup> "Cagliata Fresca Formaggio Semilavorato. E' Lui il risultato della lavorazione del latte fermentato con l'aggiunta di soli SIERO INNESTO e CAGLIO. Pronto per essere lavorato e filato a casa Vostra, per consentirvi di vivere l'emozione di creare LE VOSTRE MOZZARELLE nel clima

199

Tale pratica, probabilmente con minore successo vista la facilità di trovare Mozzarella fresca, è stata proposta e talvolta riaffiora anche in Italia in negozi specializzati localizzati in aree di forte passaggio, quali i centri commerciali.

---

*migliore del mondo, che è quello della casa, portando nella famiglia una tradizione di secoli e secoli, anche se siamo già nel terzo millennio. Troverete sui nostri social e sul nostro sito un TUTORIAL da seguire per realizzare il tutto e assaporare la Mozzarella calda appena fatta".<https://saporidellemasserie.it/prodotto/cagliata-fresca/>*

Innovazione di prodotto nel settore della Mozzarella

Il successo globale della Mozzarella, nonostante la sua già grande diversificazione di caratteristiche, ha stimolato l'innovazione di prodotto, rivolta alla modificazione dei suoi componenti attraverso principalmente l'eliminazione del lattosio, l'incremento del contenuto di proteine e/o la riduzione di quello del grasso.

Le Mozzarelle "lactose free"

Il contenuto di lattosio di un formaggio deve essere inferiore a 0,1g/100 g perché in Italia possa essere definito "senza lattosio" o "lactose free", come prevede una circolare del Ministero della Salute<sup>225</sup> del 2015. Con nota successiva del 2016 lo stesso Ministero precisa che "nei prodotti lattiero-caseari in cui l'usuale processo di produzione porta all'eliminazione o alla riduzione del contenuto di lattosio possono essere riportate in etichetta le seguenti indicazioni...: "naturalmente privo di lattosio" quando il tenore residuo di lattosio, da riportare in etichetta, è inferiore a 0,1 g/100 g; 2. "naturalmente a ridotto contenuto di lattosio" (o espressione equivalente) quando il tenore residuo di lattosio, da riportare in etichetta, è inferiore a 0,5 g/100g.

La differenza tra un formaggio senza lattosio o naturalmente privo di lattosio risiede nel fatto che il primo è stato ottenuto delattosando il latte con l'impiego di lattasi prima della coagulazione, mentre nel secondo l'assenza di lattosio è conseguenza "naturale" del normale modo di fare quel formaggio.

La Mozzarella in taluni casi potrebbe rientrare nella categoria dei formaggi "naturalmente a ridotto contenuto di lattosio", soprattutto quando ottenute per fermentazione e filatura con abbondante acqua a perdere. Il trend in atto da diversi anni per cui l'alimento "senza" o "free" assume un valore superiore ha indotto l'industria a mettere in commercio Mozzarelle "senza lattosio", grazie appunto al trattamento preventivo del latte con lattasi.

La fermentazione di una cagliata ottenuta da latte con lattosio idrolizzato, quindi con glucosio e galattosio liberamente disponibili, può talvolta essere

---

<sup>225</sup><https://www.trovanorme.salute.gov.it/norme/renderNormsanPdf?anno=2021&codLeg=82695&parte=1%20&serie=null>

più rapida<sup>226</sup> rispetto a quella di una cagliata “tradizionale”, ma le differenze sul formaggio sono generalmente limitate e/o difficilmente percepibili. Uno studio su Mozzarella ad acidificazione diretta (Cingotta et al., 2021) ha tuttavia messo in evidenza una anticipazione di alcune modificazioni delle proprietà sensoriali nel caso di Mozzarella senza lattosio, collegata alla potenziale attività proteolitica del preparato di lattasi usato dal caseificio.

Le Mozzarelle “proteiche” e “fat free”

Il trend globale nel mondo occidentale finalizzato a valorizzare il contributo delle proteine alla nutrizione ha determinato anche nel settore lattiero-caseario l'introduzione di *claims* nutrizionali basati spesso sul valore della comunicazione piuttosto che su una sostanziale innovazione di prodotto. A fianco degli yogurt proteici, la versione moderna del tradizionalissimo yogurt colato di origine greca, la seconda decade del 2000 ha visto il lancio anche in Italia delle cosiddette Mozzarelle *proteiche*, in cui il rapporto tra proteine e grasso passa dal tradizionale valore di circa 1 a valori fino a 4, come nel caso della Mozzarella *Benessere High Protein* di Granarolo in cui il contenuto di proteine è nell'ordine di 20% e quello in grasso è ridotto a 5%.

La scelta di Galbani per la sua linea Santa Lucia ricca di proteine è invece più conservativa e, a fronte di un tenore di proteine prossimo a 20%, riduce meno il contenuto di grasso che si colloca attorno al 10%.

Anche le industrie casearie tedesca e svizzera inseguono questa tipologia di mercato, offrendo Mozzarelle proteiche con un ancora più elevato rapporto tra proteine e grasso, come nel caso del prodotto tedesco di Goldsteig (Tabella 3).

L'innovazione europea tuttavia appare un compromesso rispetto alla tipologia di Mozzarelle senza grasso o *fat free*, presenti sul mercato degli Stati Uniti disponibili sia in forma sminuzzata (*shredded*), come nel caso di Kraft e Polly-O o intera a blocco. La comunicazione punta in questo caso maggiormente sull'assenza di grasso, che ha come conseguenza l'aumento del contenuto proteico, agli stessi livelli o anche superiori rispetto alle Mozzarelle proteiche europee.

---

<sup>226</sup> La maggiore velocità di utilizzo del glucosio rispetto al lattosio sia da parte di *S. thermophilus* (Gilliland et al., 1972) che in coltura mista con *L. bulgaricus* (O' Leary et al., 1974) è nota da tempo



L'innovazione di Granarolo e Galbani e delle aziende europee consiste in realtà nel produrre Mozzarella a ridotto tenore di grasso e con elevata umidità, accompagnata a una buona durata di conservabilità, senza ricorrere all'uso di addensanti come nel caso di alcune Mozzarelle USA.

Azienda / Marca	Proteine	Grasso	Carboidrati	NaCl	Residuo secco (stima)	Rapporto grasso proteine	Ingredienti
<b>Mozzarelle "proteiche"</b>							
Granarolo Benessere High Protein	20	5	1,4	0,5	27,9	4,0	latte scremato pastorizzato, sale, caglio microbico, acido citrico
Galbani Santa Lucia Ricca di Proteine	19	10	2	0,6	32,6	1,9	latte parzialmente scremato pastorizzato, sale, fermenti lattici, acido citrico
Goldsteig Protinella Cammino d'Oro	23	2,6	1,5	0,5	28,6	8,8	latte, siero di latte concentrato, sale, caglio microbico, fermenti lattici, acido citrico
Crane High Protein Mozzarella (Aldi Suisse)	24	4,5	1	0,5	31	5,3	latte, sale, caglio, acido citrico
Zott Zottarella High Protein	18,5	8	1	0,5	29	2,3	latte, sale, caglio microbico, acido citrico
Trader Joe Shredded Lite Mozzarella cheese**	25	7,1	10,7	1,5	45	3,5	CULTURED PASTEURIZED PART-SKIM MILK, SALT, MICROBIAL ENZYMES, VITAMIN A PALMITATE, POTATO STARCH AND CELLULOSE (TO PREVENT CAKING) NATAMYCIN (MOLD INHIBITOR),
<b>Mozzarelle Fat Free (USA)</b>							
Kraft Shredded Fat Free Mozzarella cheese **	32,1	0	7,1	2,5	42,8		PASTEURIZED SKIM MILK, CHEESE CULTURE, SALT, YEAST*, ARTIFICIAL COLOR, ENZYMES, VITAMIN A PALMITATE, MODIFIED CORNSTARCH ADDED TO PREVENT CAKING, NATAMYCIN (A NATURAL MOLD INHIBITOR) *INGREDIENT NOT IN REGULAR MOZZARELLA CHEESE
Polly-O (Belgioioso) Mozzarella Fat Free Cheese **	25,0	0	<1 in 28g	2,0	<31,6		Pasteurized Skim Milk, Vinegar, Salt, Xanthan Gum (ingredient Not in Regular Mozzarella Cheese), Artificial Color, Enzymes, Vitamin A Palmitate.
Northwood cheeses- Lifetime Free Fat Mozzarella **	28,6	0	3,6	2,0	35,1		Skim Milk Cheese (Cultured Skim Milk, Salt, Enzymes), Nonfat Dry Milk, Water, Sodium Citrate, Natural Mozzarella Flavor, Lactic Acid, Xanthan Gum, Locust Bean Gum, Guar Gum

\* stima eseguita sommando un valore di 1% che considera il contributo dei minerali diversi da NaCl

\*\* calcolato dalle informazioni relative alla porzione da 28 g e quindi introducendo ulteriore arrotondamenti, oltre a quelli propri dell'etichetta nutrizionale, derivanti dal calcolo per esprimere il dato in %. Il contenuto di NaCl è stato calcolato a partire dal dato relativo al contenuto di sodio. NB Il valore dei carboidrati è ulteriormente influenzato dall'addizione di polisaccaridi usati come antiagglomeranti per i prodotti macinati. Il limite ammesso di antiagglomeranti è pari a 2%.

Tabella 3. Composizione indicativa ricavata dalle etichette nutrizionali ed elenco degli ingredienti di Mozzarelle proteiche e fat free del commercio

Le Mozzarelle a ridotto tenore di grasso mediante impiego dei cosiddetti “*fat mimetics*”

Un settore che periodicamente riceve attenzione è quello della produzione di Mozzarelle a ridotto tenore di grasso, soprattutto per Pizza, in cui per migliorare le caratteristiche sensoriali e nutrizionali una parte del grasso del latte è sostituita con i cosiddetti *fat replacers* o *fat mimetics*, ovvero sostanze sostitutive del grasso costituite da proteine del siero di latte micro-particolate, piuttosto che da amidi idrolizzati eventualmente miscelati con idrocolloidi quali xantani o gomme di guar (McMahon et al., 1996), o ancora da lipidi<sup>227</sup> (Rudan et al., 1998 b) con ridotto impatto calorico<sup>228</sup>. Le proteine di siero micro-particolate<sup>229</sup> presentano una struttura fisica globulare con diametro di 0,1-3 micrometri, comunque inferiore a 15, che permette di fare percepire al palato una sensazione cremosa senza evidenziare quella delle singole particelle. I *fat replacers* a base di carboidrati o lipidi sono invece presentati in forma di emulsione che si integra nel reticolo proteico assieme al grasso naturale del latte.

Il fatto che non ci sia un’interazione forte tra questi sostituti e le caseine non altera le proprietà di filabilità della cagliata e di fusione della Mozzarella quando cotta in forno.

---

<sup>227</sup> Salatrim, ad esempio è l’acronimo derivato da Short And Longchain Acyl Triglyceride Molecules, ovvero una combinazione di trigliceridi sintetici costituiti da acidi grassi a corta e lunga catena, preparata mediante interesterificazione non enzimatica di triacetina, tripropionina, tributirina, o della loro miscela, con olio idrogenato di canola, soia, semi di cotone o girasole, ricchi quindi di acido stearico. Salatrim in Europa è stato autorizzato come nuovo ingrediente alimentare per prodotti da forno e pasticceria con l’avvertenza che un consumo eccessivo può provocare disturbi gastrointestinali (Gazzetta Ufficiale Unione Europea L326 del 13/12/2003).

<sup>228</sup> Il valore calorico di 1g di Salatrim è di 6 Kcal a fronte del valore di 9 Kcal/g di grasso (Reg CE 1169/2011 Allegato XIV)

<sup>229</sup> Le proteine di siero micro-particolate sono commercializzate come prodotto pronto per l’uso, ad es. Simplese® (<https://www.cpkelco.com/products/microparticulated-whey-protein-concentrate/simplese/>) o ottenibili direttamente in caseificio dal proprio siero di latte mediante concentrazione per ultrafiltrazione e trattamento termico-meccanico che determina l’aggregazione tra proteine e la formazione di particelle globulari, con linee di processo proposte da molte delle grandi industrie della meccanica alimentare (ad esempio APV LeanCream™ Process; Alpma, CreamoProt™ Process, Tetrapack, Tetra Therm Micropart™)

## La resa di caseificazione del latte a Mozzarelle

La resa o rendimento di caseificazione esprime la massa di formaggio ottenuta da 100 kg di latte e il suo valore è compreso in un larghissimo intervallo che va dal 9-10% delle Mozzarelle per pizza a ridotto tenore di grasso per arrivare al massimo di circa 34% nel caso di alcune Mozzarella di Bufala Campana DOP artigianali a consumo molto rapido.

Il range di valori puramente indicativi della resa *grezza* di trasformazione del latte intero di vacca in Mozzarella ad elevata umidità (58-63% circa) è generalmente compreso tra 12 e 16%.

Il Ministero dell'Agricoltura<sup>230</sup> nel 2003, ai fini del controllo del rispetto delle cosiddette *quote latte*, stabilì che era corretto utilizzare 7,92 kg di latte per ottenere un 1 kg di Mozzarella, ovvero che la resa era pari a 12,6%.

Per il latte di bufala la resa *grezza* può essere compresa tra 23 e 29%, senza escludere la presenza di valori esterni a tale intervallo. Assolatte nei suoi report annuali sul settore lattiero caseario nazionale indica che servono 4 kg di latte per ottenere 1 kg di Mozzarella di Bufala Campana, ovvero stima una resa del 25%.

La resa così espressa o resa *grezza* in realtà racconta tuttavia solo una storia parziale in quanto la resa reale dipende non solo dalle caratteristiche del latte, in particolare il contenuto di caseina e grasso, ma anche da quelle del formaggio, in particolare dal suo contenuto di acqua o umidità che, come visto, è elemento molto variabile in quanto svolge un ruolo chiave nel definire la struttura e la durata di shelf life della Mozzarella.

Per meglio comprendere la relazione tra composizione di latte e resa di trasformazione in formaggio è utile ricorrere al concetto di recupero percentuale di ogni componente, ovvero quanta parte di ciascun componente del latte, non solo grasso e caseina ma anche acqua, si ritrova nel formaggio. Una volta definita quella che deve o dovrebbe essere la composizione del formaggio, maggiore il recupero, maggiore la resa.

Nel caso della Mozzarella, la filatura complica la comprensione di questa relazione in quanto, come visto, in funzione di come è realizzata l'operazione

---

<sup>230</sup>Decreto Ministero delle Politiche Agricole e Forestali 31 luglio 2003 Modalità di attuazione della legge 30 maggio 2003, n. 119, concernente il prelievo supplementare nel settore del latte e dei prodotti lattiero-caseari. (GU n. 183 del 8-8-2003)

di filatura può determinare un bilancio positivo o negativo tra la massa di cagliata in ingresso e la massa di pasta filata in uscita. L'assorbimento di acqua da parte della cagliata durante la filatura, quando accade, dipende a sua volta in larga parte dalle caratteristiche della cagliata, per cui la regola *aurea* è che una cagliata *asciutta* può assorbire più acqua di una più umida.

Il risultato finale in termini di resa è quindi il risultato della combinazione di due fasi, la produzione della cagliata e la sua filatura, che devono essere coordinati e finalizzati a dare un formaggio con la massima resa possibile in funzione dei requisiti previsti per la Mozzarella e la durata attesa di conservazione.

Per massimizzare la resa di trasformazione del latte in cagliata, ovvero raggiungere la perfezione "*matematica*" del processo, lo schema sarebbe quello di concentrare tutte le proteine del latte magro per ultrafiltrazione, aggiungendo quindi la quantità di crema precedentemente separata funzionale ad avere un concentrato con la composizione chimica analoga a quella attesa per la cagliata. Tale fluido, dopo correzione del pH funzionale a consentire la filatura, modificherebbe quindi la sua struttura grazie alla coagulazione enzimatica della caseina ed eventualmente implementerebbe il suo gusto grazie alla fermentazione lattica, senza ulteriore separazione di siero. Questa tecnica, proposta negli USA già negli anni 1970 da Covacevich et al. (1978) è l'applicazione alla Mozzarella degli studi e del brevetto MMV dalle iniziali dei cognomi dei tre francesi Maubois, Moquot e Vassal (1969) che furono i *genitori* delle tecniche di caseificazione senza spurgo di siero con latte concentrato attraverso membrana.

La filatura "*a secco*", quale quella con vapore, senza quindi ulteriori scambi di materia, se non l'assorbimento del vapore condensato, grazie all'assenza di cessioni di grasso e sostanze solubili all'acqua di filatura tipica dei sistemi di filatura *umida* con acqua, sarebbe il complemento, matematicamente *perfetto*, della precedente fase di produzione della cagliata che permetterebbe di aumentare la massa di cagliata proporzionalmente alla quantità di condensa assorbita.

La Mozzarella ottenuta con un tale processo avrebbe tuttavia caratteristiche diverse da quelle di molte delle Mozzarelle in commercio, non fosse altro perché conterebbe anche le sieroproteine e i peptidi quali il caseinomacropetide idrolizzato dal caglio, con la relativa influenza su gusto e struttura del formaggio.

Nella grande maggioranza delle realtà produttive di Mozzarella non si applica quindi la tecnologia di coagulazione del concentrato senza spurgo di siero, ma si ricerca l'ottimizzazione del recupero di grasso e proteine attraverso l'uso di coagulanti e condizioni di coagulazione e di taglio del coagulo idonee a consentire la massima ritenzione possibile di grasso e caseina, introducendo se il caso anche l'omogeneizzazione del grasso del latte. La ritenzione di una corretta quantità di acqua è probabilmente il punto più difficile da realizzare in modo quantitativo e riproducibile in quanto dipende dall'interazione tra accuratezza della standardizzazione della composizione del latte e la riproducibilità delle operazioni associate alla separazione del siero dal coagulo (coagulazione, taglio del coagulo, acidificazione), funzione dell'abilità del casaro e dell'efficacia degli strumenti e dei sistemi di controllo a sua disposizione.

Ogni modificazione di ciascuna delle operazioni di caseificio finalizzate a ottimizzare la resa ha ovviamente un costo addizionale rispetto ai sistemi produttivi della tradizione e tale costo può trovare giustificazione e quindi determinare redditività aggiuntiva in proporzione alla quantità di formaggio prodotta giornalmente.

Questa relazione tra sostenibilità economica dei costi dell'innovazione di processo e dimensione aziendale nel caso della Mozzarella non è sempre necessariamente vera, perché come già tante volte ricordato con il nome di Mozzarella si identifica una pluralità di formaggi diversi.

Paradossalmente il piccolo caseificio tradizionale che fila cagliata da latte non standardizzato e ottenuta con caglio animale e colture naturali usando acqua bollente senza alcun riciclo, ovvero nelle condizioni di peggiore recupero di grasso e caseina, può avere la resa *grezza* più elevata in assoluto perché le Mozzarelle possono essere ricchissime di umidità apportata dalla filatura, proprio in quanto destinate al consumo immediato. Tale maggiore contenuto di acqua determina la succosità della Mozzarella e compensa in termini di peso del formaggio le perdite di grasso e proteina nell'acqua di filatura.

L'industria, soprattutto la grande, deve invece fare fronte alla ricerca di una shelf life più lunga possibile e quindi ha limiti più stringenti al contenuto di acqua del prodotto. Per quanto riesca a ridurre le perdite di grasso e caseina, questa riduzione può non compensare l'effetto sulla massa di Mozzarella

ottenibile dovuta al minore contenuto in acqua, per quanto questo resti importante.

Talvolta l'industria, così come qualche artigiano, cerca di aumentare la quantità di acqua della Mozzarella e con essa la resa di trasformazione inglobando nel formaggio le sieroproteine che, grazie alla loro elevata capacità di idratazione, consentono di trattenere acqua in una forma più stabile che quindi non è rilasciata nel liquido di governo durante la shelf life. Possibili modificazioni della Mozzarella sono una minore elasticità e sensazione di succosità alla masticazione. Se tuttavia il consumatore accetta questa diversa qualità iniziale del prodotto, lo può consumare dopo un tempo maggiore senza percepire quelle modificazioni del formaggio legate alla transizione delle forme dell'acqua nella Mozzarella che tipicamente avvengono durante la shelf-life.

Il metodo classico per ottenere tale effetto di maggiore idratazione delle proteine è quello del trattamento termico del latte a temperatura elevata (80-90°C) per tempo (superiore ai 15-20 secondi tipici della pastorizzazione canonica del latte per caseificio) sufficiente a determinare l'aggregazione delle sieroproteine alle due frazioni di caseina ( $k$  e  $\alpha_{S2}$ ) ricche di cisteina. Qualora inoltre si voglia esaltare tale fenomeno aumentando anche il contenuto di sieroproteine della cagliata, allora la scelta può essere quella di aggiungere al latte siero-proteine concentrate recuperate dal siero, eventualmente integrate con un trattamento di omogeneizzazione per non penalizzare il recupero del grasso più complicato a causa della minore forza del reticolo proteico che si ottiene quando si coagula latte trattato termicamente (Punidades et al., 2007).

La ricerca dell'ottimizzazione del contenuto di acqua della Mozzarella in forma più stabile può passare anche attraverso l'uso di starter produttori di esopolisaccaridi (EPS) (Petersen et al., 2000) con i quali migliorare anche il comportamento durante la cottura in forno di Mozzarella a ridotto contenuto di grasso (Zisu et al., 2005) o il trattamento del latte con l'enzima fosfolipasi (Lilbaek et al., 2007)<sup>231</sup>.

---

<sup>231</sup> La fosfolipasi A1 ha la funzione di convertire i fosfolipidi di membrana del globulo di grasso in lisolipidi, molecole più idrofile dei fosfolipidi da cui originano. Tale modificazione, grazie alla maggior ritenzione di grasso e alla riduzione della mobilità dell'acqua che ne consente una maggiore ritenzione nel formaggio, modifica la struttura della Mozzarella e consente una resa di caseificazione maggiore. L'uso di questo enzima è promosso a livello commerciale, ad

Un'altra tecnologia è basata infine sull'aggiunta al latte dell'enzima transglutaminasi<sup>232</sup> la cui attività modifica la struttura delle proteine creando legami tra acido glutammico e lisina e con essi nuove interazioni nelle caseine e tra caseine e sieroproteine. La formazione di questo network proteico più organizzato consente un migliore recupero non solo della frazione sieroproteica, ma anche di grasso e umidità (Metwally et al., 2007).

E' evidente che queste ultime tecniche hanno generalmente migliori possibilità di applicazione nelle Mozzarelle a ridotto contenuto di umidità.

Dovrebbe tuttavia essere altrettanto evidente come ognuna delle molte variabili che influenzano la ritenzione dei componenti del latte nel formaggio può essere gestita con effetti più o meno rilevanti per migliorare la resa di trasformazione di ognuna delle varietà di Mozzarella.

Le equazioni predittive della resa

La previsione di quale sarà la resa di trasformazione del latte in lavorazione sulla base della sua composizione è uno strumento efficace per controllare la riproducibilità delle operazioni del processo produttivo e quindi che il sistema stia operando sotto controllo. Inoltre tale previsione consente al caseificio di stabilire il valore economico del latte che acquista o fornito dai soci qualora sia una cooperativa. Le equazioni predittive sono inoltre uno strumento con cui il caseificio, a parità di rapporto tra grasso e caseina del latte in lavorazione, può valutare la convenienza economica di produrre più formaggio fortificando il tenore proteico del latte aggiungendo proteine, oppure produrre meno formaggio e vendere grasso di latte, qualora il prezzo di panna o burro dia maggiori profitti rispetto al formaggio.

Nel tempo sono state elaborate decine di equazioni predittive (Emmons et al., 1990), con diverso grado di accuratezza e parallela richiesta di un tasso crescente di informazioni per la loro elaborazione. Esistono

---

esempio, da Chr. Hansen con YieldMax [https://www.chr-hansen.com/\\_media/files/chrhansen/home/food-cultures-and-enzymes/cheese/yieldmax-improving-cheese-and-yield-trifold.pdf](https://www.chr-hansen.com/_media/files/chrhansen/home/food-cultures-and-enzymes/cheese/yieldmax-improving-cheese-and-yield-trifold.pdf)

<sup>232</sup> Anche la transglutaminasi è enzima disponibile commercialmente (ad esempio BDF Probind, <https://www.bdfingredients.com/en/transglutaminase-products.html?prod=bdf-probind>) ed il suo uso è stato indicato per la produzione di Mozzarella anche da aziende italiane di ingredienti per il settore caseario ([https://en.calzacemente.it/admin/stampa\\_scheda.php?id=SRV0000000314&lingua=en](https://en.calzacemente.it/admin/stampa_scheda.php?id=SRV0000000314&lingua=en))



fondamentalmente due tipi di equazioni predittive, uno teorico basato sulla misura del recupero dei componenti del latte nel formaggio e l'altro di tipo empirico fondato sull'osservazione della relazione tra composizione del latte e quantità di formaggio ottenuto.

L'equazione predittiva della resa più famosa è quella proposta nel 1909 da Van Slyke e Publow per il Cheddar americano

$$Yield\ of\ cheese = \frac{(Fat - 0.07 Fat + Casein - 0.10) \times 1.09}{1.00 - Water\ in\ cheese\ (expressed\ as\ hundredths)}$$

in cui al numeratore:

- a) al contenuto % di grasso del latte (*fat*) si sottrae una quota fissa del suo valore, ovvero il valore percentuale del grasso totale moltiplicato per 0,07. Questo coefficiente considera quindi un recupero di grasso dal latte al formaggio pari al 93%, ovvero perdite nel siero del 7%;
- b) al contenuto % di caseina del latte è sottratto un valore fisso di 0,1 che sottrae la perdita di caseina nel siero;
- c) il fattore 1,09 rappresenta i costituenti solidi del formaggio diversi da caseina e grasso (es. sale aggiunto, minerali ed acidi organici) che contribuiscono a determinare la quantità totale di formaggio con umidità al 37%.

mentre al denominatore si trova la frazione del residuo secco (o solidi totali) del formaggio, espressa in centesimi di unità.

L'equazione di Van Slyke e Publow predice la resa facendo riferimento alla % di recupero dei costituenti solidi del latte nel formaggio Cheddar in rapporto al contenuto di solidi del medesimo, in relazione a sua volta con il contenuto di acqua. Maggiore quest'ultimo, maggiore tendenzialmente la resa.

Le percentuali di recupero di grasso, proteine e altri solidi sono legate alle caratteristiche della tecnologia dei singoli formaggi, così come la % di umidità e l'affidabilità dei risultati dell'equazione è legata alla riproducibilità delle operazioni della caseificazione che influenzano in particolare il contenuto di acqua del formaggio.

La filatura, come illustrato, viste le sue differenti modalità di esecuzione complica e differenzia i recuperi di grasso e acqua anche per il medesimo tipo di formaggio, nel caso la Mozzarella, e quindi riduce l'accuratezza di un'equazione predittiva con valore generale.

A tal fine l'equazione di Van Slike e Publow è stata generalizzata da Barbano a tutti i formaggi non solo rendendo variabile il fattore di recupero del grasso, ma introducendo riferimenti al contenuto di calcio fosfato colloidale, ai solidi non grassi del siero e al contenuto di sale del formaggio. L'applicazione alla Mozzarella Low Moisture Part Skim è quindi stata fatta da Rudan et al. (1999) e da Margolies et al. (2017).

L'equazione generale di Barbano è la seguente:

$$Resa\ del\ formaggio = \frac{(A + B + C)}{1 - \left[ \frac{umidità\ formaggio + NaCl\ formaggio}{100} \right]}$$

in cui

A è il grasso del latte recuperato nel formaggio ed è così calcolato:

$$A = \% \text{ grasso latte } \times \frac{\% \text{ recupero grasso nel formaggio}}{100}$$

B è la caseina del latte più il calcio fosfato colloidale recuperati nel formaggio ed è così calcolato:

$$B = (\% \text{ caseina latte} - 0,1) \times \text{fattore ritenzione calcio fosfato}$$

C rappresenta gli altri solidi del latte recuperati nel formaggio diversi da grasso, caseina e calcio fosfato colloidale, ovvero i componenti non grassi del siero presenti nella frazione acquosa del formaggio, ed è così calcolato:

$$C = \left[ \left( \frac{A + B}{1 - \frac{umidità\ \% \ formaggio}{100}} \right) \times \frac{residuo\ secco\ magro\ \% \ formaggio}{100} \right] \times SEF$$

In cui SEF = Fattore Esclusione Soluta

La soluzione dell'equazione richiede molte più informazioni di quelle chieste da Van Slike e Publow (1909) e quindi un supporto analitico forte, oggi in parte reso attuabile grazie all'utilizzo di metodi secondari di analisi quali quelli nel vicino infrarosso (NIR), che possono introdurre per altro fattori supplementari di incertezza di misura.

Il fattore di ritenzione del calcio fosfato è un valore che nel caso della Mozzarella Low Moisture Part Skim è stimato nell'ordine di 1,090 (Metzger et al., 2000), mentre SEF rappresenta la frazione di acqua disponibile nel formaggio per tenere in soluzione i solidi del siero, ad esclusione quindi della cosiddetta acqua legata alle proteine. Il valore di SEF può essere calcolato secondo l'equazione  $SEF = 0.0142x + 0.1631$ , in cui x corrisponde all'umidità percentuale del formaggio (Neocleous et al., 2002).

Le equazioni empiriche di predizione della resa invece possono essere elaborate senza avere conoscenza delle perdite di grasso e caseina nel siero, del fattore di recupero dei componenti minori o del contenuto di acqua del formaggio. Il loro maggiore limite risiede tuttavia nel fatto che si possono applicare con risultati accettabili esclusivamente alla tipologia di formaggio per cui sono state elaborate e nella misura in cui la tecnologia di produzione adottata dal caseificio ricalca quella con cui sono stati ottenuti i formaggi sulla base dei quali è stata costruita l'equazione. Nella pratica questo limite significa che la composizione chimica del formaggio non dovrebbe essere eccessivamente influenzata dalla variabilità del modo con cui è ottenuto il formaggio, perché fatto seguendo una metodica sufficientemente riproducibile, e la variabile principale diventa quindi la composizione del latte.

Altiero et al. (1989) hanno sviluppato ad esempio per la Mozzarella di Bufala la seguente equazione:

$$Resa \% = \frac{kg\ latte \times [(3,5 \times proteina \% latte) + (1,23 \times grasso \% latte) - 0,88]}{100}$$

L'equazione, il cui scopo era quello di avere uno strumento per definire il prezzo del latte, è stata ricavata da uno studio svolto in un singolo caseificio, nel quale la cagliata era stata ottenuta secondo la tecnologia in uso al caseificio e filata a pH 4,8 con una massa di acqua bollente in proporzione costante.

La stessa equazione predittiva di Altiero et al. (1989) continua oggi a essere utilizzata da DQA (Dipartimento Qualità Agroalimentare), organismo di controllo della Mozzarella di Bufala Campana DOP, come mezzo per stimare la coerenza dei dati quantitativi di latte e derivati trasformati forniti al sistema di tracciabilità previsto dal Ministero dell'Agricoltura. DQA afferma

che “.. la resa di trasformazione può variare in un range compreso tra 19% e 34%, in quanto la percentuale di grasso varia da 5,5% a 13%, mentre la percentuale di proteine varia da 3,8% a 5,5%”<sup>233</sup>. DQA estende in realtà il range di applicazione dell’equazione empirica di Altiero che è stata costruita su intervalli più stretti di contenuto di proteine (3,9-4,6%) e grasso (7,2 e 9,2%) del latte.

Per la Mozzarella di Bufala non sono note ad oggi altre equazioni predittive della resa, in quanto il lavoro di Zicarelli et al. (2007) è genericamente rivolto a prevedere la resa di trasformazione del latte di bufala in formaggio fresco dopo 4 e 28 h, ma non ha considerato la filatura della cagliata, per altro ottenuta a livello di laboratorio, così come quello successivo di Cipolat-Gotet et al. (2015). Inoltre entrambi i lavori sono stati fatti con lo scopo principale di verificare la potenzialità di trasformazione del latte bufalino, con test eseguiti in laboratorio su piccoli volumi di latte, senza affrontare la complessità del processo produttivo della Mozzarella di bufala.

---

<sup>233</sup> Allegato B del Piano dei Controlli autorizzato dal Ministero dell’Agricoltura, Bilancio di massa resa latte in formaggio, Rev. 00 del 13/06/2022

## Aspetti gestionali e di sostenibilità della produzione di Mozzarelle

Fra i driver che orientano le scelte di gestione industriale della produzione di Mozzarelle, oltre alla specificità del singolo prodotto in questa famiglia *diffusa*, a parità di *qualità*, come essa sia definita, entrano fattori legati alla produttività, e quindi al delicato equilibrio tra costi di investimento e del lavoro, e alla sostenibilità ambientale.

### La produttività: sistemi discontinui vs continui

La condizione *sine qua non* che la cagliata sia adeguatamente demineralizzata per consentirne la filatura è stata ed è probabilmente il punto dirimente sulla scelta di come organizzare la gestione della caseificazione, scegliendo tra la tecnica tradizionale della fermentazione lattica della cagliata, quella dell'acidificazione diretta del latte o una combinazione tra le due.

La fermentazione lattica della cagliata, anche quando affidata a starter selezionati, introduce un fattore di variabilità rispetto alla riproducibilità della durata dell'operazione, cui si aggiungono ulteriori vincoli di tempo che possono diventare anche molto stringenti, in quanto la cagliata in fermentazione resta in condizioni ottimali di filatura solo per un breve intervallo di tempo, se non refrigerata<sup>234</sup>. Trascorso tale periodo la cagliata diventa eccessivamente demineralizzata e diventa necessario modificare le condizioni di filatura se si vuole ottenere una Mozzarella con caratteristiche ancora accettabili.

Accettando che il pH sia una misura corretta della demineralizzazione della cagliata<sup>235</sup>, e ipotizzando che l'intervallo di pH accettabile per gestire l'operazione di filatura con modalità standard sia di 0,15 unità, es. tra 5,25 e 5,10, la durata della fermentazione della cagliata per abbassare il pH da 5,25 a 5,10 è legata a molteplici aspetti dati in misura principale dalla specifica

---

<sup>234</sup> La refrigerazione della cagliata rimanda alla pratica di separare il momento (e il luogo) della sua produzione da quello della filatura. La minore sostenibilità energetica di tale pratica è evidente considerando semplicemente l'energia da utilizzare per il raffreddamento e la maggiore quantità di calore poi necessaria per la filatura.

<sup>235</sup> La condizione è accettabile per una composizione definita della cagliata che garantisce eguale potere tampone e quindi una modificazione di pH riproducibile

attività dello starter come modulata dal pH e dalla temperatura della cagliata.

Se tale durata, sempre per ipotesi, fosse di 15 min, questo significa che usando un sistema discontinuo di coagulazione, la massa di cagliata derivante da quel sistema deve essere filata in quel lasso di tempo. Deve cioè esistere perfetta coerenza tra la massa di cagliata pronta da filare e la capacità di filatura, sia essa meccanica che manuale, continua o discontinua. A maggiore ragione, usando un sistema continuo di coagulazione, la portata oraria di produzione di cagliata deve essere coerente con la capacità oraria di filatura della cagliata medesima.

Nel caso della Mozzarella per acidificazione diretta si riduce sensibilmente il vincolo del tempo utile di filatura legato al rischio di un eccesso di demineralizzazione. Tale vincolo non sparisce completamente perché resta comunque quello secondario, meno forte, legato alla variazione del contenuto di umidità della cagliata, che può diminuire a causa del proseguimento dello spurgo del siero. Quest'ultimo fattore ha per altro peso diverso in funzione dell'umidità obiettivo della cagliata, considerando che la velocità di spurgo del siero ha un andamento esponenziale decrescente. La produzione di una cagliata più *asciutta* riduce la variazione di umidità durante l'attesa per la filatura, che quindi può essere eseguita per un tempo maggiore in condizioni standard, senza doverle adeguare alle mutate caratteristiche della cagliata<sup>236</sup>.

Inoltre deve essere considerata la possibile variazione di temperatura della cagliata che richiederebbe una compensazione sul lato della temperatura e/o della quantità impiegata del fluido di filatura.

---

<sup>236</sup> La variazione delle condizioni di filatura al variare delle caratteristiche della cagliata implica che tali caratteristiche siano correttamente monitorate. La misura del pH come detto è misura indiretta e quindi andrebbe misurato il contenuto di calcio colloidale. In linea di principio i metodi di analisi nell'infrarosso potrebbero permettere di raggiungere questo obiettivo, a condizione che sia possibile effettuare una misura rappresentativa, ovvero che la cagliata abbia una composizione omogenea. Una cagliata più asciutta ha maggiore probabilità di avere tale requisito proprio perché subisce meno l'effetto della prosecuzione dello spurgo del siero. L'uso di sistemi di misura nell'infrarosso della composizione della pasta filata all'uscita della filatrice permette di verificare la correttezza dell'assorbimento di acqua e la coerenza delle caratteristiche della pasta filata rispetto a quelle attese, ma come tutti i controlli a posteriori esprime una valutazione *ex post* che non può prevenire l'eventuale non conformità, ma è comunque utile a segnalare la necessità di un intervento per riportare la situazione sotto controllo.

Mentre per le fasi di filatura, rassodamento e confezionamento delle Mozzarelle i vantaggi dei sistemi continui sono evidenti non appena la quantità di cagliata da filare giustifica l'investimento economico, l'uso di sistemi continui per la produzione della cagliata deve confrontarsi con la loro complessità, soprattutto nel caso sia stata scelta la via fermentativa.

I sistemi continui offrono grandi vantaggi in termini di produttività e standardizzazione rispetto all'uso anche di grandi vasche polivalenti di coagulazione, ma richiedono di operare in condizioni standard sotto controllo. L'intelligenza è quella di non creare da un lato condizioni troppo rigide che esaltino al massimo la produttività ma che riducono la possibilità di intervenire in caso di bisogno, e dall'altro lato il *prezzo* da pagare è quello della rinuncia preventiva a fattori prevedibili di variabilità che possano eccedere l'elasticità del sistema progettato. Un esempio classico è la scelta del tipo di starter: l'uso di colture naturali presenta un rischio di minore riproducibilità già nel corso della giornata a causa dello stress acido che la coltura subisce in attesa di essere utilizzata, cui si somma la variabilità relativa alle caratteristiche della coltura riferita alle diverse giornate di utilizzo. Usando sistemi continui è generalmente preferibile usare starter selezionati a inoculo diretto o meglio ancora eliminare il fattore biologico scegliendo la via dell'acidificazione diretta.

### La sostenibilità ambientale del processo produttivo

Un punto sempre più centrale delle scelte di gestione dei processi produttivi, oltre che della comunicazione aziendale, è legato alla sostenibilità del loro impatto sull'ambiente.

La sostenibilità complessiva di una filiera alimentare è ormai da più di un decennio valutata con il metodo del cosiddetto Life Cycle Assessment (LCA) che parte dalla produzione primaria del latte per arrivare al consumo dell'alimento, considerando l'impatto ambientale complessivo a partire dall'esaurimento delle risorse abiotiche, compresi i combustibili fossili, il riscaldamento globale, il consumo dello strato di ozono, la tossicità per l'uomo, e gli ambienti acquatici (acque dolci e marine) e terrestri, l'ossidazione fotochimica, l'acidificazione e l'eutrofizzazione.

Diversi studi sono stati fatti sull'impatto della produzione di Mozzarelle e, come per gli altri formaggi, c'è concordanza nel ritenere che sia la produzione primaria di latte ad avere gli effetti di maggiore impatto.

Ciò nonostante gli studi di LCA, nelle parti riferite alla trasformazione industriale del latte, offrono informazioni interessanti per quantificare il fatto evidente che la produzione di Mozzarelle è un processo che può consumare molta più acqua rispetto ai formaggi non a pasta filata e che nel tempo è diventato sempre più energivoro, grazie all'introduzione della pastorizzazione del latte, dei sistemi di trattamento dell'acqua di filatura e del liquido di governo, della maggiore igiene di processo per la parte legata alla detergenza degli impianti. L'igiene e la ricerca di una maggiore durata di shelf life impattano inoltre sul confezionamento e sui materiali.

I consumi di acqua necessari a produrre in Italia 1 kg di Mozzarella di vacca a elevata umidità sono stati stimati essere compresi tra 18 e 25 kg (Palmieri et al., 2017; Dalla Riva et al., 2017), mentre Berlese et al. (2019) indicano un consumo di circa 11 kg per produrre 1 kg di Mozzarella di latte di bufala in un piccolo caseificio del Nord Italia. Al di là dei numeri che possono essere influenzati dai metodi e dall'accuratezza di raccolta del dato, per cui è possibile trovare in letteratura anche dati con consumi più alti per formaggi non a pasta filata (Finnegan et al., 2018), è evidente rispetto a un formaggio a pasta non filata il contributo in eccedenza dato dall'acqua usata per il rassodamento e raffreddamento della Mozzarella appena formata, cui si sommano quelli per la filatura e il liquido di governo.

L'introduzione di sistemi di recupero, trattamento e riutilizzo dell'acqua di rassodamento, così come la filatura a vapore, possono ridurre significativamente i consumi di acqua potabile, la pregiata *acqua blu* come classificata negli studi sul *water footprint*, ma l'uso di questi sistemi può avere un costo energetico supplementare che appesantisce la *carbon footprint* dell'alimento.

Come visto, la filatura a vapore può rappresentare un risparmio energetico a parità di temperatura di filatura, mentre l'abbassamento della temperatura di filatura "umida" rappresenta sia un risparmio energetico che un potenziale migliore recupero di grasso e quindi dal punto di vista della sostenibilità del processo la migliora, con il rischio tuttavia di diminuire la sostenibilità sociale in quanto può aumentare la probabilità che quella Mozzarella diventi veicolo di trasmissione di batteri patogeni non più inattivati dalla filatura.

Anche il tema della massa della porzione di Mozzarella, a parità di materiali usati per il packaging, incide sulla sostenibilità del confezionamento, perché maggiore è la porzione, minore il consumo di materiali, ma potenzialmente



più elevato il rischio di spreco per consumo incompleto della porzione quando si tratta di Mozzarella a elevata umidità, vista la sua limitata conservabilità quando tagliata. A tal fine la riduzione di conservabilità non è dovuta tanto alla mancanza del liquido di governo, se gettato, quanto al fatto che la mancanza della “*buccia*” sulla superficie di taglio favorisce il rilascio di sierosità o scambi di materia significativi con il liquido di governo, se ancora disponibile, o con l’acqua di rete che può sostituirlo.

Le confezioni con un numero superiore di bocconcini (es. 10 da 50 g) riducono il rischio di sprechi rispetto alla singola Mozzarella da 500 g, ma quest’ultima normalmente ha caratteristiche di succosità maggiori e se fresca e salata in salamoia offre un gradiente di sapidità normalmente assente nei formati piccoli.

La salagione in filatura anziché in salamoia ha a sua volta un significativo impatto sulla sostenibilità ambientale e sociale, proprio perché elimina una fase del processo che, oltre ai costi economici e ambientali in termini di impianti e spazi, può avere un impatto sulla sicurezza alimentare. Per non diventare un fattore di rischio per la sicurezza alimentare l’uso della salagione in salamoia per un formaggio senza crosta totalmente edibile richiede interventi frequenti, quando non quotidiani, finalizzati alla riduzione della carica microbica, con i relativi costi in termini energetici e di lavoro.

Il confezionamento in assenza di liquido di governo, oltre ad eliminare una fase del processo produttivo, ridurrebbe il peso e il volume delle confezioni di Mozzarella e quindi aumenterebbe in linea di principio anche l’efficacia del sistema di trasporto. Le forti ragioni a supporto dell’uso del liquido di governo per le Mozzarelle a umidità molto elevata rendono tuttavia tale ipotesi al momento poco percorribile.

L’attenzione del consumatore per la sostenibilità del packaging è veicolata essenzialmente sui materiali, per cui il cartoncino impermeabilizzato con polietilene (C/PAP 81)<sup>237</sup>, lo stesso degli antichi ed attuali *scodellini* dei gelati artigianali, sta avendo grande spolvero ed è compostabile nella carta, quindi più *green* della plastica per quanto a sua volta anch’essa sia riciclabile.

---

<sup>237</sup>97/129/CE: Decisione della Commissione del 28 gennaio 1997 che istituisce un sistema di identificazione per i materiali di imballaggio ai sensi della direttiva 94/62/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio

Mentre nel caso del gelato lo *scodellino* ha per antagonista la cialda edibile, i rivestimenti edibili per il confezionamento dei formaggi e della Mozzarella (Laurienzo et al., 2008; Incoronato et al., 2011; Angiolillo et al., 2014 a) non hanno ancora riscontrato il successo atteso dai proponenti. Per la sostenibilità, diversamente dal gelato su cialda da consumare subito, come invece accade per i coni gelato industriali, qualora si sostituisca il liquido di governo con un film edibile resta comunque necessario l'uso di un imballo.

La Mozzarella ottenuta da cagliata e/o derivati del latte, il caseificio senza latte allo stato fluido

Il paradosso della sostenibilità a livello aziendale e non di filiera, considerando quindi solo la trasformazione e non anche la produzione di materie prime e/o semilavorati, è che il caseificio di Mozzarella, generalmente per pizza ma non necessariamente, apparentemente più sostenibile rischia di diventare quello basato sulla trasformazione esclusiva di cagliata, refrigerata o congelata, prodotta altrove, senza utilizzo di latte liquido.

La vecchia tradizione americana, così come i tentativi spesso estemporanei, di filatura al punto vendita presso centri commerciali, ha trovato rinnovato interesse per ragioni essenzialmente economiche anche in industrie nazionali di rilevante capacità produttiva.

La cagliata, intesa come semilavorato, è un prodotto con un suo mercato<sup>238</sup>, che ha generalmente le caratteristiche di composizione di un formaggio semiduro fresco che non separa più siero (circa 54-56% di solidi totali e grasso variabile da 30 a 50% sul secco, sale inferiore a 1 %), confezionato in forma di parallelepipedo di circa 15 kg, avvolto in film plastico con una shelf life refrigerata di circa 80-90 giorni o molto più lunga quando surgelata e conservata a temperatura negativa.

Nonostante sia preponderante il mercato della cagliata di latte vaccino, si trova sul mercato anche cagliata di latte di bufala, destinata a Mozzarella non DOP fatta con latte di bufala o misto vacca/bufala. La provenienza di tale cagliata può essere italiana o estera<sup>239</sup>.

Nonostante le opinioni in base alle quali la Mozzarella “comune” ottenuta da cagliata sarebbe da considerare una falsa denominazione in quanto non

---

<sup>238</sup> Un esempio del mercato e della provenienza di questi prodotti è ricavabile da siti web di aziende che li commerciano (ad es. Bianchi Orizzonti di Pollena Trocchia, Napoli [https://www.bianchiorizzonti.it/index.php?route=category&id\\_c=1](https://www.bianchiorizzonti.it/index.php?route=category&id_c=1); o P&G Milk di Gioia del Colle Bari, <https://www.pegmilk.it/> ) in cui sono elencati alcuni dei produttori europei di cagliate quali i tedeschi DMK Deutsches Milchkontor GmbH, Molkerei Niesky GmbH, Molkerei Ammerland, Kaserei Denklingen GmbH; MZG Molkerei Zeulenroda GmbH; la lituana Rokiskio; i polacchi Lowicz, Hochland, Rypin, Hajnowka, Lukow, Monly, Spomlek.

<sup>239</sup>Fra i produttori esteri si può citare l'ungherese Milk Road (<https://www.milkroadkft.com/it/la-cagliata-di-bufala>) nonché ricordare notizie di stampa che fanno riferimento a cagliate di origine bulgara o romena, tracciate ai valichi doganali o sequestrate in caseifici.

sarebbe Mozzarella ma solo una pasta filata, una delle ragioni industriali per filare cagliate *alloctone* anziché il proprio semilavorato è anche nella possibilità, come per i formaggi fusi, di configurare un caseificio senza bisogno di gestire latte fluido, eliminando quindi tutte le fasi di raccolta, stoccaggio, preparazione e trasformazione del latte in cagliata. Tutte queste fasi sono delegate a caseifici normalmente situati in Paesi dell'Unione Europea, spesso dell'Est ma non esclusivamente<sup>240</sup>, con una produzione eccedentaria di latte rispetto ai consumi reali possibili per i consumatori di quei Paesi e con costi inferiori di latte, lavoro ed energia.

Il caseificio italiano *senza latte fluido* non solo può comprare la cagliata a prezzi competitivi rispetto al latte nazionale, ma riduce in misura significativa l'impatto del trattamento delle acque reflue, avendo tagliato i consumi di acqua, e la bolletta energetica. Il processo costituito da filatura a vapore di cagliate, seguita da packaging a caldo e raffreddamento in tunnel ad aria fredda contribuisce a minimizzare ulteriormente i consumi di acqua e a ottenere una Mozzarella con buona probabilità di shelf life anche molto prolungata, quando le caratteristiche della cagliata sono idonee.

L'uso di cagliate refrigerate confezionate in avvolgimento plastico, con shelf-life indicativa di circa due-tre mesi, consente una buona programmazione delle forniture senza richiedere la disponibilità di celle a temperatura negativa necessaria nel caso di utilizzo di cagliate congelate. A parità di durata di conservazione della cagliata prima della filatura è evidente come la cagliata refrigerata vada maggiormente incontro a proteolisi e quindi come la Mozzarella che si otterrà usando cagliata come ingrediente esclusivo potrà avere caratteristiche strutturali e di comportamento sulla pizza in parte diverse.

L'uso di cagliate surgelate, meglio se condizionate con sistemi IQF di abbattimento veloce della temperatura resi possibili dalla riduzione di dimensioni del blocco di cagliata, come noto ed esemplificato anche nel brevetto di Zambrini et al. (2017), è a sua volta un'opzione che permette di gestire meglio nel tempo le caratteristiche della cagliata, soprattutto se e quando prodotta al fine di essere conservata. Le ridotte dimensioni dei singoli pezzi di cagliata (ad esempio cubetti o listarelle) favoriscono inoltre la

---

<sup>240</sup> Nel mercato nazionale di cagliate estere si possono trovare cagliate tedesche, anche se niente vieta che siano state ottenute a loro volta con latte UE o non UE. La complessità del sistema e delle interazioni porta ad esempio a notare che Kaserei Denklingen azienda produttrice anche di cagliate è stata acquisita da Granarolo nel 2019.

possibilità di scongelamento rapido in linea durante la filatura. Se la cagliata da conservare è abbastanza asciutta, oltre ad avere vantaggi nella surgelazione vista la minore quantità assoluta di acqua da trasformare in ghiaccio, questa caratteristica permette di gestire la velocità di scongelamento e il tenore finale di acqua della Mozzarella aggiungendo l'opportuna quantità di acqua calda ad integrazione della condensa, qualora si utilizzi la filatura a vapore.

Il livello tecnologico delle aziende che filano solo cagliate è diversificato, come testimonia l'osservazione che in formaggi esplicitamente dichiarati come ottenuti da cagliata con latte europeo si può leggere la presenza di sorbato di potassio (E202). Tale addizione può essere indice che si preferisce ricorrere a un conservante per ridurre il rischio di contaminazione superficiale anziché a tecnologie idonee allo scopo, oppure che si vuole dare all'utilizzatore professionale una *protezione* supplementare per il suo utilizzo successivo una volta aperta la confezione.

Tali Mozzarelle non sempre riportano in etichetta<sup>241</sup> la dizione “*cagliata*” nell'elenco degli ingredienti, ma solamente latte, caglio e sale, gli ingredienti di partenza della cagliata medesima.

Comportamento analogo hanno per altro anche non pochi caseifici quando miscelano cagliate acquistate con quella prodotta in loco direttamente da latte fluido.

La possibile opacità dell'etichettatura è sicuramente un punto da valutare in termini di diritto. Per quanto possa essere auspicabile che un nuovo regolamento europeo sull'etichettatura renda obbligatorio dichiarare in etichetta gli ingredienti effettivamente usati per quel prodotto, quindi la cagliata anziché i suoi ingredienti così come nel caso il latte in polvere o

---

<sup>241</sup> Esistono anche aziende che evidenziano l'uso di cagliata, nella denominazione di prodotto ma non nella lista degli ingredienti. A titolo di esempio il “FORMAGGIO A PASTA FILATA DI CAGLIATA DI LATTE VACCINO” di Mozzarella Trinacria, come ripreso dal sito web aziendale, nella denominazione del prodotto afferma chiaramente che è ottenuta da cagliata, ma nell'elenco degli ingredienti è riportato solo “Latte, Sale, Caglio; Correttore di acidità Acido Citrico; Conservante E202. ORIGINE DEL LATTE: UE E NON UE (Svizzera)”. (<https://www.dallicardillospa.com/it/0-27-catalogo/1/5-Mozzarelle/52-Mozzarella-la-trinacria-verde-1-kg?sect=la-trinacria>). Analogamente, sempre a titolo di esempio, il caseificio Funetta descrive il suo “filone sottovuoto” per Pizza come “Formaggio a pasta filata ottenuto da cagliata di latte tramite tecniche di innesto con fermenti lattici.” E indica i seguenti ingredienti: Latte, sale, caglio, fermenti lattici” (<https://www.funetta.it/Mozzarella-taglio-julienne.php>)

concentrato<sup>242</sup>, tale opacità nulla toglie o aggiunge alla qualità del formaggio, che dipenderà da quella della cagliata e delle fasi successive del processo.

In ogni caso, quale sia l'opinione sull'uso in etichetta della denominazione comune Mozzarella, credo che vada fatta una considerazione supplementare. Se le motivazioni alla base della posizione delle associazioni degli allevatori finalizzate alla tutela della produzione nazionale di latte sono facilmente comprensibili, restano tuttavia in sospeso più domande: se attuata, la proibizione di denominare Mozzarella il formaggio ottenuto dalla cagliata che effetto potrebbe avere in Italia? Le aziende che usano cagliate come ingrediente si convertirebbero all'uso di latte nazionale o in alternativa userebbero latte d'importazione o peggio, almeno per la disponibilità di lavoro e la creazione di ricchezza, chiuderebbero le loro sedi produttive in Italia, magari delocalizzando investimenti e produzione? Eliminando la concorrenza di queste *Mozzarelle* Made in Italy, generalmente vendute a prezzo inferiore, si pensa inoltre davvero che non continuerebbero ad arrivare sul mercato italiano Mozzarelle UE, ottenute con cagliate e/o latte in polvere UE e non UE, visto che non è stato possibile tutelare la denominazione Mozzarella?

La Mozzarella infine oltre che con cagliate può essere ottenuta anche direttamente da latte in polvere. Il divieto dell'uso di latte in polvere o concentrato per uso caseario, in vigore dal 1974 in Italia, non si applica infatti al resto dell'Unione Europea, se non per decisione dei singoli Paesi. La convenienza nell'uso di latte in polvere si basa su motivazioni economiche e quindi in funzione dell'oscillazione dei prezzi può essere talvolta conveniente, altre volte sarebbe priva di senso.

La produzione di Mozzarella usando esclusivamente come ingredienti derivati anidri del latte (proteine concentrate o altre proteine del latte e

---

<sup>242</sup> Il Regolamento CE 1169/2011 *“relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori”* è molto criptico quanto a soddisfare la curiosità del consumatore, quando tratta il punto relativo all'uso come ingrediente di materie prime parzialmente o totalmente disidratate, in quanto consente di non dichiarare il loro status fisico al momento dell'utilizzo. L'articolo 20 regola infatti l'omissione dei costituenti di un prodotto alimentare dall'elenco degli ingredienti, fra questi: *“i costituenti di un ingrediente che sono stati temporaneamente separati durante il processo di fabbricazione e successivamente reintrodotti in quantità non superiore alla proporzione iniziale”* e *“l'acqua quando è utilizzata, nel corso del processo di fabbricazione, solo per consentire la ricostituzione di un ingrediente utilizzato sotto forma concentrata o disidratata”*.

grasso) è tecnicamente fattibile. Oltre al vantaggio dato dalla non necessità di stoccaggio refrigerato degli ingredienti anidri, il processo può essere previsto in modo tale da non generare siero, semplificando la gestione dell'azienda (Silver et al., 2002).

Le frodi e le sofisticazioni nel settore della Mozzarella in Italia  
La frode secondo il Vocabolario Treccani quando applicata al commercio può essere definita come un *“delitto contro l’industria e il commercio commesso da chi, nell’esercizio di un’attività ..... consegna all’acquirente una cosa per un’altra, o che abbia comunque origine, provenienza, qualità o quantità diversa da quella dichiarata o pattuita”*.

Il riferimento al dichiarato o pattuito implica che una pratica può essere considerata una frode in un Paese ed essere lecita in un altro, in funzione di diverse regole nazionali. Il presupposto per cui esista una frode è quindi l’esistenza di una norma, specifica o talvolta anche di carattere generale, che stabilisca requisiti attesi. Le norme che regolano la sicurezza alimentare sono comuni in tutta Europa, mentre quelle riferite agli aspetti commerciali possono avere una valenza nazionale o sovranazionale e nel primo caso quello che è frode in Italia può non esserlo in Europa o altrove.

Le frodi possono avere rilevanza solo economica ma anche creare danni alla salute del consumatore e possono essere distinte tra:

- a) sofisticazione, che consiste nell’aggiungere all’alimento sostanze estranee alla sua composizione con lo scopo di migliorarne l’aspetto o di coprirne difetti simulandone la genuinità (ad esempio aggiungendo sbiancanti ottici quali il perossido di benzoile per aumentare la percezione del colore bianco della Mozzarella. Questo è un classico esempio di una pratica non consentita in Italia, ma lecita negli USA.);
- b) adulterazione, che determina modificazioni nelle caratteristiche dell’alimento attuate mediante l’aggiunta di alcuni componenti considerati estranei all’alimento medesimo sulla base delle regole applicabili (ad esempio, in Italia, latte in polvere o caseina) o la sottrazione di elementi propri dell'alimento (per es., grasso sottratto al latte in quantità tale da ottenere una Mozzarella con valori di grasso inferiori al minimo stabilito);
- c) contraffazione, che consiste nel formare *ex novo* un alimento con l'apparenza della genuinità utilizzando sostanze diverse, per qualità o quantità, da quelle che normalmente concorrono a formarlo e/o usando nomi o marchi atti a indurre in inganno il consumatore;
- d) alterazione, che consiste nel vendere un alimento le cui caratteristiche originarie si sono modificate a causa di fenomeni degenerativi spontanei, determinati da errate modalità o eccessivo prolungamento dei tempi di conservazione.

Le Mozzarelle in Italia, quindi, oltre al rispetto delle norme di sicurezza alimentare, devono essere ottenute esclusivamente con ingredienti d’origine lattea (oltre ovviamente che con caglio, sale, fermenti lattici, additivi e



coadiuvanti tecnologici autorizzati), rispettare il tenore minimo di grasso sul secco e non superare il limite del tenore massimo di furosina.

In base alla tipologia, il latte deve provenire dalla specie animale di riferimento, per cui la Mozzarella di Bufala deve essere fatta esclusivamente con latte di bufala e così le altre, a meno che non sia espressamente dichiarata la natura della miscela di latte usata.

La definizione dei requisiti implica a sua volta la disponibilità di metodi di misura, possibilmente ufficiali e quindi riconosciuti dalla legislazione, atti a verificarne il rispetto e quindi, nel caso, a dimostrare la frode o l'errore.

### Il tenore di grasso

L'ormai storica legge 396/1939 ha stabilito un valore minimo di 44 g di grasso per 100 grammi di sostanza secca<sup>243</sup> per i formaggi a pasta filata di latte di vacca (Mozzarella, Scamorza, Provatara, Provola, Provolone, Caciocavallo ed altri formaggi analoghi), mentre per i formaggi di bufala il valore minimo è stato stabilito al 45%.

Il non rispetto di questi limiti è considerato una frode, indipendentemente dalle cause che possono averlo generato, scelta consapevole o errori di produzione che portano fuori controllo le perdite di grasso nel siero e nell'acqua di filatura. L'eccezione, relativamente recente, è quella dei cosiddetti prodotti leggeri o light, quali le Mozzarelle a ridotto tenore di grasso che in base al Reg CE 1924/2006 per essere commercializzate con tale *claim* devono avere un contenuto di grasso almeno inferiore del 30% rispetto a quello medio delle Mozzarelle del commercio<sup>244</sup>. Negli USA oltre alle Mozzarelle Part Skim regolate dal Code of Federal Regulations sono in commercio le Mozzarelle Fat Free, per le quali l'etichetta nutrizionale prevede l'assenza<sup>245</sup> di grasso nella singola porzione (*serving*) da 28 g.

---

<sup>243</sup> Il riferimento del contenuto di grasso a 100 g di sostanza secca del formaggio e non a 100 g di formaggio è causato dall'ampia variabilità di contenuto di acqua del formaggio. Tale modo di esprimere il contenuto di grasso non vuole avere un significato nutrizionale, ma assolvere allo scopo di testimoniare che è stato usato latte intero piuttosto che latte parzialmente scremato e quindi assume in un certo senso una funzione di regolazione della concorrenza evitando che ci siano caseifici che usano latte intero ed altri scremato per produrre formaggi con la stessa denominazione. Può essere utile ricordare che nella prima metà del secolo scorso, ma anche per decenni a seguire, il valore principale del latte era associato al suo tenore di grasso.

<sup>244</sup> REGOLAMENTO (CE) N. 1924/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 dicembre 2006 relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari.

<sup>245</sup> L'assenza in realtà non può non corrispondere a 0 g/100 g. Le regole sugli arrotondamenti relative alla dichiarazione nutrizionale prevedono che quando il grasso è inferiore a 0,5g/

## Il limite di furosina

Tutte le Mozzarelle prodotte in Italia sono soggette alla regola supplementare di dovere rispettare un limite massimo di contenuto di furosina<sup>246</sup>. Tale limite non si applica agli altri formaggi, con l'eccezione *volontaria* di Taleggio DOP e Salva Cremasco DOP che hanno scelto di inserirlo nel loro disciplinare<sup>247</sup>, né si applica in Europa.

Il tema della fissazione di limiti alla presenza di furosina nelle Mozzarelle italiane ha visto la luce nel giugno 1994. Il primo decreto ministeriale in materia<sup>248</sup> stabilì un valore massimo di 12 mg furosina/100 g di proteine, indifferenziato per tutte le Mozzarelle e fu esplicitamente emanato allo scopo di evitare l'uso di "*latte in polvere, caseine e caseinati, derivati essiccati di origine lattiera, formaggi fusi e prodotti caseari di diversa origine*". Pochi mesi dopo nel settembre 1994 un secondo decreto<sup>249</sup> introduceva un limite di furosina anche per il latte pastorizzato<sup>250</sup>. Entrambi i decreti hanno suscitato il disaccordo di altri Paesi dell'Unione Europea che hanno visto questi due decreti come un limite alla libera circolazione delle merci e, stante la volontà italiana di non modificarli, hanno portato all'avvio della procedura d'infrazione comunitaria n. 1995/0652. Per chiudere la procedura i due decreti del 1994 sono stati aboliti<sup>251</sup> nel maggio 2000 dall'allora ministro De Castro. Il suo successore, Pecoraro Scanio, ripropone a dicembre 2000 un

---

porzione d'uso (28 g nel caso della Mozzarella), si dichiara 0. Una presenza di 0,4 g/28 g, corrispondente a 1,4 g/100 g permette comunque di dichiarare la Mozzarella Fat Free

<sup>246</sup>La furosina in realtà è una molecola non presente nella Mozzarella, ma che si forma durante la procedura analitica per conversione di composti intermedi della reazione di Amadori, fra cui  $\epsilon$ -deossilattulosil-lisina, dopo idrolisi acida a caldo (24 h a 100°C in presenza di HCL 6N).

<sup>247</sup>La ragione di tale inserimento, in questi casi, è legata allo scopo di tenere sotto controllo l'uso di pratiche storiche quali quella di pastorizzare aliquote di latte a temperatura elevata al fine di trattenere nel formaggio una parte significativa delle sieroproteine del latte.

<sup>248</sup>MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE, ALIMENTARI E FORESTALI DECRETO 18 marzo 1994. "Determinazione di un valore massimo di furosina per il formaggio Mozzarella e per gli altri formaggi freschi a pasta filata". *Gazzetta Ufficiale n 69 del 24-3-1994*)

<sup>249</sup>MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE, ALIMENTARI E FORESTALI DECRETO 19 settembre 1994. "Determinazione di un valore massimo di furosina per il latte pastorizzato in flusso continuo e che risulta perossidasi-positivo". *Gazzetta Ufficiale n. 227 del 20 settembre 1994*.

<sup>250</sup>Nel caso del latte pastorizzato lo scopo era quello di difendere il latte fresco pastorizzato italiano di alta qualità, categoria nata da pochi anni, dal latte pastorizzato ottenuto trattando termicamente una seconda volta latte di importazione in cisterna, già pastorizzato all'origine per consentirne la conservazione durante il trasporto.

<sup>251</sup>MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI DECRETO 13 marzo 2000 Abrogazione del decreto ministeriale 18 marzo 1994 *Gazzetta n. 118 del 23 maggio 2000*

nuovo decreto furosina<sup>252</sup> tuttora in vigore fissando due limiti diversi: per le Mozzarelle e i formaggi freschi a pasta filata resta il precedente valore di 12 mg furosina/100 g proteine, mentre per le Mozzarelle con attestazione di specificità, l'attuale Mozzarella Tradizionale STG, il valore scende a 10 mg in quanto questa era stata la decisione con la quale era stata ottenuta la tutela della denominazione nel 1997. Il punto d'incontro con la UE è che la validità è limitata ai soli formaggi freschi a pasta filata prodotti in Italia. Uno dei risultati di questa controversia è che le Mozzarelle fatte in Europa con latte in polvere o comunque derivati anidri del latte, il cui utilizzo fra gli ingredienti può portare a superare tale limite, possono essere liberamente commercializzate in Italia, con la sola condizione prevista dalle norme sull'etichettatura che non risultino dichiarate Made in Italy, mentre i caseifici italiani restano soggetti a tale vincolo anche per le Mozzarelle destinate all'export.

Questa protezione legale offerta alla categoria degli allevatori indebolisce la capacità dell'industria casearia italiana di competere in Europa anche nelle categorie di formaggi "commodity", ma questa è stata la scelta dei governi e del Parlamento, talvolta accompagnata da toni<sup>253</sup> generalmente fuori luogo, evocativi di rischi non dimostrati per la sicurezza alimentare.

L'uso di latte diverso da quello della specie animale di riferimento nella denominazione del formaggio

Il latte di vacca e quello di bufala rappresentano nell'ordine le due principali materie prime utilizzate per fare le Mozzarelle, anche se esistono nicchie di prodotto ottenute con latte di capra o pecora, cui si aggiunge ancora una

---

<sup>252</sup>Decreto Ministero Politiche Agricole e Forestali 15 dicembre 2000. "Fissazione dei valori massimi di furosina nei formaggi freschi a pasta filata e nel latte (crudo e pastorizzato perossidasi-positivo)" *Gazzetta. Ufficiale* n. 31 del 7 febbraio 2001.

<sup>253</sup> Ad esempio, nel resoconto della seduta n 740 della Camera dei Deputati del 14/6/2000 della Camera (Atti di Indirizzo) si riporta questa affermazione dell'on. Giorgio Malentacchi "a seguito del ritiro dei decreti del 1994 cresce la possibilità per le mafie alimentari di introdurre sul mercato caseario italiano polveri di latte ad uso zootecnico di dubbia provenienza, a prezzi stracciati, con eventuali residui elevati di sostanze tossiche...". (<http://leg13.camera.it/dati/leg13/lavori/stenografici/sed740/bi00r.htm>). Perché nel latte per uso zootecnico dovrebbero essere presenti sostanze tossiche? Per danneggiare la salute degli animali? La confusione probabilmente è relativa alla presenza di "traccianti colorati, di origine naturale, innocui per la salute umana ed animale ed in grado di rendere tali prodotti stabilmente evidenziabili" come previsto dalla LEGGE 10 agosto 2000, n.250, poi abrogata nel 2007 recependo una sentenza della Corte di Giustizia della Comunità Europea.

produzione, un tempo tradizionale ed oggi in fase decisamente calante, di Mozzarelle ottenute (e dichiarate) con miscele di latte di vacca e bufala.

Mentre è insolito che, escludendo le miste, al latte di vacca sia addizionato latte di altre specie poiché il latte di vacca è quello con il minore prezzo di mercato, il contrario è invece una frode che, più frequente nel secolo scorso, sta oggi scomparendo grazie alla possibilità di controlli analitici che la possono dimostrare senza timore di smentite.

L'interesse a scoprire la frode non è tuttavia solo quello del consumatore, ma è anche quello del caseificio che acquista il latte dall'allevatore o da centri di raccolta, in quanto il caseificio può diventare protagonista involontario della frode, se ne è vittima nel momento in cui acquista latte di bufala tagliato con latte di altre specie, più probabilmente vacca. La disponibilità di kit analitici rapidi e sensibili<sup>254</sup> permette al caseificio di controllare l'affidabilità dei fornitori e quindi di ridurre sensibilmente la possibilità di essere frodato e di compiere a sua volta una frode.

Il caseificio può a sua volta tuttavia essere protagonista attivo della frode se miscela volontariamente il latte di più specie oppure quando non separa in modo efficace due produzioni successive, fatte utilizzando latte di specie diverse.

Il controllo finale sul formaggio si può avvalere di metodiche molto performanti, basate sia sul riconoscimento della presenza di proteine specifiche con tecniche elettroforetiche<sup>255</sup> che di DNA mitocondriale con metodi quali-quantitativi basati sulla Polymerase Chain Reaction (PCR). L'estrema sensibilità delle metodiche PCR solo qualitative dà spazio al rischio di fare considerare come frode la presenza casuale di tracce minime di latte di una specie estranea. L'uso di metodiche PCR Real Time evita tale rischio permettendo la quantificazione del latte estraneo.

---

<sup>254</sup> La ricerca delle immunoglobuline (IgG) specifiche bovine mediante test ELISA competitivo indiretto con anticorpi monoclonali (Hurley et al., 2004) ha portato allo sviluppo di strisce reattive, quali il kit IC Buffalo, in grado di rilevare in pochi minuti la presenza dell'1% di latte vaccino nel latte di bufala.

<sup>255</sup> Il metodo ufficiale comunitario (REGOLAMENTO CE N. 273/2008 DELLA COMMISSIONE del 5 marzo 2008) prevede il riconoscimento quantitativo mediante focalizzazione isoelettrica delle gamma caseine idrolizzate dalla plasmina posta ad agire sulla caseina estratta dal formaggio sviluppando quanto indicato dagli studi di Addeo et al. (1995).

La non osservanza del peso dichiarato in etichetta per le Mozzarelle vendute a peso predeterminato

La vendita di un alimento con un peso inferiore al dichiarato è una situazione spesso al confine tra l'atto volontario da un lato e l'incapacità di gestire i fenomeni di calo peso, che nel caso della Mozzarella conservata in liquido di governo è dovuta a fenomeni di scambio di materia tra formaggio e liquido di governo medesimo, di cui non è facile prevedere e quantificare l'esatta dinamica.

Le dinamiche sono per altro diverse nel caso della Mozzarella di vacca, che tendenzialmente perde peso durante la conservazione in liquido di governo, e la Mozzarella di bufala che assorbe acqua.

Il caseificio deve quindi decidere quale deve essere il peso iniziale della porzione, che dovrà rispettare comunque il valore dichiarato in etichetta, in funzione del rispetto del peso a fine shelf life.

I problemi che il caseificio deve affrontare sono quindi legati in prima battuta alla riproducibilità della composizione della pasta appena filata che si appresta a entrare nel sistema di formatura, normalmente con riempimento volumetrico. La pasta filata calda viene infatti spinta da coclee nelle cavità inserite nei rulli di formatura o nelle forme cilindriche o prismatiche dei sistemi a giostra e quindi una variazione di composizione che ne determina una corrispondente di densità, fa variare il peso a parità di volume. Questo fattore di variabilità si deve poi confrontare con la perdita di peso che ha a sua volta velocità variabile in funzione del rapporto tra caratteristiche della Mozzarella e del liquido di governo. Per garantire quindi il rispetto dei requisiti previsti dalla Legge 690/1978, e restare nelle tolleranze ammesse, il caseificio si trova nella condizione di dovere produrre Mozzarelle di vacca con un peso fresco superiore a quello dichiarato, proporzionale alla durata attesa di shelf life.

Uno studio su Mozzarella di vacca con fermenti ha messo in evidenza una perdita di peso da 138 g iniziali a 129 e 123 g, rispettivamente dopo 10 e 21 giorni di conservazione, cui ha corrisposto un incremento di peso del liquido di governo. La modificazione di peso è stata accompagnata da una perdita di umidità della Mozzarella di circa 1%, risultante dall'equilibrio tra una diminuzione del contenuto di proteine dovuta a proteolisi con relativo

aumento percentuale del grasso. La tecnica produttiva della Mozzarella nel caso dello studio aveva previsto l'ottenimento di una cagliata abbastanza asciutta (53,3% di residuo secco; 46,7 % umidità) che ha assorbito acqua durante la filatura fino ad avere un contenuto di acqua di 63,9% (Franzoi et al., 2021).

La conservazione di Mozzarella ottenuta per acidificazione diretta con acido lattico ha evidenziato invece un andamento iniziale con aumento di umidità del formaggio dal 64 a oltre il 70% e quindi aumento di peso fino al 7° giorno di conservazione quando è stata usata acqua come liquido di governo, seguita da un repentino calo al 58% al 20° giorno. La stessa Mozzarella conservata in liquido di governo con calcio cloruro, sale e acido lattico ha invece manifestato un classico trend di diminuzione del valore di umidità del formaggio (Faccia et al., 2019).

La complessità dei fenomeni di modificazione del peso può cambiare direzione quando si passa ad osservare il comportamento della Mozzarella di bufala.

Nel caso della Mozzarella di Bufala Campana è stato infatti osservato il comportamento opposto per cui è stato verificato l'assorbimento di acqua da parte della Mozzarella con un aumento tendenzialmente lineare di peso fino al 120% del valore iniziale nel corso di 28 giorni di stoccaggio refrigerato in liquido di governo. Tale aumento di peso è stato accompagnato da una incrementata capacità della Mozzarella di trattenere la sua frazione sierosa, quando sottoposta a pressatura, elemento questo associato ad una maggiore capacità di idratazione delle proteine (Paonessa, 2004).

Lo stesso trend di aumento di peso della Mozzarella di Bufala Campana è stato confermato, anche se in misura inferiore (un po' meno del 10%), da uno studio dell'Università di Parma (Alinovi, 2024 dati in pubblicazione). All'aumento ponderale ha corrisposto un aumento di umidità della Mozzarella nei 30 giorni di conservazione in liquido di governo, ma differentemente da Paonessa, le Mozzarelle hanno mostrato una sostanziale costanza dei valori di siero esprimibile per centrifugazione.

L'assorbimento di umidità pone tuttavia nel caso della Mozzarella di Bufala Campana il tema del rispetto del limite massimo di umidità, stabilito dal disciplinare a 65%.

Le frodi relative alla violazione di prescrizioni relative alle Mozzarelle tutelate come Indicazione Geografica o Specialità Tradizionale Garantita.

Come già ampiamente visto e come poi sarà dettagliato nelle appendici, Mozzarella di Bufala Campana DOP, Mozzarella di Gioia del Colle DOP, Mozzarella Tradizionale STG e Burrata di Andria IGP sono un gruppo di formaggi freschi a pasta filata la cui denominazione è tutelata e quindi in quanto tale deve rispondere a requisiti di prodotto e processo definiti dai rispettivi disciplinari e, limitatamente ai prodotti DOP, deve rispettare anche l'origine geografica del latte. La violazione di uno qualsiasi di questi requisiti comporta di fatto una frode. Le frodi più frequenti riguardano l'uso di materie prime (latte) o semilavorati (cagliate) prodotte in aree geografiche diverse da quella di origine e violazioni del divieto di usare latte e/o cagliate conservati.

Il divieto dell'uso di cagliate conservate, nazionali o d'importazione.

Entrambe le Mozzarelle DOP, così come la Tradizionale STG, in modi diversamente esplicitati, richiedono che la trasformazione del latte avvenga con continuità o entro un limite temporale molto stretto e quindi tale prescrizione rende non possibile la filatura di cagliate conservate, siano esse state fatte anche nel medesimo caseificio in tempi precedenti e quindi conservate, oppure acquistate da fornitori.

La dimostrazione di questa frode mediante analisi della Mozzarella è purtroppo questione non semplice dal punto di vista analitico nonostante gli sforzi messi in campo. I risultati, al momento, possono evidenziare aree di dubbio o sospetto, ma difficilmente offrono la certezza della prova.

Determinazione dell'uso di cagliate conservate in Mozzarella di Gioia del Colle DOP e Mozzarella Tradizionale STG

L'obiettivo di riconoscere Mozzarelle di latte vaccino ottenute da cagliata conservata anziché direttamente da latte fluido è stato perseguito attraverso la ricerca di potenziali marcatori molecolari di natura proteica. L'Associazione Italiana Allevatori ha visto riconoscere una sua domanda di brevetto per invenzione industriale presentata a dicembre 2009 con la quale

si identifica come utile allo scopo il cosiddetto marcatore ALMI dal nome degli inventori Aldo Di Luccia e Michele Faccia (Di Luccia et al., 2011). Il principio del riconoscimento dell'uso di cagliate conservate, pressate refrigerate e/o congelate, è basato sull'identificazione e quantificazione per elettroforesi del peptide 24-199  $\alpha_{S1}$  CN che è originato dall'attività aspecifica della chimosina e di altri enzimi coagulanti sul legame phe<sub>23</sub>-phe<sub>24</sub>. È noto, come già riportato, che tale attività continua durante la conservazione refrigerata della cagliata, anche a temperatura negativa per quanto con velocità decrescente, perché quota parte degli enzimi coagulanti è ritenuta nella cagliata e può restare attiva. La logica è quindi quella che se è stata usata cagliata conservata come ingrediente, tale peptide dovrebbe risultare presente nella Mozzarella in quantità superiore rispetto ai formaggi a pasta filata ottenuti con latte fresco. A supporto di tale logica, uno studio su Fior di Latte pugliese ottenuto per acidificazione diretta ha indicato un contenuto<sup>256</sup> medio del peptide marcatore pari a 16,6% in formaggi fatti con uso di cagliata rispetto a 5,3% di quelli ottenuti solo con latte (Faccia et al., 2014).

L'ipotesi di poter usare il marcatore ALMI come strumento per rilevare l'uso di cagliate conservate ha entusiasmato il mondo dei produttori di latte ed è suggestiva, ma pur contenendo certamente elementi di realtà, non può descrivere purtroppo tutta la complessità della realtà delle Mozzarelle. Le conclusioni che potrebbero quindi essere tratte applicando un valore soglia del marker, a esempio quel 5% suggerito, potrebbero essere non sempre esatte per diversi motivi.

La velocità di reazione di un enzima dipende dalla disponibilità di substrato, dalle condizioni di temperatura e pH e dalla quantità di enzima, ovvero in questo caso dalla massa di enzima coagulante trattenuta nel formaggio. Quest'ultima dipende dalla quantità di caglio aggiunta al latte, quantità variabile perché associata al pH di coagulazione del latte che varia in funzione della tecnologia di acidificazione diretta o biologica, e dalle modalità di filatura che unitamente alla termoresistenza dello specifico enzima utilizzato determinano il grado di inattivazione che quindi può essere a sua volta molto variabile. Ne è evidente conseguenza che l'attività residua degli enzimi coagulanti durante la shelf life della Mozzarella potrebbe avere velocità e quindi intensità diverse. Come precedentemente discusso, è normale che le condizioni di filatura della cagliata siano spesso differenziate, anche nella

---

<sup>256</sup> Il contenuto medio del peptide è espresso come RQ (quantità relativa) della densità ottica della banda elettroforetica del peptide rispetto alla somma del totale di tutte le bande



stessa giornata, per ragioni legate al grado di maturazione della cagliata e/o all'ottimizzazione della resa. Non poche volte per avere più resa una delle vie percorse è quella di filare la cagliata a temperatura anche inferiore a 55°C. E' altrettanto noto che la resistenza termica degli enzimi coagulanti è variabile e che alcuni sono termostabili e non inattivati dalla filatura anche nelle condizioni di temperatura più drastiche. E' inoltre da ricordare che soprattutto nel caso delle Mozzarelle ad acidificazione biologica, il basso pH della cagliata al momento della filatura aumenta la resistenza termica della chimosina e dei coagulanti microbici (Hyslop et al., 1979).

La definizione di una soglia limite di presenza del peptide marcatore presenta inoltre limiti di sensibilità e può generare cosiddetti *falsi negativi* in quanto la proteolisi dovuta al caglio che può accadere in una cagliata conservata comunque allo stato refrigerato e utilizzata dopo poco tempo dalla sua produzione potrebbe essere inferiore a quella che può essersi generata a fine shelf-life della Mozzarella.

L'importante comunque per impiegare un marcatore è che tale uso non generi invece risultati cosiddetti *falsi positivi*, perché se è accettabile e nella natura delle cose che qualche frode possa sfuggire alla verifica, è meno accettabile che un alimento fatto nel rispetto delle prescrizioni sia invece considerato il risultato di una frode.

La presenza del peptide 24-199  $\alpha_{s1}$  CN è indice molto probabile<sup>257</sup> che ci sia stata un'attività aspecifica dell'enzima coagulante trattenuto nella Mozzarella, ma non può essere purtroppo indice esclusivo dell'utilizzo di cagliate conservate, in quanto potrebbe essere stato prodotto anche durante la shelf-life della Mozzarella, a maggiore ragione quando prolungata, possibilità per altro evidenziata anche da Faccia et al. (2014).

Determinazione dell'uso di latte di bufala congelato e/o cagliate conservate in Mozzarella di Bufala Campana DOP

Mentre nel caso della Mozzarella di vacca il tema prevalente è l'uso di cagliate, nel comparto bufalino è frequente, soprattutto in estate, il ricorso all'uso di latte congelato a causa della asincronia tra produzione di latte e

---

<sup>257</sup> L'uso dell'aggettivo probabile è dovuto al fatto che lo stesso peptide può essere prodotto anche da un altro enzima costitutivo del latte, la catepsina D, la cui presenza è associata alla presenza di cellule somatiche (Hurley et al., 2000).

consumo di Mozzarella. L'uso di latte congelato diventa tuttavia una frode nel caso sia usato per fare Mozzarella di Bufala Campana DOP il cui disciplinare ne vieta l'utilizzo, mentre non lo è per la Mozzarella di latte di bufala non DOP.

Una delle strategie che ha avuto maggiore riscontro in letteratura per dimostrare l'uso di latte congelato è quella basata sullo studio della proteolisi indotta dall'attività della plasmina, la proteasi costitutiva del latte. L'obiettivo è il riconoscimento e la quantificazione di peptidi derivanti dalla frazione  $\beta$ -caseina di latte di bufala, in particolare i peptidi 1-68 e 69-209 (definito anche come frazione  $\gamma$ 4, tipica del latte di bufala), che si formano anche in condizioni di temperatura negativa, sia in latte che in cagliata. La presenza della frazione  $\gamma$ 4 oltre valori soglia può quindi essere ritenuta indice di utilizzo di materie prime non fresche, latte e/o cagliate conservate (Di Luccia et al., 2009).

Uno studio successivo condotto sulla Mozzarella di Bufala Campana oltre alla maggiore presenza di  $\gamma$  caseine (fra cui  $\gamma$ 4) ha messo in relazione anche quella di peptidi fosforilati (24-199) derivanti da  $\alpha_{s1}$  CN originati dall'attività residua del caglio con l'utilizzo di latte o cagliate conservate oppure ancora con la filatura di Mozzarelle a fine shelf-life (*reuse of unsold Mozzarella cheese*) al fine di recuperarle (Petrella et al., 2015). L'evidenziazione di quest'ultima possibilità, che non è escludibile in via di principio ma che appare di scarsa concretezza pratica a livello industriale, sottolinea tuttavia come sia difficile discriminare tra presenza di peptidi dovuta a pratiche fraudolente o a fenomeni che possono avvenire in modo *naturale* durante il periodo di conservazione della Mozzarella.

La significatività dell'uso di  $\gamma$ 4 caseina come marker è stata tuttavia contestata da uno studio (Manzo et al., 2017) che non ha rilevato differenze nel contenuto di  $\gamma$ 4 caseina in campioni di cagliate fresche e stoccate a temperatura negativa per 9 mesi. Sulla base di questa mancata differenza gli Autori non ritengono  $\gamma$ 4 un marker utile per distinguere l'uso di cagliate di bufala congelate.

A commento si può aggiungere che tale discrepanza di risultati può non essere inattesa in quanto sono molteplici i fattori che determinano l'attivazione del plasminogeno, forma inattiva, a plasmina, forma attiva dell'enzima, così come possono essere differenti le condizioni della cagliata (pH, umidità, frazione di acqua non congelata etc) che influenzano la possibilità e la velocità di reazione enzimatica.

Una diversa possibilità di riconoscimento dell'uso di cagliata congelata in Mozzarella di Bufala Campana, quando la sua presenza è superiore al 15%, è affidata all'uso di tecniche di Risonanza Magnetica Nucleare basate sulla diversa mobilità dei protoni, misurata come tempo di rilassamento, con le quali costruire modelli predittivi in grado di discriminare i campioni conformi da quelli adulterati (Mengucci et al., 2021).

Nessuno di questi metodi, per quanto interessanti, ha comunque finora (2024) trovato ufficializzazione e nemmeno applicazione concreta nella routine quotidiana di controllo.

Determinazione dell'utilizzo di materie prime provenienti da aree geografiche diverse da quella tutelata dalla DOP

Un'ulteriore possibilità di frode, economicamente conveniente, è quella di usare latte e/o cagliate (refrigerati, in polvere, congelati) di provenienza esterna all'area DOP e preferenzialmente da Paesi, quali quelli dell'Est Europa, caratterizzati da costi inferiori.

La determinazione analitica della presenza di latte o cagliata con origine geografica diversa da quella DOP nella Mozzarella di Bufala Campana è questione problematica e anche in questo caso al momento (2024) nessuno dei metodi proposti allo scopo è stato ancora ufficializzato.

Le strategie analitiche per verificare le differenze sono basate sul riconoscimento della provenienza del latte da bufale di razza diversa da quella Mediterranea, la cui variante Italiana è prevista come esclusiva dal disciplinare della DOP, piuttosto che sulla quantificazione di rapporti isotopici che permettono di discriminare l'origine geografica del latte indipendentemente dalla razza dell'animale o infine sulla determinazione del "metaboloma" della Mozzarella.

Alla prima strategia fanno riferimento due ricerche di Caira et al. (2016; 2019) che grazie a complesse indagini proteomiche sono state in grado di rilevare differenze di polimorfismo a livello di  $\beta$  caseina e la presenza di  $\alpha_{s1}$  carente del peptide (f35-42). In tal modo è stato possibile discriminare il latte di bufala di razza Mediterranea prelevato da caseifici di area DOP da quello di razza Murrah o incroci tra Murrah e Bulgara o Murrah e Mediterranea provenienti da Venezuela, Canada, Polonia e Romania.

Più recentemente Rullo et al. (2023) hanno proposto l'uso di un metodo di PCR basato sull'amplificazione di oligonucleotidi in grado di permettere il riconoscimento di DNA codificante specifici alleli di caseina  $\alpha_{s1}$ . In tal modo attraverso l'analisi di DNA estratto dalle cellule somatiche presenti nel latte e in Mozzarella di bufala provenienti da Romania, Bulgaria e dall'area DOP è stato possibile distinguere l'origine geografica sulla base della presenza della variante di caseina  $\alpha_{s1}$  mancante del peptide (f35-42), precedentemente dimostrata con tecniche proteomiche.

Rossetti et al. (2023), usando differenti tecniche PCR, confermano tuttavia la non possibilità di differenziare geneticamente la variante Italiana della bufala di razza Mediterranea da quella Romena.

Il contributo di queste metodiche può essere utile per difendere il prodotto DOP, ma è evidente che a maggiore ragione quando le bufale di razza Italiana Mediterranea sono allevate fuori dall'area DOP, come può accadere in quanto esportate (Minervino et al., 2020), il loro latte ha le medesime caratteristiche a livello di qualità delle proteine.

L'uso di metodiche PCR per rilevare la presenza di specifici alleli di caseina  $\alpha_{s1}$  può permettere di aumentare l'efficacia del riconoscimento quando applicato a campioni di Mozzarella di Bufala Campana, in quanto toglie dal campo i possibili effetti della proteolisi e quindi di una potenziale maggiore difficoltà a misurare le differenze di proteoma legate alla razza bufalina.

La seconda strategia è quella legata alla misura dei rapporti isotopici di carbonio, azoto, ossigeno, idrogeno e zolfo, eventualmente integrata con lo studio del trasferimento di microelementi del terreno al latte e quindi al formaggio (Brescia et al., 2005; Bontempo et al., 2019). Le differenti caratteristiche degli alimenti e dell'acqua ingeriti dalle bufale può permettere di discriminare l'origine geografica dei campioni di Mozzarella soprattutto in base ai rapporti isotopici di carbonio e ossigeno. I valori dei rapporti isotopici sono tuttavia diversificati anche all'interno della stessa area DOP e se il modello integrato di isotopi ed elementi minerali ha permesso di discriminare i campioni dell'area DOP da quelli esterni (Bontempo et al., 2019), nella dispersione dei valori dei soli rapporti isotopici sono stati ritrovati anche campioni di Mozzarella brasiliana (Altieri et al., 2020).

La misura di rapporti isotopici e microelementi non permette come prevedibile di discriminare Mozzarelle DOP e non DOP fatte con latte della stessa area geografica.

La terza via seguita è quella di studiare la composizione del cosiddetto “metaboloma” ritrovabile nella frazione acquosa della Mozzarella attraverso l'applicazione di tecniche di Risonanza Magnetica Nucleare che permettono di identificare e quantificare componenti a basso peso molecolare derivanti dal latte, dalla fermentazione lattica come modulata dalla tecnologia e dalla proteolisi secondaria. Tali tecniche, per quanto diversamente applicate, hanno permesso di discriminare campioni di Mozzarella di Bufala Campana prodotti nelle provincie di Caserta e Salerno (Brescia et al., 2005; Mazzei et al., 2012). Tecniche di cromatografia e spettrometria di massa sono state usate per identificare campioni di latte e di Mozzarella di Bufala Campana DOP prodotte in caseifici che trasformano il proprio latte da altri campioni di latte e di Mozzarella di latte di bufala prodotti sempre da piccoli caseifici situati fuori dall'area DOP (Salzano et al., 2020). Il modello elaborato sulla base dell'identificazione di oltre 100 molecole ha discriminato esattamente i campioni di latte e formaggio di area DOP da quelli originari dell'area non DOP. Alcuni dubbi sulla significatività dei campioni o di alcuni risultati delle analisi possono tuttavia derivare dall'identificazione di alcune molecole di cui non si spiega la ragione della differenza, almeno in termini di significato generale. Ad esempio una presenza maggiore di lattosio nel latte di area DOP, per quanto sia risultata statisticamente significativa per i campioni analizzati, per essere generalizzata dovrebbe essere opportunamente motivata. Allo stesso modo vale il discorso relativo a una presenza superiore di galattosio nella Mozzarella DOP, in cui per altro è obbligatorio l'uso del sieroinnesto, il cui microbiota normalmente è in grado di utilizzarlo.

Gli studi citati rappresentano un contributo importante sul tema dell'identità di materie prime e derivati in funzione dell'origine geografica ma, escludendo quelli basati sulla proteomica, non hanno ancora affrontato il tema della sensibilità dei metodi di analisi e dei modelli proposti quando la Mozzarella di bufala è ottenuta da una miscela di latte e/o semilavorati provenienti dall'area DOP e da altre aree esterne, ovvero il caso potenzialmente più frequente qualora si voglia fare un'operazione truffaldina con minore probabilità di essere dimostrata.



## Appendice 1

Nascita ed evoluzione degli standard di identità delle Mozzarelle con indicazione geografica o comunque tutela della denominazione





## Introduzione

La pluralità di formaggi riconosciuti in Italia e nel mondo con il nome Mozzarella è il risultato di molte storie diverse di cui un aspetto è quello della nascita all'inizio della seconda metà del secolo scorso di un sentimento volto a definire standards specifici di identità, che nel tempo hanno poi subito un'evoluzione legata alla modificazione di equilibri sociali, economici e tecnologici prima raccontati. Ogni standard racconta infatti di interessi economici, a volte contrastanti, e di idee di qualità a confronto e di quel complicato rapporto tra conservazione della tradizione e necessario adeguamento a un mercato e a un mondo che richiede fra l'altro più Mozzarella e quindi pone l'urgenza di innovare almeno i processi produttivi.

Il confronto tra Europa e Stati Uniti pone inoltre in luce un diverso approccio metodologico nella definizione delle regole. In Europa è forte l'attenzione all'origine geografica della materia prima, quindi il latte, per i formaggi DOP, o almeno di quella del prodotto per i formaggi IGP: sulla base di queste origini sono definiti gli standard di prodotto e processo e le regole di processo possono essere cambiate solo previa autorizzazione. Negli USA invece il valore primario è dato dal rispetto dello standard di prodotto, mentre il metodo di ottenimento può essere diverso da quello indicato a condizione che il prodotto rispetti le caratteristiche chimico-fisiche stabilite<sup>258</sup>.

Il confronto tra il *capitolo* italiano e quello americano permetterà inoltre di capire come sia stata diversamente applicata l'esigenza di definire la denominazione di Mozzarella in relazione alle dinamiche di mercato.

Il capitolo Italia vede la presenza di due Mozzarelle tutelate come indicazione geografica (la Mozzarella di Bufala Campana DOP e la Mozzarella di Gioia del Colle DOP) e una con attestazione di specificità (Mozzarella Tradizionale STG). Una terza Indicazione Geografica è infine riservata alla Burrata di Andria IGP, un formaggio composto il cui ingrediente principale, assieme alla panna, è una pasta filata fresca analoga alla Mozzarella.

---

<sup>258</sup> La regola base del CFR, titolo 121, è la seguente, applicata a tutti i formaggi, XY *"cheese is the food prepared from dairy ingredients and other ingredients specified in this section....., or by any other procedure which produces a finished cheese having the same physical and chemical properties"*

Ognuna di queste Mozzarelle con denominazione regolata rappresenta il risultato di un equilibrio complesso all'interno della filiera produttiva con regole stabilite sulla base dell'evoluzione di questi rapporti.

A fianco di queste Mozzarelle si trova una pluralità di Mozzarelle "comuni", la maggioranza in termini quantitativi, che trovano una descrizione, anche se non esaustiva, nelle norme dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI).

Il capitolo America vede invece negli Stati Uniti gli standards del Code of Federal Regulations, Title 21, che hanno a loro volta influenzato quello del Codex Alimentarius, e raccontano la ricerca di un equilibrio a livello federale, in cui il dibattito fu essenzialmente rivolto alla definizione di quale nome dare alla Mozzarella, cui si affiancano gli standards argentini e brasiliani, generalmente unificati a livello di Mercosur.

## La Mozzarella di Bufala Campana DOP: storia dell'evoluzione delle regole alla base della denominazione

Nonostante la storia della Mozzarella abbia in Italia documentazione in libri che risalgono al 1500, la storia della tutela della sua denominazione è molto più recente.

E' considerato assodato che la Mozzarella sia nata nel Centro-Sud Italia come formaggio di latte bufalino, anche se non esclusivamente tale, ma il suo sviluppo è coinciso con l'esplosione delle produzioni con latte vaccino al Nord. La contemporanea assenza di uno specifico sistema industriale nell'area di origine in grado di indirizzare i decisori politici ha probabilmente determinato l'iniziale insuccesso dei tentativi di dare tutela, non fosse altro a livello nazionale, a una denominazione "Mozzarella" con significato anche territoriale.

Nella tradizione meridionale, ove sono nati i formaggi freschi a pasta filata, abbandonato il nome di Provatura, si era sviluppata una certa abitudine, per altro non accettata da tutti, di denominare "Fior di Latte" il formaggio di latte vaccino (Marracino, 1949), riservando il nome Mozzarella a quello di bufala. Nel mezzo rimaneva il vuoto dei formaggi *misti*, ottenuti con una miscela di latte di vacca e bufala, all'epoca prodotti in non poca quantità e oggi in secondo piano.

I primi tentativi di difesa della denominazione e l'insuccesso alla Convenzione di Stresa

Una fra le prime tracce di tentativi di tutela della denominazione Mozzarella si trova nell'accordo bilaterale<sup>259</sup> tra Francia e Italia (1949) per la tutela delle denominazioni di origine nel cui elenco, fra le altre, erano inserite le denominazioni Mozzarella, Mozzarella di Aversa e Mozzarella di Cardito. In tale accordo mancavano, come per tutti gli altri alimenti e bevande, specificazioni sulle caratteristiche dei formaggi e quindi tanto meno sul tipo di latte impiegato.

---

<sup>259</sup> Legge 766/1949 in GURI 250 del 29/10/1949. Ratifica ed esecuzione dell'Accordo concernente la protezione dei nominativi di origine e la salvaguardia delle denominazioni di certi prodotti, concluso a Roma, tra l'Italia e la Francia, il 29 maggio 1948. Secondo Normattiva, il portale WEB della Presidenza del Consiglio, la legge è ancora vigente al 27 aprile 2024.

Quell'accordo era nel solco e nello spirito della imminente Convenzione di Stresa<sup>260</sup> sulla denominazione di origine dei formaggi che pose le basi per la successiva legislazione italiana sui formaggi di origine e tipici (Mucchetti, 2022).

La strada di differenziare la denominazione dei due formaggi freschi a pasta filata fu percorsa attorno al 1950 dalla Sezione VI della Commissione Lattiero Casearia del Ministero dell'Agricoltura incaricata di redigere gli standard dei formaggi di cui tutelare la denominazione in occasione appunto della Convenzione di Stresa conclusa il 1° giugno 1951. Una bozza dei lavori (Anonimo, 1951) distingueva infatti la Mozzarella propriamente detta, che doveva essere fatta con latte di bufala proveniente da non meglio specificate *zone di allevamento della bufala*, dal Fior di Latte, fatto di latte intero di vacca e indicato come originario della Campania (Figura 4).

Le differenze, oltre che sulla specie di origine del latte, erano basate sul consumo immediato del Fior di Latte rispetto ai 4-5 giorni di conservazione della Mozzarella e sul tenore di grasso, stabilito per la bufala a un valore minimo di 45% sulla sostanza secca.

---

<sup>260</sup> DPR n 1099 del 18 novembre 1953. Esecuzione della Convenzione Internazionale sull'uso dei nominativi di origine e delle denominazioni dei formaggi, firmata a Stresa il 1° giugno 1951 e del protocollo aggiuntivo alla Convenzione suddetta, firmato all'Aja il 18 luglio 1951. Gazzetta Ufficiale n 47 del 26 febbraio 1954

## FIOR DI LATTE

*Caratteri generali* - Fatto di latte di vacca intero.  
*Zona tipica* - Originario della Campania.

### TECNOLOGIA

*Fermentazione* - Violenta, lattica.  
*Coagulazione* - A 33° C. in 30-60 minuti.  
*Rottura della cagliata* - Cauta a grandezza di mandorla.  
*Filatura* - Con acqua bollente. Immediato raffreddamento.  
*Salatura* - In salamoia.  
*Rendimento* - 13-15% con latte intero normale ed acidità naturale, più Kg. 0,6 di burro di seconda qualità per quintale di latte lavorato.

### STANDARD

Formaggio grasso, molle, a pasta filata, da latte di vacca intero normale e ad acidità naturale, destinato al consumo immediato.

*Forma* - Sferoidale.

*Peso* - Da gr. 300 a gr. 500.

*Crosta* - A velo, liscia, lucida, bianca, leggermente paglierina.

*Struttura* - Di sfoglie sovrapposte, con sierosità inframesse.

*Sapore* - Di fermenti lattici, pasta non elastica, pastosa, morbida.

*Umidità* - Media 63%.

*Grasso* - Circa 49% di sostanza secca, comunque non meno del 44% sulla materia secca.

*N.B.* - I dati analitici si riferiscono al formaggio appena confezionato e prima della salatura.

## MOZZARELLA

(propriamente detta)

*Caratteri generali* - Fatto con latte intero di bufala.

*Zona tipica* - Originario delle zone di allevamento della bufala.

### TECNOLOGIA

Come per il fior di latte con rottura più spinta. Resa media 24% di formaggio e 4-5 kg. di ricotta per q.le di latte lavorato.

### STANDARD

Formaggio molle grasso a pasta filata, esclusivamente ottenuto da latte intero di bufala, ad acidità naturale, da consumarsi fresco, al massimo in 4-5 giorni

*Forma* - Sferoidale.

*Peso* - Da gr. 300 a gr. 600.

*Crosta, struttura e sapore* - Come per il fior di latte, ma senza colore paglierino, più grasso e più pastoso, con pasta in genere più compatta.

*Grasso* - Minimo secco: 45%.

*N.B.* - I dati analitici si riferiscono al formaggio appena confezionato e prima della salatura.

Figura 4. Bozza di standard della Mozzarella elaborato dalla Commissione del Ministero dell'Agricoltura (Anonimo, 1951)

Nessuna delle due denominazioni tuttavia fu inserita nell'elenco dei formaggi tutelati dalla Convenzione di Stresa. Perché?

Oggi sono possibili solo ipotesi. Senza fare dietrologie, in assenza di una volontà prevalente, si può ritenere che sia prevalsa una inveterata abitudine ministeriale di non decidere in presenza di conflitti tra parti economiche, soprattutto qualora la decisione possa creare qualche complicazione sui decisori. Si può intuire che i trasformatori di latte di vacca non fossero entusiasti dell'idea di non potere usare il nome Mozzarella, che come visto nel capitolo dedicato alla storia del nome, non era stato esclusivamente di pertinenza del mondo della bufala. In occasione di Stresa e quindi del momento in cui dovevano essere prese delle decisioni, la storia della denominazione dei formaggi italiani andò incontro a cambiamenti rilevanti dovuti proprio alle interazioni tra mondo economico e politica. Entrarono ad esempio come candidati il Grana Tipico Reggiano Parmigiano e il Grana Non Tipico e ne uscì il Parmigiano Reggiano, senza più alcun riferimento al nome Grana che fu assunto qualche anno dopo dalla nascita denominazione Grana Padano (Mucchetti, 2022). Alla Mozzarella e al Fior di Latte andò peggio, si persero le tracce di entrambi. Persa l'occasione di Stresa, come conseguenza logica Mozzarella e Fior di latte furono anche esclusi dal DPR 1269/1955 che formulò gli standard dei formaggi a denominazione di origine e tipica<sup>261</sup> secondo quanto disposto dalla Legge 125/1954 sulla denominazione di origine e tipica dei formaggi<sup>262</sup>. Anche su questo punto resta un perché irrisolto.

La tutela del nome Mozzarella, assieme a quella di numerosi altri formaggi fra i quali anche l'ormai desueto Provatura, ha continuato quindi a essere affidata a livello europeo ad accordi bilaterali, quali ad esempio quelli tra Italia e Spagna (1975)<sup>263</sup> che ha ripreso i termini di quelli precedenti con la

---

<sup>261</sup> DPR 30 ottobre 1955, n. 1269 Riconoscimento delle denominazioni circa i metodi di lavorazione, caratteristiche merceologiche e zone di produzione dei formaggi. Gazzetta Ufficiale n 295 del 22/12/1955

<sup>262</sup> LEGGE 10 aprile 1954, n. 125 Tutela delle denominazioni di origine e tipiche dei formaggi. In Gazzetta Ufficiale n 99 del 30/4/1954

<sup>263</sup>Accordo tra l'Italia e la Spagna sulla protezione delle indicazioni di provenienza di determinati prodotti naturali e industriali. 9 Aprile 1975. In Ministero Affari Esteri. Trattati e Convenzioni tra l'Italia e gli altri Stati. Parte prima. Accordi bilaterali conclusi tra 1° Gennaio e 31 dicembre 19975. Roma, 1979 Pag. 124-160.

Germania<sup>264</sup> (1963) e la Francia<sup>265</sup> (1967), quest'ultimo che rinnovava quello del 1949. Il nome Mozzarella è tutelato assieme a quello di Provatura e Provola, senza alcuna altra specificazione, mentre non vengono più riprese le denominazioni locali come la Mozzarella di Cardito presenti nell'accordo con la Francia del 1949.

La sensazione è che tali accordi non abbiano comunque di fatto avuto esito concreto, visto che la Germania è da decenni uno dei grandi produttori europei di Mozzarelle e rivendica con successo il diritto all'uso del nome per i formaggi delle sue industrie.

La tutela della Mozzarella di Bufala come denominazione tipica  
La storia del riconoscimento della denominazione della Mozzarella di Bufala ricomincia il suo percorso negli anni 1970. Giovanni De Franciscis, professore all'Università di Napoli, sotto l'egida dell'ERSAC (Ente Regionale Sviluppo Agricolo Campania) dà vita a COVALC (Consorzio per la Valorizzazione Latticini della Campania) (Addeo, 2021) che allo scopo di garantire l'origine, la genuinità e la qualità dei formaggi, *“ha adottato dei marchi a foglia di trifoglio con colorazione diversa. A seconda del tipo di latte da cui derivano i prodotti: “trifoglio rosso” per il formaggio tipico di solo latte di bufala (Mozzarella di bufala); “rosso e verde” per il formaggio misto di latte di bufala e vacca (Mozzarella); “verde” per il formaggio di solo vacca (fior di latte)”*

---

<sup>264</sup> Legge n. 658 del 13 luglio 1966, Ratifica ed esecuzione dell'Accordo tra la Repubblica italiana e la Repubblica Federale di Germania relativo alla protezione delle indicazioni di provenienza, delle denominazioni di origine e di altre denominazioni geografiche, concluso a Bonn il 23 luglio 1963, con annessi Protocollo in pari data e Scambio di Note effettuato a Bonn il 14 maggio 1964. in Gazzetta Ufficiale n 212 del 27 agosto 1966. Allegato B Tale legge paradossalmente è dichiarata ancora vigente su Normattiva al 27/4/2024. L'articolo 2 dell'Accordo tuttavia contiene questa sorta di liberatoria *“Le denominazioni contenute nell'Allegato B al presente Accordo sono riservate nel territorio della Repubblica Federale di Germania esclusivamente alle merci e ai prodotti italiani e non possono esservi adoperate se non alle condizioni previste dalla legislazione della Repubblica italiana. Tuttavia, talune disposizioni di questa legislazione possono essere dichiarate inapplicabili tramite un protocollo.”*

<sup>265</sup> Legge 476 del 11 giugno 1967. Ratifica ed esecuzione della Convenzione tra l'Italia e la Francia per la protezione delle denominazioni di origine, delle indicazioni di provenienza e delle denominazioni di alcuni prodotti, con Protocollo annesso, e della Convenzione tra l'Italia e la Francia per i disegni e modelli, concluse a Roma il 28 aprile 1964. in Gazzetta Ufficiale n 164 del 3/7/1967

(Branco, 2010). Per avere il diritto al marchio COVALC le Mozzarelle miste<sup>266</sup> dovevano utilizzare almeno il 30% di latte bufala (Mincione et al., 1980).

Occorre tuttavia attendere la fine degli anni 1970, quasi 30 anni dopo Stresa, perché accada che la denominazione Mozzarella di Bufala riceva il primo riconoscimento formale. L'Associazione Italiana Allevatori di Caserta propone uno standard di prodotto finalizzato ad ottenere il riconoscimento come denominazione tipica e non di origine. La richiesta riceve il parere positivo del Comitato Nazionale per le Denominazioni del Ministero dell'Agricoltura<sup>267</sup> e il parere è recepito integralmente qualche mese dopo dal DPR del 28/9/1979, entrato in vigore grazie alla pubblicazione in Gazzetta Ufficiale<sup>268</sup> a febbraio 1980. Il DPR codifica quindi le caratteristiche di prodotto, introducendo un limite massimo di umidità (65%) e minimo di grasso (50% sul secco) superiore alla proposta del 1951. Nonostante l'interesse dei produttori campani richiedenti la tutela, in quanto *tipico* il formaggio con denominazione Mozzarella di Bufala poteva essere prodotto su tutto il territorio nazionale, a condizione di avere i requisiti stabiliti "*con riguardo ai metodi di lavorazione ed alle caratteristiche organolettiche e merceologiche derivanti dalla materia prima impiegata e dai detti metodi di lavorazione*", definiti dall'articolo 2 (Figura 5).

---

<sup>266</sup>Oggi per definire misto un formaggio è sufficiente indicare in etichetta le tipologie di latte in ordine di quantità usata.

<sup>267</sup>Gazzetta Ufficiale n 103 del 12/4/1979

<sup>268</sup> DPR del 28 settembre 1979 Riconoscimento della denominazione tipica del formaggio "Mozzarella di Bufala". In Gazzetta Ufficiale n 40 del 11/2/1980



## Art. 2.

Il formaggio tipico « Mozzarella di bufala » deve avere le seguenti caratteristiche:

formaggio fresco a pasta filata ottenuto direttamente dal latte intero di bufala;

forma globosa; struttura a foglie sottili sovrapposte che tendono a scomparire negli strati immediatamente sotto il primo.

Sono previste altre forme tipiche delle varie zone di provenienza (treccia, bocconcino, etc.);

peso da grammi 30 a grammi 600 che è quello più comune;

diametro cm 13 circa nelle pezzature di grammi 600;

superficie liscia e lucente. Non deve essere mai viscosa, né ruvida, né rugosa, né scagliata;

crosta sottilissima (meno di un millimetro). Sulla faccia sono più o meno appariscenti dei rilievi sottili, che stanno ad indicare il punto di distacco della mozzarella dalla massa di pasta e di saldatura;

colore bianco porcellaneo;

grasso sulla sostanza secca: minimo 50%;

umidità massima: 65%;

sapore sui generis;

consistenza leggermente elastica nelle prime 8-10 ore dopo la confezione, successivamente sempre più fondente.

Si può conservare meglio se priva di sale in adatto liquido di governo.

Al taglio lascia scolare un poco di sierosità biancastra, grassa e dal profumo di fermenti lattici.

Non deve presentare occhiature, provocate da fermentazioni gassose.

Si notano le fenditure a foglia della struttura e, qualche volta, alcuni vuoti formati durante la filatura.

La « Mozzarella di bufala » potrà essere sottoposta ad affumicatura con procedimento naturale (mediante l'impiego di paglia, foglie, legno, ecc.).

In tal caso essa dovrà essere posta in commercio come « Mozzarella di bufala affumicata » o « Provola di bufala affumicata ».

Le caratteristiche merceologiche della « Mozzarella di bufala affumicata », nel rispetto del disciplinare di produzione, sono in funzione del procedimento di affumicatura impiegato.

Figura 5. Requisiti della Mozzarella di Bufala, secondo il DPR del 28/9/1979

Il testo del DPR in realtà non evidenzia nulla in modo diretto circa i metodi di lavorazione, e non riprende quindi quei punti della bozza del 1951 che indicavano una fermentazione lattica *“violenta”*, tipica delle alte cariche microbiche del latte crudo di allora, *“filatura con acqua bollente, immediato raffreddamento, salatura in salamoia e resa media del 24% di formaggio e 4-5 kg di Ricotta per quintale di latte lavorato”* (Figura 4).

Il DPR introduce tuttavia alcune parole che indirettamente annunciano alcuni criteri in parte mantenuti successivamente e che hanno condizionato il futuro. La definizione data dal DPR per la Mozzarella di Bufala tipica è quella di *“formaggio fresco a pasta filata ottenuto direttamente da latte intero di bufala”*. L'introduzione di un avverbio apparentemente ridondante, *direttamente*, già nel 1979 sembra evidenziare che il formaggio per essere tipico doveva essere ottenuto senza soluzione di continuità, e quindi senza ricorrere a cagliate preparate in altri momenti e/o luoghi<sup>269</sup>. Mincione et al. (1980) in uno studio sulla situazione dell'industria lattiero casearia in Campania realizzata per conto del citato COVALC segnalavano il *“florido mercato”* di semilavorati di cui il Mezzogiorno è *“forte tributario”* e il loro impiego per le paste filate. Lo stesso studio ricorda come la Mozzarella di bufala fosse fatta con latte non pastorizzato con addizione di sieroinnesto.

E' inoltre interessante osservare come il DPR dica che all'epoca il formato più comune era quello globoso con peso di 600 g e come sia indicata una *preferenza* per la Mozzarella priva di sale in quanto si conserverebbe meglio in liquido di governo. Altrettanto interessante è il riferimento al *“profumo di fermenti lattici”* proprio della sierosità *“grassa”* rilasciata al taglio, senza che tuttavia sia presente un riferimento all'uso di starter, siano essi colture naturali o selezionate, per quanto all'epoca del DPR la pratica delle colture naturali fosse in uso in misura decisamente superiore a quanto ricordava Savini (1937) qualche decennio prima. Interessante, come segno del cambiamento dei tempi, anche il riferimento all'assenza di occhiature causate da fermentazioni gassose, quando la storia antica della Mozzarella era basata sulla lievitazione della pasta, mentre è accettata la presenza di fenditure e nel caso anche di qualche vuoto nella pasta dovuti alla filatura.

---

<sup>269</sup> Il DPCM del 9/4/1993 con il quale è riconosciuta al Provolone Valpadana la denominazione di origine sarà più esplicito riguardo ad una tematica evidentemente comune alle paste filate, *“filatura della pasta nel rispetto degli usi leali e costanti effettuata dopo fermentazione naturale lattica in modo continuativo esclusivamente su coagulo ottenuto nello stesso caseificio nel quale è avvenuta la lavorazione del latte”*.

Il riconoscimento della denominazione tipica tuttavia è troppo tardivo per proteggere anche il nome Mozzarella, come preciserà il successivo DPR del 13/4/1987 che integrando il precedente afferma che tale riconoscimento *“non pregiudica l’uso dell’indicazione merceologica “Mozzarella” per indicare il formaggio fresco a pasta filata ottenuto da latte vaccino o da latte misto”*<sup>270</sup>.

Nel frattempo il percorso di successo intrapreso dalla Mozzarella di Bufala la costringe ad affrontare quelli che ancora oggi sono probabilmente due fra i problemi principali del settore. Il primo è l’asimmetria tra i periodi di massima produzione di latte (inverno-primavera) e picco della domanda di Mozzarella (estate). Il secondo è la situazione ancora arretrata in alcune condizioni di allevamento delle bufale e la presenza diffusa della brucellosi, che a sua volta induce a introdurre la pratica della pastorizzazione del latte.

La non coincidenza temporale tra produzione del latte di bufala e domanda di Mozzarella può trovare tecnicamente soluzione nello stoccaggio allo stato congelato della parte di latte crudo in eccesso rispetto alla domanda di Mozzarella e/o dell’aliquota corrispondente di cagliata. Tale pratica è stata generalmente affrontata con criteri empirici e pratici, usando metodi di congelamento lento del latte in secchi da 10-15 kg o di cagliata in blocchi, spesso non ottimali da punto di vista tecnico in quanto lo spessore della massa limita la velocità di trasporto del calore, ma funzionali alla tracciabilità della proprietà del latte, mantenendo l’individualità dell’origine.

I risultati di alcuni studi evidenziano l’attenzione non recente a questi problemi del settore e in qualche modo li collocano nel tempo. Intrieri et al. (1988), così come qualche anno dopo Addeo et al. (1992), fanno riferimento alla pratica di uso di latte congelato, mentre già più di 15 anni prima Jone Rossi (1972) aveva affrontato il tema della conservazione a -25°C di cagliate, Mozzarella non salata e salata, evidenziando per altro crescenti perdite di umidità nel prodotto scongelato in funzione della durata dello stoccaggio. Nel 1981 a Caserta nasce il *“Consorzio Nazionale per la Tutela del formaggio tipico Mozzarella di Bufala”* voluto particolarmente da tre aziende della provincia di Caserta e da una di Salerno (Oliviero, 2004)<sup>271</sup>. Il Consorzio è

---

<sup>270</sup> DPR 13/4/1987. Integrazioni al DPR 28 settembre 1979 concernente il riconoscimento della denominazione tipica “Mozzarella di Bufala”. In Gazzetta Ufficiale n. 221 del 22/9/1987

<sup>271</sup> Le aziende fondatrici secondo quanto riportato dal Mattino di Napoli (21/3/2008) furono Fattorie Garofalo (allora Caseificio La Garofalo) di Capua (CE), la Cooperativa Produttori Latte Bufalino di Cancellone Arnone (CE), l’azienda Agricola Casearia Lupara di Pastorano (CE), la

253

stato inizialmente presieduto dal Prof. Giovanni de Franciscis, che ne ha poi mantenuto la presidenza dal 1983 al 1993, fino al momento del riconoscimento della Denominazione di Origine. Il passaggio dal riconoscimento della denominazione tipica a quella di origine, che ha permesso di limitare l'area geografica di produzione a quella più tradizionale, è stato sofferto e non facile.

Dalla Mozzarella di bufala alla Mozzarella di Bufala Campana DO prima e poi DOP

Una proposta di legge<sup>272</sup>, presentata nel 1983 con primo firmatario il deputato lucano Rocco Curcio parlamentare dell'allora Partito Comunista Italiano, prevedeva che il riconoscimento della denominazione di origine fosse riservata alla Mozzarella di Bufala prodotta nelle provincie di Caserta, Salerno, Latina e Foggia, mantenendo i requisiti previsti dal DPR del 1979. La proposta di legge non ha avuto esito concreto. Nel 1988 il deputato Nardone, parlamentare anch'esso del Partito Comunista, presenta assieme ad altri numerosi colleghi, una *curiosa* proposta di legge<sup>273</sup> volta a regolamentare complessivamente il settore della Mozzarella, la cui lettura permette di intuire alcune problematiche dell'epoca così come una diversa sensibilità. La proposta riprende nella sostanza lo schema previsto da COVALC e prevede di differenziare tre tipologie; la prima è la "Mozzarella di bufala" da tutelare con un non meglio specificato "*marchio nazionale di garanzia e qualità*" da istituire con DPR su proposta del Ministero dell'Agricoltura e che sarebbe poi stato gestito da un consorzio costituito da enti territoriali e rappresentanze dei produttori delle regioni interessate (non definite nella proposta). La Mozzarella di bufala, secondo la proposta, avrebbe dovuto essere ottenuta con almeno 80% di latte di bufala. La seconda tipologia è la "*Mozzarella mista*" (almeno 40% di latte di bufala), mentre la terza è la "*Mozzarella vaccina*". La relazione introduttiva alla proposta sottolinea il problema dell'uso di latte in polvere e cagliate che rappresenterebbero circa il 40% di

---

cooperativa Allevatori Bufalini Campani (ABC) di Vitulazio (CE) e la Cooperativa La Bufarella di Salerno

<sup>272</sup> Proposta di Legge n 869. Camera dei Deputati, IX Legislatura, presentata il 17 novembre 1983, Curcio et al.

<sup>273</sup> Proposta di Legge n 3035. Camera dei Deputati, X Legislatura, presentata il 20 luglio 1988, Nardone et al.

1.900.000 quintali di prodotto<sup>274</sup>. La proposta non va avanti, ma viene reiterata senza modificazioni sempre dall'on. Nardone<sup>275</sup> nel 1992, nonostante nel periodo fossero già *in itinere* due proposte di riconoscere finalmente la Denominazione di origine alla Mozzarella di Bufala.

La prima proposta è stata avanzata il 30 giugno 1989 dalla Cooperativa Allevatori Bufalini Salernitani e la seconda due settimane dopo dal Consorzio di tutela della Mozzarella di Bufala, volte ad ottenere rispettivamente il riconoscimento della denominazione “Mozzarella di Bufala della Piana del Sele” e “Mozzarella di Bufala Campana”.

Queste proposte contraddittorie, quando non contrapposte, sono la testimonianza delle radici di discussioni e posizioni localistiche ancora oggi talvolta affioranti all'interno della filiera bufalina, che hanno accompagnato la storia di successo della Mozzarella di Bufala Campana DOP, che da prodotto marginale a consumo locale è diventato un'immagine mondiale del Made in Italy.

La Regione Campania nel 1991 prende posizione a favore del riconoscimento della denominazione “Mozzarella di Bufala Campana” e la Regione Lazio, inizialmente a rischio di essere esclusa (De Bac, 1990) così come la Regione Puglia (Anonimo, 1990), chiede nel dicembre 1991 l'estensione dell'area di produzione a comuni delle provincie di Latina, Frosinone e Roma.

Il parere positivo del Comitato Nazionale per la tutela delle denominazioni<sup>276</sup>, oltre a ricostruire la storia delle due proposte di riconoscimento della denominazione, contiene la bozza di disciplinare che sarà poi recepita con alcune modifiche dal DPCM che circa un anno dopo, nel 1993, riconoscerà alla Mozzarella di Bufala la denominazione di origine (DO).

La denominazione diventa Mozzarella di Bufala Campana DO<sup>277</sup>, ma la potenza dei localismi ottiene che sotto l'ombrello della denominazione comune sia ancora possibile aggiungere “qualificazioni” locali sulla base dell'origine del latte e di tecniche tipiche (Piana del Sele per i prodotti

---

<sup>274</sup> Una massa di formaggio di queste dimensioni sembrerebbe in realtà fare riferimento all'intero comparto nazionale delle paste filate

<sup>275</sup> Proposta di Legge n 1039, XI Legislatura, presentata il 17/6/1992, Nardone et al.

<sup>276</sup> Gazzetta Ufficiale n 85 del 10/4/1992

<sup>277</sup> DPCM del 10/5/1993 Riconoscimento della Denominazione di origine del formaggio “Mozzarella di Bufala Campana”. In Gazzetta Ufficiale n 219 del 17/9/1993

salernitani, Piana del Volturno o Aversana per quelli casertani e Pontina per i formaggi del Basso Lazio).

Il DPCM del 1993, anche sulla base di nuove sensibilità ai temi della denominazione di origine, che aveva appena visto in Europa affacciarsi il Regolamento 2081/1992 del Consiglio relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari, definisce l'area di produzione e trasformazione del latte (nella quale non compaiono ancora i produttori della Regione Puglia), i requisiti di prodotto, l'obbligo che il latte provenga da bufale di razza mediterranea e le regole del metodo di lavorazione (Figura 6).

Art. 3.

1. La «Mozzarella di bufala campana» è prodotta esclusivamente con latte di bufala intero, proveniente da bufale allevate nella zona di cui all'art. 2 e ottenuta nel rispetto di apposite prescrizioni relative all'allevamento e al processo tecnologico, in quanto rispondenti allo standard produttivo seguente:

*A)* Gli allevamenti bufalini dai quali deriva il latte devono essere strutturati secondo gli usi locali con animali originari della zona di razza mediterranea, che devono risultare iscritti all'apposita anagrafe.

*B)* Il latte deve essere consegnato al caseificio entro la sedicesima ora dalla mungitura, possedere titolo in grasso minimo del 7% e essere opportunamente filtrato e riscaldato ad una temperatura variante da 33 °C a 36 °C.

*C)* La coagulazione è ottenuta con l'uso esclusivo di fermenti lattici naturali derivanti da precedenti lavorazioni di latte di bufala avvenute nella stessa zona di produzione. La rottura della cagliata viene proseguita fino ad ottenere granuli della grandezza di una noce. La maturazione della cagliata avviene sotto siero per un tempo variabile in relazione alla carica di microrganismi presenti nei fermenti aggiunti, ma oscillante intorno alle 5 ore dalla immissione del caglio. Al termine della maturazione la cagliata viene ridotta a strisce poste in appositi recipienti dove, con l'aggiunta di acqua a 95 °C, viene filata e poi mozzata, onde assicurare ai singoli pezzi ottenuti la forma e le dimensioni previste. Questi vengono prima posti in acqua fredda per pochi minuti e poi in salamoia per la fase di salatura cui segue il confezionamento. Il prodotto può essere affumicato solo con precedenti naturali e tradizionali: in tal caso la denominazione di origine deve essere seguita dalla dicitura «affumicata».

*D)* Forma: oltre alla forma tondeggiante, sono ammesse altre forme tipiche della zona di produzione quali bocconcini, trecce, perline, ciliegine, nodini.

*E)* Peso variabile da 20 g a 800 g, in relazione alla forma.

*F)* Aspetto esterno: colore bianco porcellanato, crosta sottilissima di circa un millimetro con superficie liscia, mai viscida né scagliata.

*G)* Pasta: struttura a foglie sottili, leggermente elastica nella prime otto-dieci ore dopo la produzione ed il confezionamento, successivamente tendenza a divenire più fondente; priva di difetti quali occhiature, provocati da fermentazioni gassose o anomale; assenza di conservanti, inibenti e coloranti; al taglio presenza di scolatura in forma di lieve sierosità biancastra, grassa, dal profumo di fermenti lattici.

*H)* Sapore: caratteristico e delicato.

*I)* Grasso sulla sostanza secca: minimo 52%.

*L)* Umidità massima 65%.

Figura 6. Requisiti e metodo di ottenimento della Mozzarella di Bufala Campana DO secondo il DPCM del 17/9/1993



Il riferimento alla razza mediterranea rappresenta la scelta di promuovere l'utilizzo del latte di una specifica razza bufalina, favorendo in tal modo la continuazione di una selezione a livello locale che crea un fattore di identità, per quanto non esclusivo. L'obbligo di usare latte di bufala di razza mediterranea italiana oggi è uno strumento che può consentire di individuare l'uso abusivo di latte e/o cagliate derivanti da bufale di altre razze, allevate in altri Paesi. Come visto, non è una difesa valida al 100%, ma è una importante barriera e uno strumento per rafforzare la distintività del prodotto nazionale.

Il DPCM inizia quindi a *tradurre* almeno in parte quel *direttamente* scritto nel 1979 stabilendo che *"Il latte deve essere consegnato al caseificio entro la sedicesima ora dalla mungitura ....e essere opportunamente filtrato e riscaldato ad una temperatura variante da 33°C a 36°C"*. Il tema sottotraccia a tale prescrizione, oltre a cercare di garantire una migliore qualità microbiologica al latte riducendo i tempi di stoccaggio del latte alla stalla, suona come il tentativo di definire una norma che possa contrastare la pratica dell'uso di latte congelato, senza tuttavia affermarne direttamente il divieto. La brevità del tempo imposto dalla prescrizione per il ritiro del latte da parte del caseificio rende infatti non proponibile lo stoccaggio congelato del latte da parte dell'allevatore, ma allo stesso tempo non esclude esplicitamente che questa azione possa essere intrapresa dal caseificio che in caso potrà decidere di procedere al suo congelamento in impianti propri, stoccandolo in caseificio. In tal modo potrebbe essere soddisfatta la *lettera* della regola che stabilisce solo i termini di consegna ma non quelli di trasformazione del latte in cagliata e quindi Mozzarella.

La descrizione della tecnica di caseificazione fatta dal DPCM del 1993 vede come punti chiave il ricorso a *"fermenti lattici derivanti da precedenti lavorazioni"* (il sieroinnesto, di fatto anche se non esplicitamente citato), maturazione della cagliata sotto siero per circa 5 ore, taglio della cagliata e filatura con acqua a 95°C, quindi mozzatura, raffreddamento e salagione in salamoia, diversamente dal 1979 ove si indicava una migliore conservabilità se priva di sale. Lo standard non fa riferimento alla possibilità o meno di introdurre trattamenti termici al latte, scegliendo in questo modo di lasciare spazio a tutte le esigenze, sanitarie e commerciali in funzione della potenziale durata di shelf-life.

Il disciplinare stabilito con il DPCM del 1993, oltre a riprendere nella sostanza i requisiti di prodotto precedenti adeguando alcuni aspetti con valenza anche

commerciale, come l'intervallo del peso della Mozzarella che può variare tra 20 e 800 g, introduce un altro punto di rilievo ovvero *“l'assenza di conservanti, inibenti e coloranti”*.

Il bianco porcellanato tipico della Mozzarella di bufala non può essere ottenuto o mantenuto quindi aggiungendo sbiancanti ottici quali perossido di benzoile, clorofille o ossido di titanio.

La nascita della denominazione di origine *“Mozzarella di Bufala Campana”* e la contemporanea abrogazione della denominazione tipica *“Mozzarella di Bufala”* fu interpretata da alcuni come un via libera all'utilizzo della denominazione Mozzarella di bufala, suscitando l'opposizione netta del Consorzio di tutela del neonato formaggio a denominazione di origine. Occorre tuttavia attendere due decreti ministeriali firmati entrambi dal medesimo ministro, il salernitano on. Michele Pinto, il primo<sup>278</sup> del 10/2/1997 ed il secondo<sup>279</sup> del 21/7/1998 che abroga il precedente e porta all'attuale situazione per cui la denominazione della Mozzarella ottenuta con latte di bufala fuori dal sistema della DOP diventa *“Mozzarella di latte di bufala”* con tutte le parole scritte con il medesimo carattere e nello stesso campo visivo, e il divieto di usare simboli che richiamino la testa di bufala stilizzata, logo tipico della Mozzarella di Bufala Campana DOP.

Il DPCM del 1993 e il successivo riconoscimento europeo della Mozzarella di Bufala Campana DOP, che avverrà nel 1996, fanno da volano per l'inizio di una forte crescita produttiva del comparto, su cui continua a pesare il problema della asimmetria tra picco della produzione di latte e picco della domanda di Mozzarella, e della mancanza di soluzioni condivise all'interno della filiera.

La modifica del disciplinare approvata nel 2008

Gli equilibri di filiera trovano un nuovo punto di sintesi quando nel 2002 il Consorzio avanza una proposta di modifiche del disciplinare che saranno inizialmente accolte in Italia con il meccanismo della protezione transitoria

---

<sup>278</sup> Decreto 10 febbraio 1997 Ministero Risorse Agricole, Alimentari e Forestali Utilizzo di termini relativi alla denominazione di origine *“Mozzarella di Bufala Campana”* in Gazzetta Ufficiale n 43 del 21/2/1997

<sup>279</sup> Decreto 21 luglio 1998 Ministero Politiche Agricole e Forestali. Criteri per l'utilizzo dei termini di designazione relativi al prodotto a denominazione di origine protetta *“Mozzarella di Bufala Campana”*. In Gazzetta Ufficiale n 216 del 16/9/1998

decretata a fine 2003 dal Ministero dell'Agricoltura<sup>280</sup>. Le modifiche seguono quindi lentamente l'iter e sono finalmente presentate definitivamente alla Comunità Europea<sup>281</sup> nel 2007 e quindi approvate<sup>282</sup> nel 2008.

Mentre i requisiti di prodotto restano sostanzialmente i medesimi stabiliti con il DPCM del 1993, il nuovo disciplinare esplicita la possibilità di usare sia latte crudo che termizzato o pastorizzato, condizione fino a quel momento non definita, risolvendo in questo caso con un accordo la dicotomia di opinioni tra tradizionalisti difensori del latte "*crudo*" ed esigenze di maggiore sicurezza e soprattutto di durata di conservazione per i formaggi con necessità di raggiungere il mercato nazionale e internazionale.

La modifica forse di maggiore impatto sul comparto è tuttavia quella che prevede che il latte di bufala di razza mediterranea, oltre che intero, debba essere "*fresco*" e "*trasformato in Mozzarella di Bufala Campana entro la 60° ora dalla prima mungitura*". La prescrizione della trasformazione del latte in Mozzarella entro la 60° ora ha un duplice scopo. Uno è rendere possibile la lavorazione del latte per 5 giorni su 7, non obbligando al lavoro festivo o comunque tutti i giorni della settimana. Il secondo è quello di creare un vincolo che impedisce di fatto di interrompere la lavorazione del latte, rendendo così inutile la pratica di congelare latte o cagliata da parte del caseificio e illecita, nel caso, quella di stoccarli oltre 60 ore. Le motivazioni a supporto della richiesta di modifica affermano esplicitamente che "*detta precisazione si rende necessaria allo scopo di evitare l'utilizzazione di latte congelato oppure surgelato*".

L'introduzione dell'aggettivo "*fresco*" e della prescrizione di durata massima della trasformazione diventa quindi lo strumento, ancora oggi attuale, che impedisce l'uso di latte e/o cagliate congelate nella produzione di Mozzarella DOP.

Nel frattempo la produzione di latte di bufala e di Mozzarella è continuata a crescere senza avere risolto l'asimmetria tra i picchi di produzione di latte e

---

<sup>280</sup> DECRETO 18 settembre 2003. Protezione transitoria accordata a livello nazionale alla modifica del disciplinare di produzione della denominazione di origine protetta «Mozzarella di Bufala Campana» .... in Gazzetta Ufficiale n.258 del 6-11-2003

<sup>281</sup>REGOLAMENTO (CE) N. 510/2006 DEL CONSIGLIO Domanda di modifica a norma dell'articolo 9 e dell'articolo 17, paragrafo 2 «MOZZARELLA DI BUFALA CAMPANA» N. CE: IT/PDO/117/0014/20.09.2002 in Gazzetta Ufficiale Comunità Europea n 90C del 24/5/2007

<sup>282</sup> REGOLAMENTO (CE) N. 103/2008 DELLA COMMISSIONE del 4 febbraio 2008 recante approvazione delle modifiche non secondarie del disciplinare.... in Gazzetta Ufficiale Comunità Europea n 31L del 25/2/2008

domanda di Mozzarella. Il latte e/o le cagliate in potenziale surplus rispetto alla domanda di Mozzarella continuano quindi a essere congelate e diventano ingrediente, in questo caso perfettamente lecito, della *Mozzarella di Latte di Bufala*, ovvero del prodotto non DOP, producibile tuttavia anche nel resto d'Italia. La *Mozzarella di Latte di Bufala*, prodotta nell'area DOP anche con latte DOP, diventa al medesimo tempo il principale competitore diretto della Mozzarella di Bufala Campana DOP e il suo indispensabile complemento, proprio perché consente di utilizzare il latte invernale *in surplus*, che altrimenti non avrebbe avuto utilizzazione creando un circolo vizioso di riduzione della produzione di latte.

Il congelamento e lo stoccaggio del latte fino a 6 mesi hanno tuttavia rilevanti costi industriali<sup>283</sup> e questo spesso si traduce in una diminuzione del prezzo del latte di bufala invernale rispetto a quello estivo, stimabile nell'ordine del 10-20%<sup>284</sup>. La *Mozzarella di Latte di Bufala* inoltre deve fare i conti con prezzi di mercato generalmente inferiori a quelli della Mozzarella DOP e quindi in linea di principio con margini progressivamente inferiori, maggiore è la quota di latte di area DOP utilizzato<sup>285</sup>. Una soluzione alternativa appare quella di aumentare la produzione estiva di latte, destagionalizzando la riproduzione delle bufale rispetto al ciclo "naturale". La "destagionalizzazione" della riproduzione può comportare tuttavia costi aggiuntivi, che ricadono sull'allevatore, perché la fertilità della mandria può essere penalizzata e può diminuire la produzione complessiva di latte. Volendo vedere il bicchiere mezzo pieno, si può considerare il maggiore prezzo del latte estivo, riferito generalmente al periodo marzo-agosto, una compensazione per i maggiori costi di produzione, ma è appunto un modo di vedere. L'altro modo è che il prezzo estivo è quello appena giusto e quello invernale una penalizzazione. Punti di vista, ognuno con validità relativa rispetto a dove si pone il centro dell'attenzione.

---

<sup>283</sup> Il costo energetico prima della crisi del 2022 poteva essere stimato a meno di 0,2€/kg

<sup>284</sup>A titolo di esempio il listino della Camera di Commercio di Salerno riporta un prezzo medio invernale per il 2021 pari a 1,20€/l ed estivo a 1,35€/l, con oscillazioni di 0,10-0,15 €/l. Nel bando del 2018 emanato da *Improsta*, azienda agricola Sperimentale della Regione Campania, il prezzo richiesto di partenza per le offerte di acquisto era fissato a 1,35€/kg per 180.000 kg di latte prodotto da 1/3 a 31/8/2018 e a 1,10 €/kg per 110.000 kg di latte prodotto nel periodo 1/9/2017 a 38/2/2018. La relazione dell'on Paolo Russo sulle Contraffazioni nel settore della Mozzarella di Bufala Campana riporta che secondo Coldiretti un litro di latte di bufala valeva 1,4-1,5 € d'estate e 0,9-1,0 € d'inverno (Russo, 2015).

<sup>285</sup> Fino al decreto sulla separazione degli stabilimenti era lecito l'ingresso nello stesso stabilimento di latte di bufala di area DOP e non DOP.

La separazione degli stabilimenti

Un punto cardine della modificazione del sistema bufalino nell'area DOP è stabilito dal Decreto Legge 171 del 3 novembre 2008 (art 4 quinquiesdecies)<sup>286</sup>, convertito nella legge 205/2008, che introduce l'obbligo di produrre la Mozzarella di Bufala Campana DOP in uno stabilimento esclusivamente dedicato allo scopo, la cosiddetta separazione degli stabilimenti. Per rendere tecnicamente possibile tale conversione la data di applicazione è stabilita al 1° Gennaio 2013.

Le proposte di modifica del disciplinare DOP

Nel frattempo per cercare di dare una risposta alle problematiche di una situazione in movimento, il Consorzio presenta al Ministero dell'Agricoltura una complessa proposta di modifica del disciplinare, come da notizie stampa del 3 Luglio 2012.

La proposta affronta il tema chiave della gestione del surplus di latte e dei potenziali diversi interessi tra grandi e piccoli caseifici, combinando più elementi:

- i) spinta alla "destagionalizzazione", stabilendo l'obiettivo di raggiungere una soglia minima del 65% di produzione di latte estivo (1° Marzo-31 Agosto);
- ii) mantenimento del divieto di congelamento del latte, ma modificando l'obbligo delle 60 ore per completare la caseificazione che sarebbe sostituito da quello di completare, sempre entro le 60 ore, solo la produzione della cagliata;
- iii) possibilità di produrre Mozzarella da usare esclusivamente come ingrediente per la ristorazione conservabile allo stato surgelato senza liquido di governo.

La proposta di modifica del disciplinare agisce sui due fronti del problema, prevedendo di consentire il ricorso al congelamento della cagliata nel periodo invernale e quindi al suo utilizzo in quota parte in miscela con cagliata fresca nel periodo di maggiore domanda. In modo complementare la proposta consentirebbe anche di produrre Mozzarella DOP,

---

<sup>286</sup> Gazzetta Ufficiale n 303 del 30/12/2008 Art. 4-quinquiesdecies. Disposizioni per la produzione della «Mozzarella di bufala campana» (DOP) 1. *A decorrere dal 1° gennaio 2013 la produzione della «Mozzarella di bufala campana», registrata come denominazione di origine protetta (DOP) ai sensi del regolamento (CE) n. 1107/96 della Commissione, del 12 giugno 1996, deve essere effettuata in stabilimenti separati da quelli in cui ha luogo la produzione di altri tipi di formaggi o preparati alimentari. Al fine di consentire alle aziende interessate un'adeguata programmazione delle rispettive attività, il Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali provvede, con proprio decreto, entro il 30 giugno 2009, a definire le modalità per l'attuazione del presente articolo.*

preferibilmente sempre nel periodo invernale, da usare come ingrediente di cucina facilmente conservabile grazie al congelamento e facilmente identificabile perché senza liquido di governo.

La possibilità di congelare la cagliata e parte del prodotto da usare come ingrediente ha lo scopo di consentire di utilizzare tutto il latte invernale per fare prodotti DOP, compensando con il loro maggiore valore di mercato i costi comunque presenti del congelamento. Il congelamento di una massa ridotta di prodotto rispetto a quella del latte avrebbe inoltre consentito da un lato di ridurre i costi di congelamento e stoccaggio.

La proposta di modifica conteneva inoltre anche la possibilità di identificare una “*Mozzarella di Bufala Campana Artigianale*” caratterizzata da una lavorazione completata entro le 48 ore dalla mungitura, filatura e mozzatura manuale, che riportasse sulla confezione sia la data di produzione che di scadenza. Un prodotto *premium* che avrebbe potuto rafforzare la comunicazione di prodotto rivolta a consumatori *gourmand*.

Con la proposta veniva data quindi esplicita forma alla differenza da sempre esistita ma non dichiarata tra le Mozzarelle destinate prevalentemente ai mercati locale e delle gastronomie e quelle, la maggiore parte, prodotte per il mercato nazionale della GDO ed esteri, che richiedono necessariamente una maggiore durata di conservazione e quindi requisiti idonei allo scopo.

Nonostante l’approvazione da parte del Comitato Paritetico del Consorzio (unanimità dei caseifici, maggioranza degli allevatori)<sup>287</sup>, la proposta del Consorzio ha trovato forti opposizioni soprattutto da parte di associazioni degli allevatori<sup>288</sup> in nome di una difesa di non precisati concetti di freschezza e qualità, oltre che del timore che la proposta non fosse risolutiva per il prezzo del latte.

Queste preoccupazioni sono esplicitate in modo più chiaro da un comunicato di Unimpresa Agricoltura<sup>289</sup> che rinnova il consueto timore che la possibilità

---

<sup>287</sup><https://www.Mozzarelladop.it/disciplinare-ecco-tutte-le-novita-per-la-dop/>

<sup>288</sup> “CONFAGRICOLTURA CAMPANIA DICE NO ALLE MODIFICHE DEL DISCIPLINARE ..... *Il Consorzio di tutela ha chiesto al Ministero ... di introdurre nel processo produttivo modifiche ... in grado di produrre profonde alterazioni qualitative che ne minano ad esempio la freschezza. Eliminare l’obbligo di trasformare nelle 60 ore successive il latte fresco in Mozzarella, prevedere il raffreddamento e la conservazione della cagliata e introdurre un nuovo prodotto definito ‘artigianale’ quasi a voler confessare che tutto il resto non è prodotto di prima qualità – ribadisce Pannullo – sono operazioni molto discutibili e che ci lasciano perplessi e preoccupati sia per la valorizzazione economica della materia prima e del prodotto finale e sia per i negativi ritorni economici che snatureranno così il formaggio Mozzarella di Bufala Campana DOP*” (<https://confagricolturasalerno.it/?p=1589>)

<sup>289</sup> “La modifica proposta – conclude il segretario generale di Unimpresa Agricoltura – oltre a danneggiare la generalità degli allevatori, che perderebbero forza contrattuale visto che i trasformatori non dovrebbero necessariamente approvvigionarsi di latte tutti i giorni potendo disporre di prodotto congelato, riteniamo che non favorirebbe comunque tutti i trasformatori,

del congelamento favorisca il potere contrattuale dei caseifici consentendo loro di non ritirare il latte tutti i giorni.

A rafforzare tali posizioni, come si legge nel testo nell'interrogazione al Ministro dell'Agricoltura depositata il 20/11/2012 dagli on. Angelo Alessandri e Siegfried Brugger<sup>290</sup>, sono Giuseppe Politi (presidente nazionale della Confederazione Italiana Agricoltori) e Mario Guidi (presidente nazionale di Confagricoltura) che in una nota congiunta al Ministro hanno scritto: *“Le innovazioni proposte modificando sostanzialmente il processo produttivo farebbero difatti, a nostro avviso, perdere al prodotto la sua caratteristica di formaggio fresco e potrebbero pericolosamente volgarizzare e dequalificare il prodotto - con evidenti riflessi negativi sulla valorizzazione economica della materia prima - nell'immaginario del consumatore”*.

L'attuazione della legge del 2008 sulla separazione degli stabilimenti Mentre la proposta di modifica del disciplinare resta bloccata, si arriva al 2013, momento in cui avrebbe dovuto diventare operativa la separazione degli stabilimenti decretata nel 2008.

Il Decreto Ministeriale del 6 marzo 2013 sembra infatti dare attuazione alla decisione del 2008 e stabilisce che *“A decorrere dal 30 giugno 2013, .... gli operatori inseriti nel sistema di controllo della DOP Mozzarella di Bufala Campana, producono il formaggio Mozzarella di Bufala Campana in stabilimenti esclusivamente dedicati a tale produzione”* e che all'interno di tali stabilimenti *“è vietata la detenzione e lo stoccaggio di materie prime e cagliate diverse da latte e cagliate bufaline dedicate esclusivamente alla lavorazione della DOP Mozzarella di Bufala Campana”*<sup>291</sup>.

Passano pochi giorni e il Ministero recede da questo *aut aut* che avrebbe obbligato i caseifici che vogliono restare nel sistema DOP alla mono-produzione, senza per altro avere risolto il problema strutturale di avere un'eccedenza di latte idoneo alla DOP rispetto alla quantità di Mozzarella di Bufala Campana prodotta.

L'evidente incongruenza del Decreto che vieta anche la storica produzione di Ricotta di Bufala Campana DOP, non confondibile e non in concorrenza con la Mozzarella, diventa l'escamotage che porta alla subitanea abrogazione del medesimo ed alla sua sostituzione con una versione “mitigata”.

---

*ma solo una piccola parte di questi che puntano a produrre prodotto di bassa qualità. La Mozzarella di bufala deve invece rimanere una produzione di alta qualità, prodotta ogni giorno con latte fresco intero.* (<https://www.unimpresa.it/Mozzarella-di-bufala-campana-ferrara-unimpresa-no-alla-produzione-con-cagliata-congelata/3414>)

<sup>290</sup>ATTO CAMERA INTERPELLANZA URGENTE 2/01742 Dati di presentazione dell'atto Legislatura: 16 Seduta di annuncio: 720 del 20/11/2012

<sup>291</sup> Gazzetta Ufficiale n 68 del 21/3/2013

Il successivo decreto ministeriale del 10 aprile 2013<sup>292</sup> infatti non solo apre alla Ricotta, ma anche ad altri non meglio identificati e precisati *“derivati del latte”* qualora il latte provenga *“da allevamenti inseriti nel sistema di controllo della DOP Mozzarella di Bufala Campana”*. Il nuovo decreto infatti prescrive che *“A decorrere dal 30 giugno 2013, ... gli operatori inseriti nel sistema di controllo ... producono il formaggio Mozzarella di Bufala Campana nonché i sottoprodotti o derivati della stessa materia prima, inclusa la Ricotta, in stabilimenti esclusivamente dedicati a tali produzioni. È vietata la produzione in tali stabilimenti di altri tipi di formaggi o preparati alimentari.”* La frase non brilla per chiarezza, ma l’interpretazione comune è quella data dall’allora Direttore del Consorzio, Antonio Lucisano, il quale spiega alla rivista il Latte<sup>293</sup> *“Il Decreto MIPAF 10 aprile 2013, abrogando il precedente del 6 marzo, consente l’uso del caseificio per le lavorazioni DOP e non, obbligando nel contempo i trasformatori inseriti nel sistema di controllo della DOP, all’approvvigionamento esclusivo del latte di bufale dell’area DOP, per qualunque produzione che essi intendano realizzare”*. La stampa, ad esempio la pagina di Napoli di Repubblica<sup>294</sup>, titola *“C’è il decreto, la Mozzarella di bufala campana dop è salva”*.

Il DM del 10 aprile non pone tuttavia la parola fine alla vicenda perché, nonostante sia più realista del precedente, continua ad obbligare comunque l’azienda a produrre solo formaggi con latte di bufala, obbligando a lavorare i formaggi misti o quelli di latte di vacca in un diverso stabilimento

La situazione relativa agli stabilimenti sembra finalmente trovare un punto fermo con l’articolo 4 del DL 91 del 24 giugno 2014 dedicato a disposizioni per il rilancio del settore agricolo<sup>295</sup>.

L’articolo 4, curiosamente intitolato *“Misure per la sicurezza alimentare<sup>296</sup> e la produzione della Mozzarella di Bufala Campana DOP”*, sembra accogliere le istanze dei caseifici e prevede che nel medesimo caseificio possano continuare a essere fatte Mozzarella di Bufala Campana DOP, Mozzarella di latte di bufala e altri derivati del latte anche con latte di vacca. La differenza principale con il DM del 10/4/2013, resa più chiara dal Decreto Ministeriale (DM 9/9/2014)<sup>297</sup> che attua il DL 91/2014 è che la separazione è limitata agli spazi dedicati alle singole lavorazioni, e che quindi gli impianti di servizio del

---

<sup>292</sup> Decreto 10 aprile 2013. Modalità per l’attuazione della separazione degli stabilimenti di produzione della DOP Mozzarella di Bufala Campana. Gazzetta Ufficiale n 96 del 24/4/2013.

<sup>293</sup><https://www.latteneews.it/il-decreto-salva-Mozzarella-di-bufala-campana-dop/>

<sup>294</sup>[https://napoli.repubblica.it/cronaca/2013/04/24/news/c\\_il\\_decreto\\_la\\_Mozzarella\\_di\\_bufala\\_campana\\_dop\\_salva-57403564/](https://napoli.repubblica.it/cronaca/2013/04/24/news/c_il_decreto_la_Mozzarella_di_bufala_campana_dop_salva-57403564/)

<sup>295</sup> Gazzetta Ufficiale n 144 del 24 giugno 2014

<sup>296</sup> Il riferimento alla sicurezza alimentare è di non facile comprensione se non considerandolo in relazione alla implementazione del sistema di tracciabilità

<sup>297</sup> Gazzetta Ufficiale n 219 del 20/9/2014



caseificio (ad es. generatori di vapore, sistemi di produzione di acqua raffreddata, sistemi per la detergenza e disinfezione di macchine e linee) che non sono a contatto con il latte possono essere unici e servire le linee e impianti presenti negli spazi separati, ma all'interno dello stesso stabilimento. Nello spazio in cui si produce la Mozzarella di Bufala Campana DOP possono entrare latte e semilavorati (freschi e congelati) provenienti esclusivamente da allevamenti inseriti nel circuito dei controlli della DOP, con i quali possono essere prodotte Mozzarella di Bufala Campana DOP nell'ovvio rispetto dei vincoli del disciplinare, semilavorati (cagliate) e altri prodotti non DOP (Mozzarella di latte di bufala, burrate etc).

In altro spazio separato possono invece entrare latte e semilavorati proveniente da allevamenti diversi non inseriti nel sistema dei controlli DOP, quindi sia di bufala che vacca, di origine nazionale o estera<sup>298</sup>.

La garanzia del rispetto del divieto di utilizzo nella Mozzarella DOP è affidata ai dati documentali<sup>299</sup> che monitorano input e output.

Il DM 9/9/2014 definisce infatti il funzionamento di un complesso sistema di tracciabilità documentale del latte e dei prodotti trasformati che è richiesto sia agli allevatori bufalini che ai caseifici che a trasportatori ed eventuali intermediari. Le comunicazioni avvengono su piattaforma informatica con frequenza giornaliera.

I caseifici devono comunicare gli input di materia prima (latte di bufala fresco e semilavorati, cui aggiungere nel caso latte e/o semilavorati di bufala congelati) e gli output (quantità di Mozzarella di Bufala Campana DOP, di Mozzarella di latte di bufala, di altri prodotti trasformati (es. burrate, gelati, Ricotta, Provola, Caciocavallo etc) nonché gli eventuali surplus di latte e/o semilavorati (cagliate) inutilizzati ed eventualmente congelati. Allevatori ed intermediari hanno obblighi analoghi.

L'applicazione del DM del 9/9/2014 ha introdotto quel sistema di tracciabilità del latte di bufala, semilavorati e prodotti trasformati, la cui elaborazione era stata richiesta dalla Legge 4/2011 e ha mantenuto la possibilità di lavorare nello stesso ambiente tutto il latte di area DOP, quale sia la sua destinazione

---

<sup>298</sup> Il DL 91/2014 così specifica *"La produzione della "Mozzarella di Bufala campana" DOP ,.... ,deve avvenire in uno spazio in cui è lavorato esclusivamente latte proveniente da allevamenti inseriti nel sistema di controllo della DOP Mozzarella di Bufala Campana. In tale spazio può avvenire anche la produzione di semilavorati e di altri prodotti purchè realizzati esclusivamente con latte proveniente da allevamenti inseriti nel sistema di controllo della DOP Mozzarella di Bufala Campana. La produzione di prodotti realizzati anche o esclusivamente con latte differente da quello da allevamenti inseriti nel sistema di controllo della DOP Mozzarella di Bufala Campana deve essere effettuata in uno spazio differente."*

<sup>299</sup> Le metodiche di analisi finalizzate a riconoscere l'uso di latte e/o cagliata congelati, basate sul maggiore grado di proteolisi dovuta all'azione di plasmina e/o caglio durante lo stoccaggio rispetto al latte fresco, non hanno finora trovato applicazione e riconoscimento ufficiale.

d'uso, DOP o non DOP. Continua tuttavia a restare aperto il tema principale, come evitare gli effetti della asimmetria tra produzione di latte e consumo di Mozzarella.

Una nuova proposta di modifica del disciplinare DOP

La proposta di modifica del disciplinare presentata nel 2012 continua a restare nei cassetti del Ministero dell'Agricoltura. La strada per trovare una soluzione continua a essere in salita e nel 2017 il Consorzio, considerando la crescita dell'export verso i mercati lontani e dell'uso della Mozzarella in ristorazione, propone che sia consentita la possibilità di congelare la Mozzarella DOP sia con che senza liquido di governo, come avviene da anni per la Mozzarella di Latte di Bufala oltre che a quella di vacca che vuole sfruttare il traino del Made in Italy, a dimostrazione indiretta che il prodotto *frozen* ha un mercato. Soluzione parziale, ma che consentirebbe di caseificare il latte invernale DOP in surplus e immettere sul mercato professionale e internazionale quantità di prodotto in modo tale da non alterare il rapporto tra domanda e offerta.

La proposta suscita un coro di proteste da parte di associazioni di allevatori, a loro volta sostenute anche dalla stampa nazionale<sup>300</sup>, e di non pochi esponenti della politica. Coldiretti Lazio si esprime in modo netto contro tale ipotesi che *"ucciderebbe il settore"*<sup>301</sup>. Un'interrogazione al Senato<sup>302</sup> da

---

<sup>300</sup>*"Mozzarella congelata? Come liofilizzare il Chianti Classico": è rivolta contro il nuovo disciplinare.* Lara De Luna su Repubblica riprende Ernesto Buondonno, Presidente della Federazione Allevamenti Bufalini di Confagricoltura il quale sostiene che *"se fosse legalizzato il metodo di congelamento della Mozzarella, gli allevatori bufalini campani sarebbero soggetti ad offerte di prezzi più bassi del latte"*

([https://www.repubblica.it/sapori/2017/07/11/news/modifica\\_disciplinare\\_Mozzarella\\_bufala\\_campana\\_dop\\_inserimento\\_categoria\\_frozen170451752/#:~:text=Come%20liofilizzare%20il%20Chianti%20Classico%22%3A%20C3%A8%20rivolta%20contro%20il%20nuovo%20disciplinare,Lara%20De%20Luna&text=%22Queste%20nuove%20norme%20sviliscono%20e,Combatteremo%20in%20ogni%20sede%22.](https://www.repubblica.it/sapori/2017/07/11/news/modifica_disciplinare_Mozzarella_bufala_campana_dop_inserimento_categoria_frozen170451752/#:~:text=Come%20liofilizzare%20il%20Chianti%20Classico%22%3A%20C3%A8%20rivolta%20contro%20il%20nuovo%20disciplinare,Lara%20De%20Luna&text=%22Queste%20nuove%20norme%20sviliscono%20e,Combatteremo%20in%20ogni%20sede%22.))

<sup>301</sup>*"Congelare la Mozzarella di bufala vuol dire uccidere questo settore"* La Coldiretti fortemente contraria alla richiesta avanzata al Mipaaf dal consorzio di tutela della bufala campana *"Congelare le Mozzarelle di bufala? Mai. Siamo contrari ad ogni ipotesi di modifica del disciplinare che possa comportare alterazione delle proprietà organolettiche o compromettere la freschezza, sostanziale e di immagine, di uno dei simboli più apprezzati e rappresentativi della nostra distintività agroalimentare"* (<https://www.frosinonetoday.it/cronaca/tutela-Mozzarella-bufala-congelamento.html>) 23 ottobre 2017

<sup>302</sup> Resoconto stenografico n 41 del 11/7/2017. 9° Commissione Agricoltura Senato della Repubblica XVII Legislatura

parte del sen. Puglia ed altri del Movimento 5 Stelle precisa *“le modifiche la renderebbero un prodotto non più caratteristico, con gravissime ripercussioni soprattutto per l’economia degli allevatori di bufale che producono il latte in seno all’areale della DOP. Se fosse legalizzato il metodo di congelamento della Mozzarella, gli allevatori bufalini campani sarebbero soggetti ad offerte di prezzi più bassi del latte”...*”inoltre, con tali modifiche del processo produttivo della Mozzarella di bufala campana DOP si perdono le caratteristiche di formaggio fresco comportando la massificazione del prodotto con la relativa dequalificazione; l’introduzione nel ciclo produttivo del congelamento non tutela le aspettative dei consumatori finali rispetto al prodotto, il quale suscita nell’immaginario collettivo un’idea di freschezza e alta qualità”. Al di là dell’idea bizzarra che la Mozzarella di Bufala Campana DOP debba essere un prodotto di nicchia, visto che se ne teme la “massificazione”, si dimentica che il prodotto *frozen* quando venduto allo stato congelato è immediatamente riconoscibile come tale e quindi il consumatore è tutelato nella sua libertà di scelta.

L’equivoco tra qualità, artigianalità e industrializzazione è presente anche nell’interpellanza alla Camera dei Deputati fatta dall’on. Mongiello et al. (Partito Democratico)<sup>303</sup> ove fra l’altro si legge *“industrializzare questo raro prodotto rurale del Mezzogiorno, oltre a favorire le frodi, lo banalizzerebbe danneggiando soprattutto gli allevatori che producono il latte dell’areale della DOP ....le innovazioni ipotizzate farebbero perdere al prodotto la sua caratteristica di formaggio fresco tipicamente stagionale volgarizzandone e dequalificandone le specificità originarie”.*

Nessuna di queste posizioni, fatta salva la liceità ma non pari dignità logica di tutte le posizioni espresse, spiega come un prodotto che ha potenzialmente brevissima durata possa continuare a essere competitivo su mercati lontani, USA o Giappone ad esempio, con gli elevati costi di trasporto aereo necessari a garantirne un rapido consumo, in presenza della concorrenza di un prodotto simile non DOP ma altrettanto Made in Italy, in molti casi con latte di area DOP, oppure di altre Mozzarelle legalmente Made in Italy anche se ottenute con latte e/o cagliate estere, trasportabili più agevolmente ed a minor prezzo in container navale.

La presenza di posizioni contrarie rispetto alle proposte di modificazione delle regole favorisce quindi la decisione del Ministero dell’Agricoltura di continuare a non decidere. Le proposte di modifica, anziché essere sostituite e/o integrate da altre proposte più efficaci, restano arenate assieme ai problemi.

---

<sup>303</sup> <https://parlamento17.openpolis.it/atto/documento/id/446041>

## Congelamento di latte, cagliate o formaggi DOP in altri Paesi Europei

La conservazione a temperatura negativa di latte, cagliate e/o formaggi tutelati dalla DOP è un tema che non riguarda unicamente la Mozzarella di Bufala Campana, ma coinvolge anche altri formaggi, soprattutto di capra, per il cui latte come per la bufala si pone analogo tema di stagionalità di produzione e della necessità per i formaggi freschi di presidiare il mercato tutto l'anno.

In Francia, Paese cui è difficile non riconoscere la capacità di valorizzare al meglio la comunicazione della qualità dei propri formaggi, nel settore caprino che ha un peso rilevante nel sistema della DOP il congelamento non è vissuto come un tabù, ma ciascun formaggio DOP affronta il tema in modo conforme ai propri interessi, spesso negando (ad es. nel caso dei formaggi Pelardon, Chevrotin, Chabichou du Poitou, Pouligny Saint Pierre, Sainte Maure de Touraine, Valencay) ma talvolta concedendo l'autorizzazione (es. Rocamadour, Crottin de Chavignol, Selles sur Cher) e nel caso regolandola, in virtù del significato che tale pratica può avere sul tessuto economico e sui requisiti del prodotto.

La regolazione dei modi del congelare è infatti parte integrante dell'obiettivo di mantenere i requisiti previsti perché il formaggio mantenga il diritto alla denominazione.

Il regolamento tecnico (Cahier des Charges) del Rocamadour DOP<sup>304</sup>, formaggio a coagulazione lattica, specifica le condizioni di congelamento della cagliata prevedendo uno spessore massimo di 5 cm, il raggiungimento della temperatura minima di -12°C in non più di 12 ore, l'uso esclusivo del congelatore per la cagliata nel caso di piccole aziende di autotrasformazione e una durata massima di 10 mesi dello stoccaggio congelato della cagliata, la quale può essere riutilizzata in miscela con cagliata fresca nella percentuale massima del 50%. La metodica del congelamento della cagliata si affianca per altro al sistema di destagionalizzare i parti delle capre.

La modifica del Cahier des Charges del Crottin de Chavignol DOP<sup>305</sup>, altro formaggio di capra a coagulazione prevalentemente lattica, autorizza il congelamento della cagliata, il suo stoccaggio allo stato congelato fino a 15

---

<sup>304</sup> Journal Officiel de l'Unione Europeenne C145 del 1/5/2015

<sup>305</sup> Journal Officiel de l'Unione Europeenne C103 del 8/4/2014. Fra l'altro si può leggere "*Le report par congélation du caillé ... intervient en complément des efforts réalisés pour étaler la production et répondre à la demande en période hivernale au moment des fêtes de fin d'année*". "*Le fromage obtenu à partir de caillé congelé ne pourra pas comporter le terme «fermier» ou toute indication laissant entendre une origine fermière*"

mesi ed il suo reimpiego in misura massima del 50%. Le motivazioni date per l'autorizzazione sono legate al sostegno della produzione per favorire i consumi festivi di fine anno in un momento in cui la produzione è minore e quindi inferiore alla domanda. L'uso di cagliata congelata inibisce tuttavia il produttore dall'utilizzo dell'aggettivo "*fermier*", collegato a un maggior valore di qualità immateriale per parte dei consumatori.

La tecnica del congelamento non è tuttavia esclusiva di alcuni formaggi di capra, ma è utilizzata anche nel caso di formaggi di latte di vacca, quali il Saint-Nectaire DOP<sup>306</sup>, caratterizzato dall'obbligo di almeno 160 giorni di pascolo per le vacche. Il regolamento vieta il congelamento di latte e cagliata, ma autorizza invece il congelamento del formaggio con stagionatura fino a 10 giorni, definito "*fromage en blanc*" ed identificato con la lettera C, e la sua conservazione a temperatura negativa fino a 10 mesi. Sono congelabili solo i formaggi freschi prodotti tra il primo aprile e il 31 luglio, ed in ogni caso devono essere portati in sala di stagionatura entro il 31 marzo dell'anno successivo per completare la maturazione, pena la perdita al diritto alla denominazione.

Analogamente il Cahier des Charges del formaggio Selles-sur-Cher<sup>307</sup> autorizza l'addizione massima del 50% di cagliata congelata, con estratto secco inferiore a 30%, ad esclusione del periodo tra marzo e luglio, vietando il congelamento di latte o formaggio.

Le regole sono quindi molto diverse per i formaggi DOP per i quali il congelamento è autorizzato, al fine proprio di garantire al massimo la specifica qualità e gli equilibri di filiera. In generale si può osservare che i produttori hanno avuto capacità di richiedere, e il legislatore francese ha avuto la volontà di decidere, senza un generico timore ideologico di fare perdere identità casearia. Per fare questo l'operazione di congelamento è stata regolamentata, fissando tecniche, modi, quantità, durata dello stoccaggio e garantendo la piena tracciabilità e sicurezza.

---

<sup>306</sup> Cahier des charges de l'appellation d'origine protégée «Saint-Nectaire» homologué par l'arrêté d u 15 février 2017 relatif à l'appellation d'origine protégée « Saint-Nectaire » - *JORF du 23 février 2017*

<sup>307</sup> [https://www.inao.gouv.fr/show\\_texte/3937](https://www.inao.gouv.fr/show_texte/3937)

La Mozzarella di Gioia del Colle DOP: una storia che parte dall'insuccesso del Fior di Latte DOP

Se la Mozzarella di Bufala Campana ha dovuto aspettare il 1993 per vedere riconosciuta la denominazione di origine, la storia di tale riconoscimento per le Mozzarelle di latte vaccino, dopo il flop del 1951 a Stresa, è stata più tortuosa e lunga ed è arrivata in porto solo a fine 2020.

Uno dei primi tentativi concreti, ovvero arrivati allo stadio di avere ottenuto la protezione transitoria a livello italiano ma senza avere completato l'iter in Europa, è stato quello del Fior di Latte DOP, nome in uso per indicare la Mozzarella di vacca (Marracino, 1958), anche se probabilmente con minore presa sull'immaginario del consumatore<sup>308</sup>. Il parere positivo del Comitato Nazionale per la tutela delle denominazioni di origine e tipiche dei formaggi del Ministero dell'Agricoltura alla richiesta di tutela della denominazione *Fior di Latte* è pubblicato in Gazzetta<sup>309</sup> nel 1998. La zona di produzione copre gran parte del Meridione d'Italia (l'intero territorio delle regioni Puglia, Basilicata, Campania e Calabria, più le province del basso Lazio di Latina e Frosinone). Il disciplinare ricalca in larga parte il modo di ottenimento della Mozzarella di Bufala Campana, come prevedibile vista la comunanza di molte delle pratiche tradizionali (sieroinnesto, maturazione della cagliata sotto siero per 3-5 ore, filatura con acqua bollente). Le differenze tecniche più appariscenti sono relative alla salagione, prevista anche in fase di filatura e non solo in salamoia, e al potenziale non obbligo di utilizzo del liquido di governo, di cui non si fa menzione. I requisiti di prodotto prevedono un elevato contenuto di umidità, tra 56 e 66%, coerente con la definizione delle caratteristiche di prodotto che prevede il rilascio al taglio di liquido lattiginoso. Il contenuto minimo di grasso è pari al 40% sulla sostanza secca, decisamente inferiore al limite del 44% previsto per i formaggi a pasta filata dalla storica legge del 1939. La proposta di disciplinare dopo una serie di audizioni e proposte di modifica è ripubblicata di nuovo in Gazzetta<sup>310</sup> nell'estate del 1999. Le modifiche commentate riguardano l'inserimento del territorio della regione Molise e il prolungamento da 24 a 36 ore del tempo di consegna del latte crudo al caseificio, mentre forse per errore tipografico

---

<sup>308</sup> Storicamente il Fior di Latte era il nome dato alla crema che si separa spontaneamente dal latte con la quale si fa il burro, come scrive già nel 1640 Leonardo Fioravanti "*Del modo di fare il butiro, che si chiama il fiore di latte*" in "De Secreti Rationali".

<sup>309</sup> Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 1998

<sup>310</sup> Gazzetta Ufficiale n. 162 del 13 luglio 1999

vista l'assenza di commenti nell'introduzione al disciplinare cambia il valore del tenore di umidità che scende da 56 -66% a 50-60%.

I servizi della Commissione Europea hanno contestato l'area di produzione considerata troppo ampia e osservato una carenza di requisiti di "tradizionalità". Il comitato promotore ha quindi specificato meglio l'area di produzione eliminando di fatto alcune province e a sostegno della pratica tradizionale più storica ha introdotto il divieto all'uso "*di acidi organici ovvero di correttori di pH di natura chimica*", pratica per altro non prevista nella richiesta ove il riferimento era al sieroinnesto. Ha inoltre integrato la denominazione introducendo un riferimento geografico che trasforma *Fior di Latte* in *Fior di Latte dell'Appennino Meridionale*. Il Ministero ha dato il suo assenso e fa pubblicare la nuova proposta nella Gazzetta Ufficiale nazionale<sup>311</sup> ai fini di un nuovo esame in Europa. La proposta da quel momento si arena tra Roma e Bruxelles e se ne perdono le tracce.

Circa 10 anni dopo, nel 2011 riprende la storia dell'unica Mozzarella di latte vaccino DOP, focalizzata su una dimensione geografica molto più ristretta, esclusivamente pugliese (parte delle province di Bari e Taranto) e lucana (parte della provincia di Matera). Il GAL (Gruppo Azione Locale) "Terra dei Trulli e di Barsento" propone per arrivare alla DOP il riconoscimento della "Mozzarella" locale come "*Treccia della Murgia e dei Trulli*", come riportato dalla stampa locale. L'associazione "*Treccia della Murgia*" cambia opinione sulla denominazione del prodotto, che sarebbe stato limitato dalla particolarità della forma, e chiede quindi il riconoscimento DOP per una più universale "*Mozzarella della Murgia*" per la quale riceve nel 2015 il parere favorevole della Regione Puglia<sup>312</sup>. Nel 2017 cambia ancora la denominazione di cui è richiesto il riconoscimento e assume il nome definitivo di "*Mozzarella di Gioia del Colle*", pur mantenendo il primigenio marchio a forma di treccia usato nel 2011 all'inizio della vicenda, ovviamente con dizione aggiornata.

Il parere favorevole del Ministero dell'Agricoltura all'uso del nome Mozzarella suscita la protesta del Consorzio della Mozzarella di Bufala Campana che vorrebbe rivendicare e potere mantenere, almeno in Italia, l'esclusività del nome Mozzarella a livello di formaggi DOP. Il Consorzio avvia un contenzioso legale al TAR del Lazio, ma il TAR non accetta il ricorso sentenziando di fatto che il consumatore non è indotto in confusione anche perché sul logo a forma di treccia sotto la scritta con la denominazione è stata

---

<sup>311</sup>Gazzetta Ufficiale n. 146 del 26 giugno 2001

<sup>312</sup>Bollettino ufficiale della Regione Puglia n. 141 del 29/10/2015

aggiunta la dizione “di latte vaccino”. Il contenzioso si protrae fino a marzo 2023 fintanto che il TAR del Lazio respinge le richieste del Consorzio della Mozzarella di Bufala Campana. A dicembre 2020 la Mozzarella di Gioia del Colle aveva comunque ricevuto il riconoscimento DOP.

Anche lo Stato tedesco, il Consortium for Common Food Names (CCFN) e U.S. Dairy Export Council (USDEC) hanno fatto opposizione alla registrazione della denominazione “Mozzarella di Gioia del Colle” temendo che i produttori tedeschi e americani di Mozzarella potessero vedere messo in discussione il diritto alla denominazione, anche alla luce dell’esistenza di uno standard per la Mozzarella a livello di Codex Alimentarius. La Commissione Europea nel decretare il riconoscimento della DOP precisa tuttavia che il termine Mozzarella può continuare a essere utilizzato e che la tutela è riservata al nome completo <sup>313</sup>.

Il disciplinare<sup>314</sup> (Figura 7) riprende in molti punti quelli precedenti del Fior di Latte, con la grande differenza che l’area geografica è molto più limitata e che è chiara l’indicazione sull’utilizzo del liquido di governo.

Come per la Mozzarella di Bufala Campana non c’è obbligo a usare latte crudo ed è esplicitato in modo chiaro il divieto di utilizzo di cagliata in qualsiasi modo conservata, conservanti e additivi/coadiuvanti.

A tal fine, prevede anche l’obbligo di completare la lavorazione del latte in Mozzarella entro 48 ore dalla prima mungitura.

Il disciplinare, riprendendo in questo punto quello del Fior di Latte dell’Appennino Meridionale, vieta “*l’acidificazione diretta con acidi organici*”, pratica diffusa sia in caseifici industriali che artigianali, e prevede l’uso esclusivo di caglio di vitello.

A fronte di un forte legame con la tradizione, compare un tratto di modernità, che sembrerebbe addirittura cogente, ovvero la prescrizione di filare la cagliata con acqua calda (>85°C) “*con aggiunta di sale*”, quindi eliminando la fase di salamoia. La filatura con acqua salata spiega il valore massimo piuttosto elevato di pH della cagliata (5,4) ma appare di difficile gestione se la cagliata ha il pH minimo di 5,1. E’ pur vero che lo standard di prodotto prevede un contenuto massimo di umidità del 68%, compatibile con una cagliata molto demineralizzata dall’effetto combinato di pH e sale. Probabilmente per evidenziare la differenza con la conterranea Mozzarella ottenuta con acido citrico, largo spazio viene dato alla definizione delle

---

<sup>313</sup> REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2020/2018 DELLA COMMISSIONE del 9 dicembre 2020 recante iscrizione di un nome nel registro delle denominazioni di origine protette e delle indicazioni geografiche protette [Mozzarella di Gioia del Colle (DOP)] in Gazzetta Ufficiale Unione Europea L 415 del 10/12/2020

<sup>314</sup> Gazzetta Ufficiale n. 322 del 30 dicembre 2020



condizioni di produzione del sieroinnesto, considerato un punto chiave della tipicità della Mozzarella di Gioia del Colle, sulle cui modalità di preparazione e caratteristiche si è già discusso precedentemente. Può essere comunque da notare la già citata possibilità di utilizzare un volume importante di coltura (fino al 10%) che abbinata all'acidità titolabile (22-28°SH/50 mL) può permettere di abbassare significativamente il pH del latte in coagulazione<sup>315</sup>.

---

<sup>315</sup> Può servire come confronto il caso di Parmigiano Reggiano o Grana Padano, in cui il sieroinnesto (acidità 28-30°SH/50 mL) è addizionato generalmente in misura di 2,5-3% rispetto al latte.

<p style="text-align: center;">Art. 2. <i>Caratteristiche del prodotto</i></p> <p>La «Mozzarella di Gioia del Colle» è un formaggio fresco a pasta filata, ottenuto da solo latte intero crudo di vacca, eventualmente termizzato o pastorizzato, ed è caratterizzato da una tecnologia di produzione basata sull'impiego di siero-innesto autoctono.</p> <p>Composizione chimica (valori su prodotto fresco):</p> <p style="padding-left: 20px;">lattosio <math>\leq</math> 0,6 %;</p> <p style="padding-left: 20px;">acido lattico <math>\geq</math> 0,20 %;</p> <p style="padding-left: 20px;">umidità 58-68 %;</p> <p style="padding-left: 20px;">materia grassa 15-21 % su t.q.</p> <p>Il prodotto ha sapore di latte delicatamente acidulo, con lieve retrogusto di fermentato/siero acido, più intenso nel formaggio appena prodotto; odore lattico, acidulo, con eventuali sfumature di burro.</p>	<p>La «Mozzarella di Gioia del Colle» si presenta con una superficie liscia o lievemente fibrosa, lucente, non viscida, né scagliata. L'aspetto esterno è di colore bianco, con eventuali sfumature stagionali di colore paglierino. Al taglio la pasta, che deve avere consistenza elastica ed essere priva di difetti, presenta una leggera fuoriuscita di siero di colore bianco.</p> <p>Per il sapore le note prevalenti sono di latte delicatamente acidulo, con piacevole retrogusto di fermentato, più intenso nel formaggio appena prodotto. Le note odorose prevalenti sono di latte/yogurt bianco con eventuali sfumature di burro.</p> <p>Non è consentito l'impiego di conservanti e additivi/coadiuvanti.</p> <p>La «Mozzarella di Gioia del Colle» si presenta nelle seguenti tre diverse forme: sferoidale, di nodo e di treccia. Il suo peso, secondo la forma e le dimensioni, varia dai 50 ai 1.000 grammi.</p> <p>Viene commercializzata immersa in liquido di governo costituito da acqua, eventualmente acidulata e salata.</p>
<p>Per la produzione della Mozzarella di Gioia del Colle è utilizzato solo latte raccolto in due diverse mungiture.</p> <p>1. Materia prima</p> <p>All'arrivo al caseificio, il latte, non deve essere stato trattato termicamente;</p> <p>Deve avere le seguenti caratteristiche: titolo in grasso minimo del 3,4 % e titolo proteico minimo del 3,2 % (media geometrica mensile di due analisi chimiche da laboratorio accreditato).</p> <p>Deve essere trasformato entro la quarantottesima ora dalla prima mungitura.</p> <p>2. Lavorazione in caldaia</p> <p>L'acidificazione della cagliata è ottenuta mediante l'aggiunta al latte di siero-innesto derivante da precedenti lavorazioni avvenute nella medesima azienda o, comunque, nel territorio di produzione. Il protocollo di produzione del siero-innesto è indicato nel successivo punto 4;</p> <p>La coagulazione, previo riscaldamento del latte ad una temperatura variabile da 34°C a 36°C, avviene per aggiunta di caglio di vitello. La quantità aggiunta deve essere tale da far avvenire la coagulazione entro massimo 20 minuti;</p> <p>È vietata l'acidificazione diretta con acidi organici e l'impiego di altri tipi di coagulanti;</p> <p>La rottura della cagliata deve avvenire fino alla dimensione di una piccola nocciola;</p> <p>La maturazione della cagliata deve avvenire sotto siero per un tempo non inferiore alle 2 ore, a partire dall'aggiunta dell'innesto. Essa deve proseguire ininterrottamente all'interno dello stesso caseificio, fino al raggiungimento del pH desiderato. È vietato impiegare cagliata conservata di qualsiasi tipologia nonché l'uso di additivi e conservanti.</p> <p>3. Filatura, formatura, salatura</p> <p>L'estrazione della cagliata avviene in prossimità del raggiungimento del pH di filatura (5.1-5.4). Al termine della maturazione, la cagliata, dopo breve sosta sul tavolo spersoio, deve essere sminuzzata e posta in appositi contenitori per la filatura.</p> <p>La filatura deve essere effettuata con acqua calda (con aggiunta di sale) avente una temperatura non inferiore a 85°C.</p> <p>Dopo la modellatura il prodotto deve essere immerso in acqua fredda per ottenere il rassodamento.</p>	<p>Il siero innesto si ottiene lasciando sviluppare in condizioni controllate la microflora presente naturalmente nel siero riveniente dalla lavorazione del giorno precedente. Il primo siero-innesto si ottiene dalla lavorazione di latte crudo proveniente dalla zona di produzione come da art. 3. Una volta coagulato il latte ed estratta la cagliata, si preleva il siero, si filtra e si trasferisce in fermentiera o altro recipiente in acciaio inox per l'incubazione; se possibile si effettua una preventiva scrematura, se non possibile si provvede periodicamente all'allontanamento del grasso che tende ad affiorare. I recipienti per l'incubazione devono essere adeguatamente igienizzati e ben risciacquati, onde evitare la presenza di residui di detersivi o disinfettanti.</p> <p>La procedura d'incubazione del siero perché esso diventi siero-innesto deve essere la seguente:</p> <p style="padding-left: 20px;">se non si usa fermentiera e non è prevista la termostatazione, portare la temperatura della massa sierosa a 42-44 °C, lasciare a riposo fino ad un'acidità di 22-28 °SH su 50 ml;</p> <p style="padding-left: 20px;">se si usa fermentiera operare l'incubazione alla temperatura di 36-38 °C per il periodo necessario al raggiungimento dell'acidità sopra indicata.</p> <p>Il profilo microbiologico «filo caseario» del siero-innesto, così ottenuto, risulta caratteristico.</p> <p>La dose d'impiego del siero-innesto va rapportata alla sua acidità e alla <i>shelf-life</i> che si desidera conferire al prodotto, e può variare dal 2 al 10 % del latte in caldaia. È consentito rifornirsi di siero-innesto da caseifici della zona di produzione inseriti nel sistema di controllo della DOP, che effettuano la preparazione secondo il presente disciplinare di produzione.</p>

Figura 7. Requisiti e metodo di ottenimento della Mozzarella di Gioia del Colle DOP (Gazzetta Ufficiale 322 del 30/12/2020)

*\*Il contenuto di acido lattico nella versione corretta del disciplinare (Gazzetta Ufficiale n.18 del 23-1-2021) non cambia come numero, ma è riferito alla sostanza secca e non più al tal quale.*

Lo standard di prodotto, a differenza di quello del Fior di Latte dell'Appennino Meridionale prevede un contenuto di umidità compreso tra 58 e 68%, con un tenore in grasso sul tal quale tra 15 e 21%. Non è definito il contenuto minimo di grasso sulla sostanza secca, che da un punto di vista puramente matematico, combinando il valore minimo di grasso sul tal quale (15%) con quello massimo ammesso di residuo secco (42%) risulterebbe potere essere pari a 35,7%, ancora più basso del già ridotto valore di 40% precedentemente indicato per il Fior di Latte. La combinazione matematica dei numeri presuppone tuttavia che siano intervenute forti perdite di grasso nel siero e/o nell'acqua di filatura visto che lo standard vieta l'uso di latte parzialmente scremato, prevedendo quello di latte intero con un tenore minimo di grasso del 3,4%.

Il riferimento al tenore massimo di lattosio (<0,6%) dà sostegno al divieto di usare l'acidificazione diretta del latte, condizione per la quale il contenuto residuo di lattosio sarebbe usualmente superiore al valore indicato<sup>316</sup>.

Meno intuitivo è invece il significato del limite minimo di contenuto di acido lattico, che deve essere superiore a 0,20%, riferito però alla sostanza secca del formaggio<sup>317</sup>. Il valore minimo sul formaggio tal quale, considerando che il valore minore di sostanza secca è 32%, sarebbe quindi pari a 0,064%, valore in linea con quello di 600 mg/kg riportato da Trani et al. (2016), ma decisamente inferiore a quelli di Mozzarelle vaccine fermentate con starter selezionati, oltre che di Mozzarella di Bufala Campana (Ghiglietti et al., 2004). Tale limite è inoltre inferiore anche a quello della Mozzarella Tradizionale STG, ottenuta con lattoinnesto naturale, che prevede un limite minimo di 0,2% sul tal quale, riferito per altro al solo acido L (+) lattico prodotto da *S. thermophilus*, senza considerare quindi la possibile presenza dell'acido D (-) lattico che è preferenzialmente prodotto in forma pura o come racemo dai lattobacilli termofili presenti nei sieroinnesti.

---

<sup>316</sup> In linea di principio è possibile ridurre il contenuto di zuccheri e quindi anche di lattosio di una Mozzarella ottenuta per acidificazione diretta del latte combinando opportune tecniche di lavorazione della cagliata (lavaggio) e filatura, ma questo porterebbe a ottenere una Mozzarella depauperata di ogni composto aromatico, che andrebbe quindi reintegrato. L'impiego di tecnologie complesse non appare economicamente sostenibile per un prodotto comunque popolare come la Mozzarella.

<sup>317</sup> Il valore di acido lattico della Mozzarella di Gioia del Colle DOP è stato oggetto di una prima rettifica per cui da  $\leq 0,25\%$  è stato corretto a  $\geq 0,20\%$  (Gazzetta Ufficiale n3 del 4/1/2018) e poi di una seconda rettifica a  $\geq 0,20\%$  su s.s. (Gazzetta Ufficiale n18 del 23/1/2021)

La tradizione pugliese nel settore delle paste filate aveva fatto stimare nel 2021 al lancio della DOP un potenziale produttivo per la Mozzarella di Gioia del Colle pari a circa 16.000 ton/anno<sup>318</sup>. Nel 2021 la quantità certificata è stata tuttavia di sole 47,2 ton secondo la banca dati *BDQualido* di ISMEA, a testimonianza della lentezza della crescita di un modo di produzione che si vuole differenziare dalla “tradizione” pugliese di fare Mozzarella per acidificazione diretta con acido citrico, riservando il latte crudo al prodotto di consumo locale immediato. I dati del 2022 segnalano una forte crescita a 238 ton, di cui 159 in Puglia e 79 in Basilicata, ma resta una *goccia* rispetto alle oltre 55.000 ton di Mozzarella di Bufala Campana di cui 446 prodotte in Puglia.

---

<sup>318</sup><https://www.qualivita.it/news/Mozzarella-di-gioia-del-colle-dop-in-arrivo-la-produzione-certificata/>

Il Fior di Latte Molisano DOP: una possibile nuova entrata nel mondo dei formaggi freschi a pasta filata tutelati dall'Indicazione Geografica

Il sistema caseario molisano dei formaggi a pasta filata, come altri in tutta Italia, è diversificato tra aziende che trasformano rigorosamente solo latte della filiera locale e altre che usano anche latte e/o cagliate di provenienza generalmente europea. Grazie all'attività promossa da un gruppo di caseifici della Regione (Associazione Fior di Latte Molisano), il Molise, ultimo in ordine di tempo, ha scelto di provare a valorizzare il latte locale attraverso la richiesta della tutela come DOP del formaggio *Fior di Latte Molisano*, dopo il passato fallimento del tentativo di avere la DOP per il Fior di Latte dell'Appennino Meridionale

La bozza di disciplinare appare sulla Gazzetta Ufficiale n 178 del 31/7/2024, in attesa di essere girata a Bruxelles qualora non siano manifestate opposizioni motivate a livello nazionale.

Punto cardine di differenza rispetto alla confinante Mozzarella di Gioia del Colle DOP è la scelta di qualificare il formaggio sulla base "*dell'impiego di fermenti lattici selezionati*", di cui tuttavia non viene dettagliata la composizione<sup>319</sup> e nemmeno la formulazione (colture ad inoculo diretto, lattoinnesto, altro). Altra particolarità è la possibilità di utilizzare in alternativa caglio di vitello con 80% minimo di chimosina oppure coagulanti "*di origine microbica*". Un'apertura tecnologicamente interessante che andrebbe tuttavia meglio qualificata per capire a quali coagulanti si fa riferimento, quelli tradizionali da *Rhizomucor* o le più moderne chimosine da fermentazione?

Non è chiaro perché si faccia riferimento esplicito all'uso di "*caldaie polivalenti*" ove poi coagulare il latte, elemento che rischia di escludere dalla DOP caseifici che usano altre vasche di coagulazione più tradizionali, senza per altro che questo interferisca sulla qualità del coagulo.

Il disciplinare introduce un altro vincolo di processo nel momento in cui stabilisce che "*la maturazione della cagliata avviene sotto siero*" per un tempo minimo di almeno due ore, riprendendo in questo la prescrizione dei

---

<sup>319</sup>Nella bozza presentata dall'Associazione proponente era indicato anche un non chiaro (*fermentazioni omo-eterolattiche lactobacillus spp. es. Streptococcus thermophilus*) poi sparito nella versione pubblicata in Gazzetta.

vicini di regione e suggerendo che almeno qualche caseificio usa come starter colture liquide già acide. A differenza dei confinanti pugliesi non vi è invece riferimento esplicito alla continuità della caseificazione dalla coagulazione alla filatura, con un vuoto di riferimenti che lascia in teoria aperta la possibilità del commercio di cagliate ottenute da latte dell'area DOP e/o della loro conservazione per la successiva filatura in momenti più favorevoli.

Viene espressamente fatto divieto dell'addizione di acidi organici o comunque correttori di acidità, mentre la salagione può avvenire sia in filatura che in salamoia.

La conservazione è in liquido di governo costituito da acqua eventualmente salata<sup>320</sup>. È sottolineata la leggerezza dell'acqua del Molise che contribuirebbe (il condizionale è dell'Autore, non del testo del disciplinare) *“a mantenere inalterato il sapore fresco di latte, l'aroma delicato con retrogusto erbaceo....”* del formaggio.

Nella definizione delle caratteristiche di composizione del formaggio si nota un intervallo di contenuto di umidità notevolmente ampio (55-70%) che sottintende una certa diversità tra i prodotti tutelati dalla medesima denominazione, probabilmente finalizzata al doppio uso come alimento e come ingrediente di cucina, oltre a mantenere un legame con la tradizione della produzione di Scamorze ricordata da Savini (1937).

Se è ben documentato che le paste filate stagionate, il Caciocavallo nello specifico, hanno fatto parte della tradizione casearia del Molise e del Meridione, come raccontato fra gli altri da Bochicchio (1894), lo stesso studioso riporta anche una frase che testimonia già a fine 1800 la presenza di paste filate fresche nel caseificio degli Abruzzi e del Molise. Scrive Bochicchio (1894) che *“godono anche una qualche importanza i formaggi freschi o leggermente stagionati”* fra cui *scamozze*<sup>321</sup>, provature e mozzarelle bufaline.

È verosimile che la transizione dal Caciocavallo al Fior di Latte e alla Mozzarella che ha accompagnato tutto il caseificio meridionale abbia quindi

---

<sup>320</sup> Nella versione pubblicata in Gazzetta è stato tolto il riferimento alla possibilità che il liquido di governo fosse anche acidulato presente nella bozza presentata dall'Associazione proponente.

<sup>321</sup> *Scamozze* non è refuso dell'Autore per scamorze, ma così riportato sul testo citato

avuto luogo anche in Molise, forse più lentamente. Il censimento dell'industria lattiero casearia del 1937 segnala ancora per Campobasso la produzione di Scamorze e Provolone, mentre non fa riferimento alla Mozzarella. La tradizione molisana della scamorza è testimoniata anche ad esempio dal sito web del caseificio Sassano<sup>322</sup>, azienda da anni importante per il Fior di Latte Molisano ed aperta nel 1963, che riporta orgogliosamente questa frase: *La risposta a chi ci chiede qual è il nostro lavoro: nù facèm le scamorze*. La produzione di Fior di Latte in Molise diventa progressivamente importante verso gli anni 1970, seguendo il trend nazionale.

### La Mozzarella Tradizionale STG

Il nome Mozzarella Tradizionale nasce con la Norma UNI (UNI 10537:1995 Formaggio Mozzarella Tradizionale. Definizione, composizione, caratteristiche e confezionamento) elaborata nel 1995 ai fini di ottenere l'attestazione di specificità a livello europeo come Mozzarella STG (Specialità Tradizionale Garantita), obiettivo raggiunto nel 1998. Le STG sono nomi di prodotti registrati e protetti in tutta l'UE per salvaguardare metodi di produzione e ricette tradizionali senza legarli all'origine geografica, né della materia prima latte (DOP) né del prodotto (IGP), e quindi producibili in tutta Europa con quella denominazione a condizione di rispettare le prescrizioni del disciplinare. Nel 2020, per rafforzare ancora di più l'idea di tradizionalità, un gruppo di 3 aziende (Latterie Soligo, Fattorie Marchigiane del gruppo Trevalli Cooperlat ed Alival SpA, dal 2020 del gruppo Lactalis) ha chiesto all'Europa la modifica del nome da Mozzarella STG a Mozzarella Tradizionale STG, proposta accolta nel 2022, anche in questo caso non senza l'opposizione della Germania.

Caratteristiche chiave del processo produttivo della Mozzarella Tradizionale STG, da *“realizzarsi in ciclo continuo nello stabilimento”*, quindi di fatto senza ricorrere alla filatura di cagliate conservate, sono l'uso di latte pastorizzato, inoculato con lattoinnesto naturale con fermentazione della cagliata fino a pH compreso tra 5,0 e 5,4 e la successiva filatura della medesima con acqua calda con temperatura finale della pasta tra 58 e 65°C. Formatura a caldo, rassodamento in acqua fredda eventualmente salata e confezionamento in

---

<sup>322</sup><https://www.caseificiosassano.it/la-ricetta/>

liquido di governo costituito da acqua con eventuale aggiunta di sale completano la sequenza delle operazioni.

Le caratteristiche di prodotto, espresse in peso, sono le seguenti: grasso sulla sostanza secca: minimo 44 %; umidità: per la forma sferoidale 58-66 % e per la forma a treccia 56-62 %; umidità sul non grasso: 69-80 %; attività fosfatasica non maggiore di 12  $\mu$  g di fenolo per grammo di formaggio; pH della pasta: 5,1-5,6; acido L(+) lattico: maggiore di 0,2 % su campioni analizzati entro tre giorni dalla data di produzione; NaCl non maggiore dell'1 % (m/m); furosina: massimo 10 mg su 100 g di sostanza proteica.

Il punto più caratterizzante del disciplinare e che distingue la Mozzarella Tradizionale STG dalle due Mozzarelle DOP, oltre che da gran parte di quelle "comuni", è l'uso come coltura di un lattoinnesto naturale termofilo, preparato secondo indicazioni molto dettagliate. Si parte da una prima preparazione secondo i canoni classici di una selezione termica del microbiota del latte crudo non refrigerato (trattato ad almeno 63°C per almeno 15 min) seguita da incubazione a temperatura compresa tra 42 e 50°C fino a raggiungimento di un'acidità titolabile compresa tra 14 e 24°SH/100 mL. Questa prima coltura dopo raffreddamento è addizionata in proporzione di almeno il 4% a latte crudo anche refrigerato, che è quindi sottoposto al medesimo ciclo termico della prima preparazione (termizzazione, raffreddamento a temperatura di incubazione e incubazione, raffreddamento a temperatura inferiore a 8°C). Durante raffreddamento e conservazione prima dell'utilizzo, l'acidità titolabile del lattoinnesto pronto per l'uso sale a 16-30°SH/100 mL con una carica minima di 10<sup>8</sup> ufc di streptococchi termofili/ mL. La coltura così ottenuta può essere usata per tre giorni dalla preparazione.

Il lattoinnesto dovrebbe quindi essere composto in misura preponderante da *Streptococcus thermophilus* con l'eventuale co-presenza di microflora accessoria (enterococchi e batteri lattici termodurici) e, probabilmente unico, il disciplinare prescrive anche le caratteristiche microbiologiche del prodotto (*microflora caratteristica, resistente alle condizioni di filatura, in quantità non inferiore a 10<sup>7</sup> ufc/g su campioni analizzati entro tre giorni dalla data di produzione*).

Il ruolo chiave degli streptococchi termofili nella fermentazione della cagliata è indirettamente sottolineato dal riferimento al contenuto minimo di acido lattico della Mozzarella filata che prevede solo la forma L(+) dell'acido lattico,



tipicamente derivante dall'attività di *S.thermophilus*, mentre la presenza di acido D(-) lattico per altro non normata, sarebbe segno dell'attività fermentativa di lattobacilli, quali *L. bulgaricus*, spesso usato nelle colture per Mozzarella per pizza.

Non è sempre tuttavia chiaro e univoco come le prescrizioni dello standard possano essere verificate<sup>323</sup>, visto la genericità degli aggettivi “*caratteristica*” o “*preponderante*”. Cosa significhi ai fini della qualità della Mozzarella la prescrizione di una carica batterica resistente alla filatura superiore a 10<sup>7</sup> ufc/g non è di immediata comprensione, tanto più che come la concentrazione di acido lattico, è riferita al formaggio entro tre giorni dalla produzione. Tale periodo non coincide con la durata massima di conservazione del formaggio (non definita dallo standard), che nell'uso attuale è normalmente superiore a 15 giorni.

La domanda spontanea è relativa quindi alla funzione di queste prescrizioni per il consumatore, visto che non devono essere osservate dal prodotto in commercio. Possono essere strumenti utilizzabili dal controllore per verificare, in modo tuttavia non certo, l'osservanza di alcune prescrizioni, quali la temperatura della pasta al momento della filatura in rapporto alla carica di streptococchi termofili (min 10<sup>8</sup> ufc/mL), che per altro sono oggetto di autocontrollo.

Secondo la banca dati Qualido di ISMEA la produzione di Mozzarella STG nel 2021 è stata di poco più di 1.300 ton, quindi una frazione molto limitata del comparto Mozzarella, per altro in contrazione nel 2022 quando è scesa a 1041 ton. Perché? Scarso appeal del marchio STG e/o vincoli abbastanza o troppo complicati dello standard di processo e prodotto cui i caseifici devono sottostare per usare la denominazione?

---

<sup>323</sup> Il Piano dei Controlli di Bureau Veritas (Rev 01 del 15/01/2021) prevede la conta dei batteri lattici termofili e la composizione della microflora attraverso la verifica che *S. thermophilus* sia la specie “*predominante nella microflora caratteristica*” e la tipizzazione della microflora accessoria secondo disciplinare (enterococchi e lattici termodurici). La non conformità ad aggettivi non meglio definiti come “*preponderante*”, stabiliti per altro dal disciplinare, è ritenuto non conformità grave. Analogo è il sistema previsto da un secondo ente di certificazione, KIWA CERMET Italia SpA, autorizzato dal MiPAF ai controlli dello stesso formaggio. A differenza dei formaggi DOP ove l'attività di certificazione è affidata esclusivamente a un singolo organismo di controllo, nel caso della Mozzarella STG l'attività è affidata a due enti diversi. Il numero degli organismi di controllo sale a più di 10 ad esempio nel caso del Latte Fieno STG.

## Le Mozzarelle “comuni” secondo le norme UNI

L’Ente Nazionale di Normazione (UNI)<sup>324</sup> produce standard di qualità che non hanno valore cogente per coloro che intendono usare la denominazione del prodotto normato, ma che possono essere un utile riferimento per comprendere alcune dinamiche in essere nella situazione produttiva di quei prodotti.

Sul sito WEB dell’UNI, oltre alla citata UNI 10537:1995 Formaggio Mozzarella Tradizionale, si trovano altre 3 Norme elaborate dalla Commissione Alimenti e Bevande che a diverso titolo riguardano la Mozzarella (<https://store.uni.com/search/ALL/1/Mozzarella>) che sono: UNI 10979:2013 Formaggio Mozzarella in liquido di governo - Definizione, composizione, caratteristiche che aggiorna la precedente norma del 2002; UNI 10848:2013 Formaggio Mozzarella a Bassa Umidità - Definizione, composizione, caratteristiche che aggiorna la precedente norma del 2000; ed infine UNI/TS 11587:2015 Determinazione della massa sgocciolata della Mozzarella in liquido di governo che affronta il tema della corrispondenza tra peso effettivo e peso dichiarato in etichetta nel caso diffuso della vendita a peso fisso di un formaggio che in larghissima parte è venduto assieme al liquido di governo in cui è conservato.

L’utilità delle due norme relative alla Mozzarella in liquido di governo e tradizionale è stata ricondotta da UNI alla necessità di definire le caratteristiche del prodotto nazionale a causa della presenza sul mercato europeo di formaggi con la medesima denominazione merceologica, ma con caratteristiche che UNI indica come “*significativamente diverse*”, anche se

---

<sup>324</sup>UNI - Ente Italiano di Normazione - è l’Organismo Nazionale di Normazione comunicato dallo Stato Italiano alla Commissione Europea ai sensi del Regolamento UE n.1025/2012, attuato con il Decreto Legislativo n.223/2017 che si occupa di redigere “specificazioni tecniche” relative a requisiti, metodi e procedimenti di produzione relativi a prodotti industriali e agricoli. “*Le norme sono lo strumento più semplice e conveniente di trasferimento tecnologico, perché riducono il rischio economico e finanziario di ricerca e sviluppo; rendono le aziende italiane più competitive, perché diminuiscono i costi aziendali e i tempi per introdurre sul mercato prodotti e servizi; tutelano i cittadini, come consumatori e come lavoratori, perché stabiliscono gli standard di qualità e di sicurezza di prodotti, processi, servizi; proteggono l’ambiente e promuovono la sostenibilità, perché sono sempre più attente e stringenti su questi aspetti; aiutano il legislatore, perché gli offrono riferimenti certi e condivisi per disciplinare ambiti nuovi o per semplificare la regolamentazione esistente*” ([https://www.uni.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8910&Itemid=2899](https://www.uni.com/index.php?option=com_content&view=article&id=8910&Itemid=2899)).

attualmente in non pochi casi si può dubitare che queste differenze siano sempre così certe.

Uno degli interessi principali di queste norme volontarie, alla cui redazione hanno partecipato sia ricercatori che rappresentanti del mondo produttivo, è la presenza di *dettagli*, non sempre in primo piano nelle comunicazioni aziendali, che illustrano quindi parti di possibili realtà produttive anche molto diverse da quelle previste dagli standard dei prodotti DOP e STG e quindi utili a capire alcune differenze e le ragioni per cui i prodotti DOP pongono alcuni limiti.

Le norme UNI ad esempio indicano fra le materie prime utilizzabili sia latte regolato nella sua composizione con tecniche di *filtrazione selettiva* sino al 5% di proteine che cagliate, all'occorrenza conservate in condizioni di refrigerazione a temperatura minore di +6 °C o a temperatura negativa (<-18°C).

La presenza di questi riferimenti negli standard è interessante perché mostra un punto di vista industriale molto diverso da quello delle organizzazioni sindacali agricole, profondamente contrarie all'innovazione tecnologica e soprattutto all'uso di cagliate.

Il possibile uso di cagliate, nazionali o di importazione, è un punto importante che differenzia la Mozzarella "comune", perchè può avere una rilevanza significativa sul piano del contenimento dei costi produttivi e potenzialmente anche sui requisiti della Mozzarella, in funzione delle caratteristiche della cagliata, dipendenti fra l'altro anche dall'"età" della cagliata medesima e dalle condizioni di conservazione.

Le Norme, oltre alla definizione di caratteristiche fisiche e sensoriali<sup>325</sup> proprie dell'insieme delle Mozzarelle, indicano alcuni requisiti riferiti a caratteristiche chimiche che mostrano alcune modificazioni tra i valori indicati nel 2013 rispetto a quelli precedenti, testimoni di una probabile modificazione delle attese del mercato (Tabella 4)

---

<sup>325</sup> Una differenza rilevante è tuttavia nella definizione della consistenza che può essere "*da morbida a sostenuta*", compatibile quest'ultima per altro con prodotti al 54% di acqua, anche se lessicalmente stridente con la definizione di Mozzarella come formaggio a pasta molle

Norma	2013	2002/2000	2013	2002/2000	2013	2002/2000	2013	2002/2000
	<b>Umidità %</b>		<b>Grasso sul secco % (min)</b>		<b>pH</b>		<b>NaCl %</b>	
	Mozzarella liquido governo							
vacca	56-66	54-67	38	37	5,4-6,3	5,0-6,0	<1,5	nd
bufala	56-65		50	50	4,9-5,6		<1,5	
	Mozzarella a bassa umidità / Mozzarella per Pizza							
	max 56	max 59	40	40	5,4-6,0	nd	0,6-1,2	nd

Tabella 4. Le caratteristiche di composizione delle Mozzarelle secondo l'evoluzione delle pratiche industriali come fotografate dal cambiamento delle Norme UNI

Può essere interessante notare la diminuzione del valore dell'umidità massima nella definizione del 2013, più marcato per la Mozzarella per Pizza o a bassa umidità, coerente con il trend all'aumento della durata di conservazione. Meno chiara rispetto all'evoluzione delle pratiche è la modificazione dell'intervallo dei valori di pH per la Mozzarella di vacca, per cui il valore superiore è stato spostato da 6,0 a 6,3. Perché? Tale valore può infatti essere di difficile comprensione anche per una Mozzarella ad acidificazione diretta, filata con abbondante acqua, ma se è stato riportato nello standard, non considerando la possibilità di un refuso tipografico, evidentemente deve essere indice di qualche variabile produttiva, fra cui si potrebbe immaginare avere un ruolo l'uso come ingrediente di cagliate congelate ancora all'inizio della fermentazione lattica, comunque filabili per effetto di modificazioni strutturali della caseina indotte dalla sequenza di congelamento e scongelamento.

Come già discusso, l'innalzamento del valore di pH della Mozzarella dovrebbe essere tenuto nel giusto conto nella valutazione sia del rischio igienico che delle caratteristiche di conservabilità.

La Mozzarella in liquido di governo, indipendentemente dalla specie animale del latte con cui è ottenuta, è indicata come un formaggio soggetto a calo peso naturale dovuto a scambio di materia con il liquido di governo in cui è immerso, nonostante la definizione data di questo liquido resti molto vaga (*acqua, eventualmente aggiunta di sale alimentare, di eventuali additivi e/o di altri prodotti lattiero-caseari*). E' interessante osservare come l'indicazione della possibile presenza di additivi non meglio specificati non fosse presente nella norma del 2000, testimoniando un'attenzione diversa ad affrontare il tema della conservabilità.

## Le Mozzarelle secondo il Code of Federal Regulations degli Stati Uniti

Gli Stati Uniti sono da anni il principale produttore di Mozzarella nel mondo, grazie non solo al loro mercato interno, ma alla capacità di avere interpretato il prodotto, diversificato i suoi possibili utilizzi e aumentata *ad libitum* la durata di conservabilità a temperatura negativa e quindi avere aperto il loro mercato al resto del mondo.

La cultura giuridica degli Stati Uniti in base alla quale la produzione e le caratteristiche degli alimenti richiedono una definizione legale ha inoltre determinato che i primi standard di prodotto relativi alla Mozzarella nascessero proprio in quel Paese, poiché l'esito negativo del tentativo di tutelare la Mozzarella all'epoca della Convenzione di Stresa del 1951 ha tolto all'Italia la possibilità di rivendicare tale primogenitura, come avrebbe dovuto essere naturale.

La nascita dello standard della Mozzarella e della Scamorza<sup>326</sup> negli USA avvenne non senza conflitti tra interessi industriali diversi, fatto questo che richiese circa un decennio prima che nel 1964 fosse trovata una sintesi con validità a livello federale.

I temi del contendere erano più d'uno, sia associati alla diversa interpretazione del modo di fare Mozzarella, allora legata a due principali aree geografiche, New York e New Jersey rispetto al Wisconsin, sia alla possibilità di superare la fase della separazione tra luogo della produzione della cagliata e luogo della filatura e vendita.

Il primo standard, con validità a livello statale, risale probabilmente al 1956 e fu quello approvato dallo Stato di New York, che lo introdusse nel corpus di regole definito come *Agriculture and Market Law* nel paragrafo *Regulations in regard to Italian cheese varieties*<sup>327</sup>, integrando l'art. 4 che disciplina il settore lattiero-caseario.

---

<sup>326</sup> Curiosamente negli USA i nomi di Mozzarella e Scamorza sono sempre ripetuti in sequenza a livello di standard, ma le regole sono esattamente le stesse come non ci fosse differenza tra i due formaggi.

<sup>327</sup> State of New York. Department of Agriculture and Markets. Supplement to Bulletin 387 pag 9-10. Amendments to Agriculture and Market Laws, Chapter 625, Laws of 1956. Art.4, sec 67-a, added; effective April 14, 1956

I punti chiave del metodo di ottenimento<sup>328</sup> erano i seguenti: il latte intero o scremato e la panna pastorizzati sono riscaldati a temperatura tra 85 e 88 °F (29,4-31,1°C) per essere coagulati con il solo caglio e quindi dopo il taglio del coagulo per consentire l'espulsione del siero, la cagliata è avvolta in fagotti di tela al fine di completare lo sgrondo del siero e di maturare naturalmente. La cagliata è quindi filata in acqua calda, formata in varie forme e quindi eventualmente ma non obbligatoriamente salata in salamoia. La denominazione Mozzarella può quindi essere data ai formaggi con un contenuto di umidità compreso tra 50 e 58% e di grasso non inferiore a 18%. Il formaggio non salato e venduto entro 24 ore dal termine della sua produzione può avere un contenuto massimo di umidità di 65% e non meno del 16% di grasso. I contenuti di umidità e grasso della Mozzarella a ridotto tenore di grasso dovevano essere compresi tra 52 e 60% e tra 18 e 13%, rispettivamente. Mancano ancora riferimenti espliciti all'uso di starter di batteri lattici e/o all'uso di acidi organici, per quanto in uso.

Nello stesso periodo il Federal Register<sup>329</sup> aveva pubblicato una prima proposta di standard federale di identità della Mozzarella e della relativa versione a ridotto contenuto di grasso (Part Skim Mozzarella) finalizzata a essere integrata nel Code of Federal Regulations (CFR), titolo 21, parte 19. La richiesta di definire uno standard di identità era stata formulata dal National Cheese Institute di Chicago, un'organizzazione di produttori e distributori di formaggi fra cui anche la Mozzarella, e quindi il Commissioner of Food and Drugs invitava gli interessati a inviare commenti ed opinioni.

La proposta<sup>330</sup> rappresenta punti di novità rispetto alla Legge dello Stato di New York in quanto dettaglia in modo più completo il processo e fra l'altro

---

<sup>328</sup> Il testo così riporta: *"No product may be designated or sold as Mozzarella cheese,.....part-skim Mozzarella ...unless it shall be manufactured according to the following method : heating the pasteurized whole milk or skim milk and milk fats to a temperature of between eighty- five and eighty- eight degrees F., then adding rennet only, allowing the same to coagulate into curd, cutting the curd, stirring or agitating to further permit. the separation or expulsion of whey, draining off the whey, placing the cut curd into cheese cloth wrappers for further drainage and allowing the same to ripen naturally ; after which the same is cooked in hot water to a stretchy consistency and molded into various shapes commonly used for this product and which may or may not be placed in brine solution thereafter"*.

<sup>329</sup>Federal Register, Volume 21, n° 51, March 15, 1956, pag 1657-1658

<sup>330</sup>Il testo della proposta così riporta: *§ 19----- (b) Milk, which is pasteurized and which may be clarified or homogenized or both, and which may be warmed, may be subjected to the action of harmless lactic-acid-producing bacteria present in such milk or added thereto, or the milk may be acidified with vinegar. Sufficient rennet (with or without purified calcium chloride in a quantity not more than 0.02 percent, calculated as anhydrous calcium chloride, of the*

dà notizia che fra le variabili tecnologiche potenzialmente utilizzabili vi è la possibilità che il latte sia chiarificato e omogeneizzato, che siano addizionati batteri lattici o che sia aggiunto aceto (*vinegar*). La proposta comprende l'opzione di aggiungere calcio cloruro al latte e di riscaldare il coagulo. La massa di cagliata può quindi essere tagliata in blocchi e impilata per promuovere la separazione del siero, come nella tradizione del Cheddar, e può essere lavata con acqua fredda, raggiungendo il duplice scopo di arrestare la fermentazione lattica e delattosare la cagliata. La cagliata può essere quindi conservata a temperatura di refrigerazione, ambiente o in ghiaccio per prevenire un eccesso di acidificazione in attesa della filatura che, ulteriore novità rispetto a New York, può essere eseguita anche con vapore. Si precisa infine che la forma è rassodata per immersione in acqua fredda.

I requisiti di contenuto di umidità sono invece gli stessi della Mozzarella di New York, mentre quelli del grasso sono espressi sul secco e sono minimo 43% e compresi tra 30 e 43% per la Mozzarella e la Mozzarella a ridotto tenore di grasso, rispettivamente.

Qualche mese dopo, nel Federal Register<sup>331</sup> è pubblicata una seconda proposta che appare finalizzata a considerare la Mozzarella solo come un formaggio semi-molle e a tal fine indica un requisito di umidità inferiore (massimo 52%), compensato da un leggero incremento della percentuale di grasso al 45% sul secco. Il modo di produzione resta quasi invariato, se non per l'inserimento di modifiche finalizzate ad implementare il sapore di un formaggio, quali la possibilità di usare come coagulanti caglio in pasta o suoi estratti, e per la possibilità di usare altri enzimi (*"A harmless preparation of enzymes capable of aiding in the curing or development of flavor of Mozzarella cheese, scamorza cheese may be added during the procedure, in such quantities..."*). Non è specificata la tipologia di enzimi, ma per alcune similitudini tra questo tipo di formaggio e un provolone fresco non

---

*weight of the milk) is added to set the milk to a semisolid mass. The mass is cut, stirred, and allowed to stand, and it may be agitated again and heated. The whey is drained, and the curd is cut and piled to promote the separation of the whey from the curd. The curd may be washed with cold water and the water drained off. The curd is placed in bundles for drainage and for ripening. It may be stored under refrigeration or ice or kept at room temperature for further ripening. The curd is cut and is immersed in hot water or heated with steam and is kneaded and stretched until it is smooth and free from lumps. Then it is cut and molded. During the molding the curd is kept sufficiently warm to cause proper sealing of the surface. The molded curd is then firmed by immersion in cold water, may be salted in brine, and dried*

<sup>331</sup>Federal Register, Volume 22, n° 15, January 23, 1957, pag 1657-1658



stagionato (caglio in pasta, riscaldamento della cagliata) si può ipotizzare che tali enzimi siano lipasi.

Entrambe le proposte tuttavia non furono approvate<sup>332</sup> e la Mozzarella restò ancora per alcuni anni senza uno standard valido a livello federale.

Nel frattempo lo Stato di New York modificò il proprio standard statale<sup>333</sup> della Mozzarella riprendendo alcuni punti della proposta di standard federale del 1956, fra cui la possibilità di usare batteri lattici per la fermentazione lattica o di acidificare il latte direttamente con “*edible food acids*”, quindi con un’interpretazione più larga rispetto all’uso del solo *vinegar*. Lo standard introdusse anche la possibilità di filare la cagliata con vapore.

Si deve attendere il 1961 perché riprenda il discorso su uno standard della Mozzarella con validità federale. Il Federal Register<sup>334</sup> pubblica infatti un’esaustiva relazione sullo stato dell’arte della produzione di Mozzarelle negli Stati Uniti, evidenziando come gli esordi si ebbero a inizio 1900 a New York e sulla costa Est ove gli emigranti italiani avevano iniziato a produrre Mozzarelle per la loro comunità con caratteristiche di elevata umidità, mentre nel Mid-West e nel Wisconsin in particolare alla fine della II° guerra mondiale il successo della Pizza aveva spinto i produttori a sviluppare una Mozzarella funzionale all’utilizzo come topping preferenziale della Pizza, caratterizzato da bassa umidità e una certa maturazione. La domanda cui l’industria USA è chiamata a rispondere è quella circa l’opportunità o meno di differenziare i nomi delle due tipologie di formaggio, da un lato Mozzarella e Scamorza cheese e dall’altro Pizza cheese, entrambe le varietà con le relative versioni part-skim. Le descrizioni del modo di produrre Mozzarella e Pizza cheese restano sostanzialmente quelle delle due proposte bocciate, con qualche puntualizzazione per cui la possibilità di omogeneizzare il latte e l’aggiunta di calcio cloruro sono previste solo per il Pizza cheese, così come la possibilità di usare caglio in pasta e riscaldare la cagliata al fine di avere un formaggio con minore umidità. Per il Pizza cheese non è più prevista la possibilità di aggiungere enzimi a supporto della maturazione.

L’Italian Fresh Cheeses Manufacturers Association propone di mantenere l’espressione del titolo di grasso della Mozzarella espressa sul prodotto tal quale e non sul secco, ma la proposta è contestata perché in quel modo si correrebbe il rischio di denominare un formaggio ottenuto con latte

---

<sup>332</sup>Federal Register, Volume 22, n° 193, October 4, 1957, pag 7906-7907

<sup>333</sup>State of New York. Department of Agriculture and Markets. Agriculture and Market Laws. Bulletin 398 pag 72-74. Added by Chapter 625, Laws of 1956, amended by Chapter 745, Laws of 1958)

<sup>334</sup>Federal Register, Volume 26, n° 140, July 22, 1961, pag 6599-6601

parzialmente scremato come Mozzarella e non come Part Skim Mozzarella, quando il suo tenore di umidità è elevato<sup>335</sup>.

La definizione dei requisiti di umidità e grasso subisce infine un rimescolamento. Per la Mozzarella l'intervallo dell'umidità è stabilito tra 52 e 60%, mentre per il Pizza cheese è compreso tra 45 e 52%. Il contenuto di grasso è uguale per Mozzarella e Pizza cheese (min 45% sul secco) così come per le versioni a ridotto tenore di grasso (30-45%, sempre riferiti al secco).

Viene lasciato tempo per raccogliere opinioni e proposte.

Finalmente, regalo di Natale del 1964, il Federal Register<sup>336</sup> pubblica quella che è la sostanza delle attuali denominazioni e standard di identità della Mozzarella Made in the USA, abbandonando il termine Pizza cheese e decidendo di indicare esclusivamente con il solo nome di "Mozzarella" la versione caratterizzata da più elevata umidità e invece con quello di "*Low Moisture Mozzarella cheese*" il formaggio con minore umidità nato per la Pizza. Le ragioni della scelta appaiono legate allo scopo di informare in modo chiaro il consumatore sui reali contenuti di umidità e grasso del formaggio, salvaguardando allo stesso tempo il valore del nome Mozzarella, ragione per cui si originano 4 tipologie di Mozzarella caratterizzate da contenuti di umidità e grasso diversamente combinati, Mozzarella, Part Skim Mozzarella, Low Moisture Mozzarella e Low Moisture Part Skim Mozzarella.

L'esordio del testo che introduce lo standard, in stile favolistico, ricorda doverosamente le origini italiane della Mozzarella "*Many years ago there originated in Italy a soft, uncured, moist, light-colored, bland, milky cheese of the pasta-filata type which acquired the name "Mozzarella"*."

La versione attualmente in vigore dello Standard per la Mozzarella è sostanzialmente analoga a quella del 1964, con l'attualizzazione degli ingredienti di origine lattea che possono essere utilizzati cui corrisponde l'assenza del riferimento specifico all'uso di caglio in pasta per la versione Low Moisture così come manca il riferimento esplicito all'omogeneizzazione del latte, operazione oggi fatta in questo caso non più per favorire la lipolisi quanto per aumentare la resa di trasformazione.

A fianco di queste 4 varietà di Mozzarella, il mercato USA vede anche la presenza della tipologia *Lite*<sup>337</sup>, ovvero di una Mozzarella il cui tenore di

---

<sup>335</sup>Può essere interessante confrontare questo dibattito fatto oltre 60 anni fa negli Stati Uniti, con la scelta recente dello standard della Mozzarella di Gioia del Colle DOP di indicare il tenore di grasso riferendolo esclusivamente al tal quale.

<sup>336</sup>Federal Register, Volume 29, n° 248, December 22, 1964, pag 18121-18123

<sup>337</sup> Lite Mozzarella cheese shall comply with all applicable Federal regulations including those contained in 21 CFR Part 133.155 for Mozzarella cheese, 21 CFR Part 101.56 for nutrient content claims for "light" or "lite", 21 CFR Part 101.13 for general principles for nutrient content claims, and 21 CFR Part 130.10 for foods named by use of a nutrient content claim and a standardized term.

grasso, secondo USDA<sup>338</sup>, è ridotto ma che tuttavia deve essere superiore a 10,8% della sostanza secca. L'umidità della Mozzarella Lite deve essere compresa tra 52 e 60%. Le specifiche USDA aggiungono inoltre i valori di pH delle Mozzarelle che devono essere compresi tra 5,1 e 5,4 indipendentemente dal metodo di produzione (fermentazione lattica vs *vinegar*) con l'eccezione della tipologia Lite, in cui le specifiche prevedono genericamente che non deve essere superato il valore di pH 5,3.

Le specifiche USDA prevedono infine per la Mozzarella a listarelle (*shredded*) sia le dimensioni massime (3/16 di pollice) in altezza e larghezza, che una percentuale massima di 6% di particelle più fini<sup>339</sup>.

Un ulteriore dato relativo al contenuto di sale delle Mozzarelle Made in the USA si trova negli Standards<sup>340</sup> stabili da USDA per le Mozzarelle commodity utilizzabili per i programmi governativi domestici di assistenza. L'intervallo normale di sale è stabilito tra 1,2 e 2,0%, e il prezzo di acquisto va incontro a penalità sia per valori in difetto che in eccesso.

Infine per completare il quadro del mercato USA occorre osservare che, come già ricordato, si trova anche la Mozzarella Fat Free, ovvero quasi priva di grasso.

---

<sup>338</sup> USDA Specifications for Mozzarella Cheeses (September 24, 2012) <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/mozarella.pdf> (NB mozzarella con una sola z non è refuso di questo testo, ma del link)

<sup>339</sup> For shreds whose height and/or width is 1/16 inch or less, the fines content shall be determined using a Standard Test Sieve #14 (1.4 mm). For shreds whose height and/or width is greater than 1/16 inch, the fines content shall be determined using a Standard Test Sieve #8 (2.36 mm).

<sup>340</sup> USDA COMMODITY REQUIREMENTS MCD4 MOZZARELLA CHEESE FOR USE IN DOMESTIC PROGRAMS [https://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA\\_File/mcd4.pdf](https://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/mcd4.pdf)

Le Mozzarelle secondo il Codice Alimentario Argentino e le analoghe leggi Brasiliane

I due grandi Paesi del Sud dell'America, Argentina e Brasile, rappresentano bacini storici dell'emigrazione italiana da fine 1800 e sono stati testimoni della produzione di Mozzarella, con uno sviluppo analogo a quello avvenuto negli USA.

Caratteristica del modo Argentino di produrre la Mozzarella è stata la separazione tra il momento della produzione della cagliata, che appena spurgata completava la sua maturazione al freddo anche in più di una settimana, e la successiva filatura con vapore in impastatrici per pane adattate (Brusa, 2021).

La maturazione a freddo della cagliata prima della filatura è finalizzata a permettere la proteolisi e dare aroma, ed è tipica della cosiddetta *Mozzarella bonaerense* destinata alle pizzerie. In Argentina la Mozzarella bonaerense si differenzia da quella "tradizionale", sempre per Pizza, che segue invece l'impostazione della tecnologia statunitense della seconda metà del novecento che prevede la maturazione della Mozzarella grazie al suo stoccaggio refrigerato di circa una settimana prima della vendita (Meinardi et al., 2022).

Il Capitolo VII del Codice Alimentario Argentino (CAA)<sup>341</sup> che definisce i requisiti degli alimenti a base latte, a testimonianza del rilievo di tale pratica, inserisce all'art.618 bis la cagliata (*Masa*) fra i prodotti di cui regola le caratteristiche (umidità massima 55%; grasso minimo 35% sul secco) e le norme di fabbricazione, destinandola tuttavia ad esclusivo uso industriale e quindi non anche come prodotto per il consumo domestico<sup>342</sup>.

---

<sup>341</sup> Il testo del CAA è disponibile in rete ([https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo\\_viii\\_lacteosactualiz\\_2023-04.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_viii_lacteosactualiz_2023-04.pdf)). Le norme brasiliane che regolano gli alimenti seguono essenzialmente le regole argentine, alla luce della comune appartenenza al Mercosur e quindi al libero scambio tra i due Paesi. La Portaria 364/1997 è lo standard per la Mozzarella mentre la 366/1997 è quella per la cagliata ad uso industriale.

<sup>342</sup>L'articolo 618bis del CAA così esordisce: "Con el nombre de Masa para elaborar Queso Mozzarella se entiende el producto intermedio, de uso industrial exclusivo, destinado a la elaboración de Queso Mozzarella, que se obtiene por coagulación de la leche por medio de cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementada o no por la acción de bacterias lácticas específicas".

L'articolo 618 del CAA definisce la Mozzarella come un formaggio che può avere un contenuto di umidità medio (36-45,9%), alto (46-54,9%) o molto alto (>55% ma < 60%) e relativamente al contenuto di grasso lo classifica come un formaggio extra-grasso (se >60% sul secco), grasso (45-59,9% sul secco) o semigrasso (25-44,9% sul secco), la cui denominazione di vendita oltre a "Mozzarella" può essere "Muzzarella" o "Mussarella".

Gli ingredienti obbligatori per la fabbricazione della Mozzarella sono latte, caglio e/o altri enzimi coagulanti idonei e sale. L'elenco degli ingredienti opzionali è lungo e prevede l'uso di latte in polvere, cagliate acidificate, colture di batteri lattici piuttosto che acidi organici quali acidi citrico, lattico, acetico o tartarico<sup>343</sup>, crema. Il tenore in proteine può essere regolato con addizione di caseinati e la coagulazione aiutata con cloruro di calcio. Oltre agli additivi generalmente permessi, per la Mozzarella ad umidità molto elevata è autorizzato anche l'uso di additivi con la funzione di sbiancanti ottici quali perossido di benzoile (massimo 20 mg/litro di latte) e biossido di titanio (quanto basta).

Il CAA prevede come obbligatorio un trattamento termico di pastorizzazione del latte tale da garantire l'assenza di attività della fosfatasi alcalina.

Il CAA identifica come caratteristiche distintive del metodo di ottenimento 4 punti: l'ottenimento di una cagliata acida prima della filatura; la filatura della cagliata con acqua calda, nonostante la tradizione della filatura con vapore che, con una lettura formale del testo, diventerebbe quindi oggi inutilizzabile per la Mozzarella argentina; la salagione; la stabilizzazione e la "maturazione" per almeno 24 ore.

Il CAA stabilisce infine i requisiti sensoriali della Mozzarella che deve essere senza crosta e avere una consistenza da semidura a semi-molle in funzione dei contenuti di umidità e grasso e del grado di maturazione, ovvero della durata del periodo di stoccaggio refrigerato della Mozzarella, con struttura fibrosa ed elastica, senza aperture dovute a fermentazioni. Il colore deve essere uniforme ma può variare da bianco a giallastro, anche in funzione della scelta di usare additivi, mentre il sapore e l'odore possono avere note leggere di acido lattico e il gusto può essere anche lievemente piccante.

Come queste informazioni lasciano intuire le Mozzarelle argentine e brasiliane, nonostante le origini italiane, hanno assunto molti dei modi di fare

---

<sup>343</sup> Il riferimento all'acido tartarico è interessante in quanto deve fare riferimento a qualche pratica antica di cui è difficile trovare traccia nella letteratura tecnica sulla Mozzarella. Nella tradizione italiana l'uso dell'acido tartarico, largamente disponibile nei Paesi con tradizione enologica, è occasionalmente documentato nel settore latte nella produzione del Mascarpone

degli Stati Uniti, e solo più recentemente hanno preso piede, almeno nei grandi conglomerati urbani, anche le Mozzarelle a umidità molto elevata conservate in liquido di governo.



## Appendice 2

### I formaggi a pasta filata con farcia





## Introduzione

*Manteca, Burrino, Burriello (o Burrello), Burrata* sono fra i nomi propri di una famiglia di alimenti a base di latte che ha come fattore comune quello di essere costituiti da un involucro di formaggio di pasta filata, più o meno umida e con spessore più o meno sottile, e da una farcia o ripieno, sempre di origine lattea ma con ingredienti e caratteristiche anche molto diversificati. L'involucro inizialmente era ottenuto con la pasta di Caciocavallo appena filata e poi è diventato progressivamente più morbido, arrivando ad avere la consistenza di una Mozzarella a elevata umidità, per quanto non eccessivamente umida. Gli ingredienti della farcia hanno a loro volta subito un importante processo evolutivo nel tempo. Si è partiti dall'iniziale burro di fiorito e/o di Ricotta, poi trasformatosi nel burro di siero ottenuto per centrifugazione, tipico di Mantecche, Burrini e alcuni Burrielli, per giungere alla panna di siero e/o di latte contenente Mozzarelle di piccola dimensione (uova di bufala o altri Burrielli) oppure straccetti o sfilacci di pasta filata, la stessa dell'involucro o di diversa origine, noti come Burrate, oggi prodotto lattiero caseario di grande successo in Italia e in tutto il mondo.

La funzione dell'involucro era quella di proteggere la farcia (allora burro) dal contatto con l'ambiente esterno, con l'obiettivo di prolungarne la conservazione nel tempo. Il burro, per quanto di seconda qualità come quello di fiorito o di siero, aveva infatti un valore economico superiore a quello del formaggio. Il paradosso di oggi è che la Burrata ha una durata di conservazione più corta della Mozzarella che serve da involucro, nonostante l'uso non infrequente di panna UHT come ingrediente della farcia.

In modo imperfetto si possono quindi distinguere due categorie di formaggi a pasta filata con farcia: la prima e più antica in cui la farcia è costituita da burro e l'involucro è di pasta filata meno umida, destinata ad essere conservata nel tempo; la seconda in cui la farcia è costituita da Mozzarella e altri fluidi, principalmente oggi panna, e l'involucro è a sua volta Mozzarella, destinata un tempo a prolungare di pochi giorni la conservazione della Mozzarella e oggi prodotto gourmand con una propria collocazione di mercato.

Mentre *Manteca* e *Burrielli* sono nati come produzioni locali e sono rimasti legati a tale dimensione, quasi sempre nelle zone di origine del Meridione d'Italia, la *Burrata* ha avuto storie molto diversificate e la sua variante

principale, quella ripiena di straccetti o sfilacci di Mozzarella dispersi nella panna, negli ultimi 20 anni è diventata un prodotto globale. Questo è avvenuto probabilmente grazie al traino del suo uso in cucina da parte di cuochi di rilevanza internazionale quali Fulvio Pierangelini che all'inizio degli anni 2000 lanciò i ravioli di Burrata con crema ai capperi piuttosto che la zuppetta di Burrata con ravioli di aringa oppure Davide Scabin che qualche anno dopo presentò la sua Pasta Margherita con la Burrata frullata fra i condimenti.

Può quindi essere di interesse ragionare sulla storia e le specifiche caratteristiche di questi formaggi, le loro interazioni e sul perché del successo di un prodotto, la *Burrata*, probabilmente per altro il più recente, in un periodo in cui il *mainstream* nutrizionale vuole ridurre il consumo di grassi animali *demonizzando* panna e burro.

## La Manteca

Fra i *formaggi* di pasta filata con farcia, quello con il *pedigree* più antico è sicuramente la *Manteca*, parola che in spagnolo significa burro.

Probabilmente il nome è stato usato nel Meridione d'Italia con differenti significati. All'inizio descriveva solo una varietà di burro, il burro da fiorito detto anche burro cotto, non derivante direttamente dalla panna di latte o di siero, ma recuperato dal siero previa trasformazione intermedia del siero in Ricotta. Fino a fine 1800 non erano infatti disponibili sistemi meccanici di separazione del grasso, le cosiddette centrifughe. Mentre la scrematura spontanea del latte per affioramento genera una crema il cui contenuto di grasso (superiore al 20%) la rendeva facilmente trasformabile in burro anche con le antiche zangole manuali in legno, l'affioramento del grasso dal siero è un'operazione che ha elevata probabilità di dare vita a una panna acidificata e fermentata in modo non controllato e soprattutto con un tenore in grasso non sufficientemente alto per essere poi ben burrificata. La produzione di Ricotta per coagulazione al calore del siero, seguita dal drenaggio della scotta, permette di ottenere la concentrazione del grasso assieme a quella delle proteine del siero e al medesimo tempo determina una riduzione di carica microbica con una parziale stabilizzazione microbiologica del prodotto. Il *prodotto* del trattamento termico del siero può essere il *fiorito*, ovvero la prima Ricotta che affiora alla superficie, oppure la Ricotta vera e propria qualora l'operazione di coagulazione termica delle proteine sia prolungata

nel tempo. Il passaggio dal *fiorito*/Ricotta al burro era realizzato mescolando il coagulo con acqua al fine di disperdere la parte proteica in acqua e separare una frazione arricchita ancora di più in grasso che quindi era “*sbattuta*” manualmente o meccanicamente in zangola per ottenere il burro (Targioni, 1786; Gagliardo, 1793; Bochicchio, 1894; Besana, 1908).

La conservabilità di questo burro restava comunque breve, in un tempo in cui il freddo non era ancora alla portata di tutti, dovendosi ricorrere al ghiaccio naturale, e i sistemi di confezionamento erano ancora alquanto rudimentali. Il lavoro manuale per disperdere la Ricotta e il passaggio in acqua annullavano probabilmente l'effetto di risanamento microbiologico che il calore poteva dare durante la sua preparazione.

La maggiore instabilità chimico-fisica del burro di siero rispetto a quello di latte, dovuta anche al clima del Meridione d'Italia, ha probabilmente suggerito che l'avvolgimento del burro con un involucro avrebbe potuto dare almeno una risposta parziale al problema. Quale involucro poteva essere disponibile? L'idea, di cui non è possibile oggi stabilire l'esatta provenienza vista la diffusione della Manteca in molte regioni meridionali, fu quella di inserire una palla di *Manteca*/burro in un disco di una sfoglia di pasta di Caciocavallo appena filata, che essendo perfettamente plastica e modellabile, poteva essere avvolta attorno alla palla e quindi chiusa. La pasta di Caciocavallo diventa di fatto il primo film edibile che si ricordi nel settore latte. Quando realizzato con efficacia, questo processo permetteva di eliminare il contatto diretto della fase grassa con l'aria, prevenendo o quantomeno ritardando l'ossidazione non enzimatica.

Questo alimento *composto*, in parte formaggio e in parte burro, mantenne il nome di *Manteca*, nonostante la presenza dell'involucro di formaggio e nell'accezione comune in Italia con *Manteca*, almeno dalla fine del 1800, si intende il prodotto a base di formaggio e non più il solo burro di Ricotta, ormai desueto, o comunque di siero.

La *Manteca* è stata presentata anche come “*burro vestito in pasta di cacio-cavallo*”, o “*butirro vestito in pasta di cacio-cavallo*”, oppure ancora con nomi che richiamano anch'essi il burro, quali *borelli*, *borrelli*, *burrelle* o *burrelli*, come testimonia il catalogo dell'Esposizione Nazionale di Caseificio di Portici (Napoli) del 1877 (Ministero di Agricoltura, 1879).

*Burrielli*, uova di bufala in borsa e *figliata*

Come ricordato precedentemente, fino a metà 1800, la Mozzarella era un formaggio prevalentemente a consumo locale da parte delle famiglie dei produttori, a causa della sua rapida deperibilità, mentre il formaggio allora “importante” per la sua possibilità di essere conservato e quindi commerciato era il Caciocavallo. In quegli anni la destinazione d’uso preferenziale del latte di bufala e del latte di vacca nel Centro-Sud Italia era per formaggi a pasta filata e Ricotta.

I nomi dei formaggi del tempo mantengono una certa imprecisione nella distinzione tra Mozzarella, Provatura, uova di bufala e altri ancora per quanto tutte facciano riferimento alla stessa varietà, talvolta differenziata per dimensioni o per l’origine locale del nome, come per altro oggi quando facendo riferimento alla Mozzarella la si distingue, spesso ancora sulla base di dimensioni e forme, in ciliegine, bocconcini, trecce, zizzona etc.

E’ comunque tratto comune ricordare come i formati più piccoli, frequentemente identificati con le uova di bufala, potessero essere conservati immersi nella crema (Anonimo, 1806; Gagliardo, 1822; Cestoni, 1843) rinchiusi in un involucro di pasta di Caciocavallo o Mozzarella oppure ancora in vasi di majolica o metallo.

Savini (1937) scrive a proposito delle varietà di Mozzarelle di bufala: *“uova di bufala o Burrielli con occhi che sono piccole Mozzarelle della grossezza di una noce, fabbricate con la stessa pasta delle comuni Mozzarelle. Appena fabbricate...indi si pongono in vasi di terracotta (lancella) con latte di bufala, se devono essere consumate subito (Burriello in lancella) o in borse di Mozzarella più soda (Burrielli) se devono essere spedite sui mercati di consumo...Rinomati sono i Burrielli di Capua, Cardito, di Mondragone, in Provincia di Napoli; nelle Puglie, le Uova di bufala di San Nicandro Garganico (Foggia)”*

Savini non fa quindi più riferimento all’uso dei termini *borsa* o *lattajuola* ma adotta il nome *“Burriello”* senza altre specificazioni per intendere un *formaggio* costituito da involucro di Mozzarella più soda che racchiude una farcia di mozzarelline e panna

I *“Burrielli”* non compaiono tuttavia nell’elenco dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali campani. L’assenza nell’elenco potrebbe indurre a pensare che questa varietà di *formaggio* sia scomparsa, ma in realtà nella seconda parte della decade 2010-2020 sul mercato campano, e oggi anche su quello

nazionale, è comparso un prodotto realizzato con latte di bufala denominato *figliata* che appare avere caratteristiche pertinenti con la tradizione precedente.

Francesco e Antonio Di Santo hanno registrato come marchio d'impresa nel 2018 la loro Figliata Di Santo, rappresentando appunto una Mozzarella che contiene al suo interno altre Mozzarelle di piccola dimensione

In rete sono numerosi i caseifici, sia piccoli che grandi che propongono la loro versione di *figliata* di bufala, senza ricordare tuttavia l'origine storica del prodotto, offrendo la sensazione che in questo caso che si preferisca il valore dell'innovazione anziché la leva della tradizione. La perdita non appare quindi essere tanto quella del prodotto ma quella dell'uso di quella denominazione.

## La Burrata

Anche la storia di questo *formaggio* con farcia, probabilmente l'ultimo nato almeno come nome, a sua volta non è lineare e racconta un percorso le cui prime tracce risalgono alla citata Esposizione di Portici del 1877 (Ministero di Agricoltura, 1879).

Qui compare forse per la prima volta nella sezione "Latticini diversi" un prodotto la cui denominazione testuale è "*Burrata*". Quella Burrata è stata presentata da Filippo Fiordelisi di Cerignola (Foggia), produttore anche di *Provature di Bufala dette Provole*, ed era venduta a 10 L al pezzo. Nel catalogo è presente questa sintetica descrizione: "*Dalla pasta delle provole di bufala si staccano dei pezzi che, uniti al succo dell'intera massa, vengono introdotti in una borsa detta Burrata*".

La Provola, sia essa di bufala o di vacca, è a sua volta un formaggio allora con molte analogie alla Mozzarella, tant'è che la versione di dimensioni minori, la "*provolina*", era nome usato in alternativa a quello di Mozzarella (Brandonisio et al., 1937).

Oggi si può solo ipotizzare cosa possa essere stato quel "*succo dell'intera massa*", ma la sensazione è che la *Burrata* presentata da Fiordelisi rappresenti un intelligente sistema per recuperare residui di Provola, probabilmente derivanti da cagliate troppo mature per avere consistenza e conservabilità adeguata anche a quella molto breve dell'epoca, ponendole in un involucro edibile. Nella descrizione mancano riferimenti a panna e/o burro, mentre quel non meglio precisato "*succo*" potrebbe essere stata quella sierosità grassa e lattiginosa che le paste filate fresche non sono capaci di trattenere al loro interno quando sono filate troppo mature e che rilasciano a maggiore ragione quando sono sottoposte a stress meccanici quali frantumazioni o tagli per ridurle in pezzi di minori dimensioni.

Marracino (1949) scrive che la filatura di cagliate "*passate di maturazione*" impedisce di lavare a sufficienza la pasta per cui "*la Mozzarella risulta più acida ed è ugualmente compatta [rispetto a quella ottenuta filando una cagliata acerba]...e non è ...possibile ...lasciarvi imprigionata una certa percentuale di acqua bianca fra foglia e foglia*", ovvero forse il "*succo*" di Fiordelisi.

La domanda spontanea che può essere legittimo porsi infatti gira attorno alle ragioni che possono avere indotto il Fiordelisi a inventare questo nuovo prodotto. L'inserimento di pezzi di una pasta filata con caratteristiche non ottimali di stabilità fisica in un involucro di altra pasta filata ottenuta invece da cagliata correttamente maturata può diventare uno strumento efficace per trattenere quel *succo*, mascherando così un potenziale difetto e

rendendo meglio commerciabile anche quella parte di prodotto non perfetta.

Il nome *Burrata* resta apparentemente nascosto nelle tracce documentali fin tanto che si arriva alla terza decade del 1900 quando si trova un riferimento esplicito alla Burrata nella Guida Gastronomica Italiana del Touring Club Italiano (1931), segno evidente che una produzione casearia con quel nome esisteva da tempo, anche se non si sa con quale continuità. Alla voce Andria della Guida si trova la seguente descrizione *“oltre i comuni latticini è prodotto tipico locale la Burrata, sfera di pasta di Caciocavallo contenente del latte di bufala con panna e filacci di pasta di Provola o di Mozzarella”*. La guida non precisa se anche Caciocavallo, panna e filacci derivano da latte di bufala o di vacca, ma è possibile anche che entrambe le tipologie di latte siano coinvolte, se si considera la diversa disponibilità di latte di bufala e vacca. La *Burrata* descritta dalla Guida è diversa da quella dell’Esposizione di Portici di oltre 50 anni prima, ma ne rappresenta una logica evoluzione, a maggiore ragione se la panna fosse stata allora panna di siero, come anche oggi può essere per la Burrata di Andria IGP. Con tutte le diversità, fra tutte l’involucro di pasta di Caciocavallo e la presenza di latte di bufala, la Burrata del 1931 appare sicuramente affine per molti aspetti alle Burrate attuali, siano esse di latte di vacca o di bufala.

La definizione del Touring Club appare poi essere stata ripresa testualmente dalla Enciclopedia Moderna Italiana (Baldi et al., 1941) alla voce Burrata, indicata come prodotto caseario tipico locale di Andria.

Savini (1937), nel capitolo sulla Provola, ricorda anche la *“tipica Burrata di Andria”* senza tuttavia dare dettagli né sul formaggio utilizzato per l’involucro né sulla sua farcia.

Vincenza Tripi, sul Mondo del Latte rivista di Assolatte l’organizzazione dei trasformatori del latte italiani, descrive la Burrata pugliese come la *“combinazione di un formaggio di pasta filata, che costituisce l’involucro esterno, con uno squisito ripieno di panna fresca e di pasta frastagliata dello stesso tipo di formaggio od anche di Mozzarella”* aggiungendo che si impiega latte di vacca, mentre un tempo si usava latte di bufala da solo o miscelato con quello di vacca. Tripi scrive inoltre che *“si tratta di una preparazione casearia che si produce -per lo più a mezzo di lavorazioni a carattere artigianale- in numerose masserie della Puglia e specialmente della provincia di Bari ....e di Foggia.... Ed, in misura minore, in alcune altre località dell’Abruzzo, del Molise, della Campania e della Basilicata”* (Tripi, 1986).



L'artigianalità della produzione non stimola molte altre ricerche o studi. Si ritrovano alcune informazioni nei resoconti del Progetto Strategico "I prodotti alimentari tipici del mezzogiorno" promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, i cui risultati sono stati pubblicati nel 1996. La descrizione della Burrata prodotta in Puglia così suona "*latticino prodotto tutto l'anno a livello regionale da crema di siero e da pasta filata proveniente dalla lavorazione della Mozzarella. E' un prodotto a doppia struttura: una interna e non omogenea (pasta filata e panna) ed una esterna elastica (pasta filata) entrambe di colore bianco*". Il diagramma di flusso tuttavia, a differenza del testo, non indica la presenza di pasta filata nella farcia che è indicata solo come crema di siero (CNR, 1996).

La guida di Slow Food alla scoperta dei formaggi d'Italia riporta che la *Burrata* prodotta ad Andria e Martina Franca è un formaggio fresco a pasta filata ripieno di crema di siero ottenuta per centrifugazione, senza fare riferimento alla presenza di straccetti di Mozzarella, a testimonianza di un possibile ulteriore diverso modo di interpretare la Burrata (Sardo et al., 1999).

Qualche altra possibile confusione sulla composizione della farcia si trova nella descrizione dei PAT campani. La Regione Campania nel 2001 aggiorna il suo primo elenco dei PAT<sup>344</sup> e inserisce il Burrino di bufala indicandolo anche come *Burrata di bufala*, prevedendo che l'ingrediente della farcia sia burro di siero. La Burrata si differenzia dal Burrino in quanto il secondo ha forma sferoidale con testina mentre la Burrata non ha la testina. Inoltre come involucro viene indicata una generica sfoglia di formaggio a pasta filata di bufala. La scheda<sup>345</sup> del prodotto non fa riferimento alla Burrata da intendere anche come formaggio con farcia di panna e sfilacci di pasta filata, che invece elenca come prodotto a sé stante, la stracciata<sup>346</sup>.

La Regione Puglia ha indicato a sua volta la *Burrata* come PAT<sup>347</sup> riportando le caratteristiche di quella che nel 2016 diventerà l'attuale Indicazione Geografica Protetta<sup>348</sup> con la denominazione Burrata di Andria, intesa come "*formaggio prodotto con latte vaccino, ottenuto dall'unione di panna e*

---

<sup>344</sup>Gazzetta Ufficiale 161 del 13/7/2001

<sup>345</sup><http://www.agricoltura.regione.campania.it/tipici/tradizionali/burrini.htm>

<sup>346</sup><http://www.agricoltura.regione.campania.it/tipici/tradizionali/stracciata.htm>

<sup>347</sup> Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana n 136 del 14/6/2001, Supplemento ordinario n 147

<sup>348</sup>Gazzetta Ufficiale Unione Europea L327 del 2/12/2016

*formaggio a pasta filata, in cui l'involucro è costituito da pasta filata e la farcia da una miscela di panna e pasta filata sfilacciata".*

La Regione Lazio a sua volta ha inserito la Burrata di bufala tra i suoi PAT<sup>349</sup> definendola in modo analogo alla Burrata vaccina pugliese come *"un formaggio fresco a pasta filata lavorato a latte crudo, non stagionato, farcito con panna e straccetti di Mozzarella di bufala"*.

E' inevitabile il commento che continua a esistere una mancanza di univocità sul significato e la corrispondenza dei nomi di questa varietà di formaggi, il cui certo tratto comune è quello di essere costituita da un involucro di formaggio a pasta filata, oggi a medio-alta umidità, e una farcia costituita da grasso del latte (oggi prevalentemente panna di siero e/o panna di latte, talvolta burro di latte e/o burro di siero, ieri burro di fiorito e burro di Ricotta) in cui molto spesso sono dispersi sfilacci o straccetti della stessa pasta filata dell'involucro o di altre paste filate più morbide.

Il nome *Burrata*, inizialmente nato in ambiente bufalino, si è tuttavia diffuso grazie al crescente successo del prodotto vaccino pugliese iniziato dopo il 2000 e oggi si riferisce in modo indifferenziato sia al prodotto di latte vaccino che bufalino.

La registrazione della Burrata di Andria come formaggio IGP ha favorito ulteriormente la visibilità del prodotto. La produzione marchiata IGP nel 2022, secondo il data base di ISMEA Mercati *DB Qualido* ha superato le 588 tonnellate, di cui il 20% esportate, quasi triplicando le quasi 200 del 2019.

Il Sole24 Ore Food (Soressi, 2022) riportando dati Nielsen ha stimato la quota della Burrata di Andria IGP come il 5% della produzione nazionale di burrate, che quindi potrebbe essere valutata nell'ordine di circa 10.000 ton. Le prime 4 grandi aziende produttrici di paste filate fresche in Italia (Lactalis, Sabelli, Granarolo, Valcolatte) producono e/o commercializzano infatti burrate "comuni" le cui regole di produzione devono rispondere solo alle regole generali di produzione degli alimenti a base di latte.

Una lettura critica del disciplinare della Burrata di Andria IGP può quindi essere uno strumento per capire i punti di forza e debolezza del prodotto tutelato, considerando che anche in Puglia è rilevante la produzione di Burrata "comune", e che l'origine della materia prima non è un vincolo, in

---

<sup>349</sup><https://www.arsial.it/prodotti-tipici-e-tradizionali/>

quanto come alimento IGP la materia prima può essere ma anche non essere di origine locale.

### La Burrata di Andria IGP

Il racconto delle radici storiche del formaggio presente nella domanda di registrazione come denominazione IGP è narrativamente interessante, ma sembra presentare alcune lacune e incongruenze.

La storia del desiderio di recupero di prodotti non perfetti, al di là di elementi narrativi tipici della tradizione orale e di qualche incongruenza, è congrua con le ipotesi fatte a proposito della Burrata del Sig. Fiordelisi nel 1877, non citata dal disciplinare. La narrazione presente nell'articolo 6 del disciplinare infatti così dice: *“Si tramanda oralmente che in un’antica masseria nei primi decenni del secolo scorso il Sig. Lorenzo Bianchino abbia inventato la Burrata di Andria. Si racconta che a causa di una forte nevicata, non potendo trasferire il latte in città, dovendo necessariamente trasformarlo e soprattutto utilizzare la panna o crema che naturalmente affiorava, seguendo il concetto di produzione delle mantèche (involucri di pasta filata stagionata in cui è conservato il burro), provò a realizzare con lo stesso principio un prodotto fresco. A questo si aggiunga la tipica connotazione della cultura contadina, refrattaria allo spreco e avveza al riutilizzo di ogni avanzo di produzione. Così che, il Sig. Bianchino, pensò di mescolare insieme i residui della lavorazione della pasta filata con della panna ed avvolgere il tutto in un involucro fatto anch’esso di pasta filata.”*

Evidentemente la masseria era attrezzata per fare formaggi, anche se più probabilmente, stando al testo, la pratica aziendale quotidiana interrotta dalla nevicata doveva essere quella di cedere il latte, trasferendolo in città. Nonostante l’occasionalità della trasformazione casearia, è difficile capire cosa si intenda con *“residui della lavorazione della pasta filata”*. La filatura manuale della cagliata permette infatti di utilizzarla completamente grazie alle ridotte dimensioni del singolo formaggio, senza residui di pasta filata apprezzabili. Suona più probabile che i *residui* possono essere le paste filate ottenute da cagliate troppo mature, ma in questo caso non sono residui, ma, come già scritto, la gestione intelligente per la soluzione di un errore di processo.

La tecnica di produzione della Burrata di Andria IGP secondo le regole del disciplinare

La lettura della parte tecnica del disciplinare della Burrata di Andria IGP offre un'informazione che mette in luce la grande eterogeneità del processo produttivo e quindi del prodotto, che rispecchia l'eterogeneità dei modi di fare la Mozzarella in Puglia e lascia intuire la ancora maggiore eterogeneità dei modi possibili di fare la Burrata "comune" non IGP.

Il disciplinare, in accordo con le regole degli alimenti IGP non stabilisce l'area geografica di origine della materia prima (latte e panna), ma si limita a stabilirne i requisiti. I requisiti del latte <sup>350</sup> di fatto ripetono quasi sempre requisiti già stabiliti da altre normative nazionali, con il rischio di rendere a volte decisamente più problematica la loro applicazione perché fanno diventare valori soglia (cellule somatiche; carica microbica del latte crudo in arrivo allo stabilimento) quelli che per il regolamento europeo 853/2004 sono valori che rappresentano la media geometrica mobile calcolata su più prelievi e che quindi ammette tolleranze che invece qui sembrerebbero escluse.

Non si legge invece alcun riferimento alla durata di conservazione del latte prima della sua trasformazione e considerando che può essere usato latte di generica provenienza UE (Unione Europea) manca quella che potrebbe essere una tutela per la qualità enzimatica del latte (proteasi e lipasi termoresistenti di batteri psicrotrofi, attività della plasmina e degli enzimi delle cellule somatiche), visto il potenziale ruolo della durata di conservazione refrigerata del latte su questo punto. Non si legge, o estrapola, nemmeno alcun riferimento al divieto di usare "*cagliate conservate di qualsiasi tipologia*", come invece è previsto per la Mozzarella di Gioia del Colle DOP.

La produzione della pasta filata destinata a diventare involucri e sfilacci può essere ottenuta per addizione al latte di acidi organici o per fermentazione, senza preferenze per il tipo di coltura. L'addizione di acidi è seguita dal

---

<sup>350</sup> L'articolo 3 del disciplinare presente sul sito del Ministero dell'Agricoltura così prescrive debbano essere le caratteristiche della materia prima latte: "*Il latte vaccino impiegato nella produzione della «Burrata di Andria» deve possedere le seguenti caratteristiche: grasso p/p > 3,30 %; proteine p/p > 3,20 %; cellule somatiche <400.000 cell / ml; inibenti assenti; indice crioscopico < 520 mc° carica batterica mesofila a 30 °C ≤ 100.000 ufc/ml per il latte pastorizzato; carica batterica mesofila a 30°C <a 300.000 ufc/ml per latte crudo.*

*Tutti i valori dei parametri relativi alla materia prima su indicati si intendono quali valori allo stabilimento di trasformazione immediatamente prima della trasformazione.*

*Acidità gradi SH % 6.00:8.00, oppure pH 6.60:6.80; aflatossina M1 < 0.05 ppb; fosfatasi se latte crudo positiva; se latte pastorizzato negativa"*

riscaldamento del latte in caldaia<sup>351</sup>. Tale prescrizione, se presa alla lettera come dovrebbe per altro essere fatto, fa ipotizzare che l'acidificazione debba avvenire a freddo, secondo la tradizione artigianale pugliese<sup>352</sup>, vietando l'addizione in linea per nebulizzazione della soluzione acida direttamente nella tubazione che porta il latte pastorizzato alla vasca di coagulazione. Non è chiaro come questa prescrizione possa concordare con l'altra per cui si potrebbe usare latte pastorizzato a 72°C per 15 sec, tipica condizione del trattamento termico del latte in flusso continuo.

A differenza delle due Mozzarelle DOP, unico o quasi fra tutti i disciplinari dei formaggi con Indicazione Geografica in Italia, lo standard di processo consente di usare coagulanti microbici, la scelta di elezione di gran parte delle Mozzarelle industriali. Non si comprende tuttavia perché anziché rivendicare una banale (oggi) evidenza scientifica<sup>353</sup>, si fa riferimento a non descritte *tradizioni alimentari*.

Il vincolo più forte del disciplinare all'irruzione della modernità nel modo di fare la Burrata di Andria è probabilmente quello che gli sfilacci di pasta filata debbano essere ottenuti manualmente<sup>354</sup>.

Questo vincolo rappresenta un limite importante alla gestione igienica del prodotto e alla sua shelf-life, senza che sia stata chiarita la sua necessità ai fini di mantenere le caratteristiche attese del prodotto. I requisiti degli sfilacci sono scarsamente definiti a tale scopo, in quanto si prevede solo che il tutto non diventi un *ammasso tritato*. La prescrizione può essere interpretata nel senso che la struttura della farcia non deve essere omogenea, ma non si capisce perché questo obiettivo non possa essere raggiunto con l'uso di macchine opportunamente progettate.

---

<sup>351</sup> L'articolo 5.1.b – *Riscaldamento* così afferma “All'acidificazione con l'uso di acidi alimentari segue il riscaldamento in caldaia a temperature comprese tra 35 - 37 gradi centigradi”.

<sup>352</sup> L'addizione della soluzione acida, normalmente con una concentrazione del 5-10%, avviene a freddo per ridurre l'effetto di flocculazione istantanea della caseina dovuta a una miscelazione non sufficientemente efficace quando realizzata manualmente versando l'acido nel latte in caldaia

<sup>353</sup> Le ragioni alla base dell'uso di enzimi coagulanti microbici termolabili, come già discusso, sono dovute alla loro minore ritenzione in cagliata e al fatto che quell'aliquota è inattivata in larga parte dalla filatura, riducendo quindi la proteolisi durante la shelf life e quindi favorendo la conservabilità.

<sup>354</sup> L'articolo 5.1.e - *Formatura- raffreddamento* così afferma “Opportunamente lavorata, una parte di pasta filata deve essere ridotta in fettucce sfilacciate a mano, quindi raffreddate in acqua, fino a formare un ammasso, che miscelato con panna costituirà il ripieno (stracciatella) della Burrata di Andria. Lo sfilaccio manuale consente alla panna di amalgamarsi meglio alla pasta filata, inoltre, al fine di mantenere le sue caratteristiche e di garantire l'artigianalità del prodotto, lo sfilaccio effettuato manualmente, non deve subire processi di rottura/taglio tali da trasformare i «lucini»/sfilacci irregolari in un ammasso «tritato».

La migliore capacità degli sfilacci ottenuti manualmente di amalgamarsi con la panna non trova sostegno nella definizione delle caratteristiche della panna<sup>355</sup> che può essere di latte o secondo tradizione anche di siero, pastorizzata o UHT e/o loro miscele. Il senso tecnico di usare panna UHT in addizione a sfilacci di pasta filata ottenuti manualmente non è chiaro, in quanto tale uso non può aumentare la shelf-life della Burrata. Si intuisce che l'uso di panna UHT è legata alla possibilità di acquistare questo ingrediente anziché ricorrere alla pastorizzazione in caseificio della propria panna, richiedendo questa operazione la disponibilità di uno scambiatore dedicato. L'unico divieto, non dichiarato ma ricavabile per esclusione, appare relativo all'utilizzo di panna ottenuta dall'affioramento o dalla centrifugazione delle acque di filatura, che ha caratteristiche decisamente diverse da quelle della panna di siero, come invece potrebbe talvolta non apparire da alcuni testi di letteratura<sup>356</sup>.

La lettura del disciplinare e del piano dei controlli non permette inoltre di comprendere con chiarezza se l'operazione di formatura dell'involucro di pasta filata (...*forgiata in sacchetti...*) e suo riempimento debba essere realizzata a sua volta in modo manuale. L'articolo 6 del disciplinare "Legame con l'ambiente" dice che "*la Burrata di Andria si presenta come un sacchetto foggato a mano...*", ma questa caratteristica non è esplicitata come obbligo nel paragrafo dell'art. 5 in cui si dettaglia la formatura, anche se nella descrizione della forma era prevista la chiusura della sacca nella zona apicale da realizzare manualmente. La modifica di disciplinare<sup>357</sup> del marzo 2024, nel momento in cui toglie il riferimento alla possibile presenza della legatura all'apice con rafia, elimina anche il riferimento alla chiusura manuale, lasciando intuire quindi che tale pratica non è più cogente. E' quindi ipotizzabile che la formatura dell'involucro possa essere meccanizzata, vista l'esistenza di macchine deputate allo scopo, come per altro per la formazione degli sfilacci.

---

<sup>355</sup> Articolo 3....*La panna utilizzata nella composizione della Burrata di Andria è prodotta per centrifugazione da latte o siero di latte fresco e successivo trattamento di pastorizzazione....oppure con panna fresca pastorizzata e/o UHT confezionata e/o loro miscele*

<sup>356</sup> Ad esempio a tale proposito nell'articolo di Rea et al. (2016) si legge "*According to the tradition, the artisanal process was entirely carried out manually starting from raw milk and whey cream obtained by spontaneous rising from the water used for the curd stretching, collected from the previous production cycles*". Non si discute l'artigianalità e la tradizionalità del recupero della panna dall'acqua di filatura, ma questa panna non è panna di siero, essendo il siero il prodotto del taglio del coagulo che origina la cagliata.

<sup>357</sup> Gazzetta Ufficiale Unione Europea Serie C 5 marzo 2024

Le prescrizioni per il confezionamento e la conservazione della Burrata di Andria IGP lasciano libertà di scelta sull'uso del liquido di governo o dell'avvolgimento.

La produzione industriale delle burrate “comuni”: le differenze rispetto alla Burrata di Andria IGP

Il punto discriminante delle regole del disciplinare della Burrata IGP che ostacola la sua produzione industriale su larga scala è rappresentato dalle modalità manuali di realizzazione della farcia che, sia per questioni di produttività oraria che di igiene di processo, l'industria può trovare conveniente realizzare in modo meccanizzato.

Per quanto importante, la produzione di Burrata è ancora molto lontana da quella della Mozzarella e questo rappresenta un limite allo sviluppo dell'impiantistica dedicata e alla progettazione di impianti per le fasi specifiche di produzione (riduzione di dimensioni della pasta filata per ottenere gli sfilacci; miscelazione degli sfilacci con panna; formazione dell'involucro; riempimento) in grado di assicurare una perfetta gestione dell'igiene di processo in modo tale che la post-contaminazione microbica non diventi un fattore supplementare di condizionamento della durata di conservazione del prodotto.

Una ricerca in rete sugli impianti utilizzabili per le fasi specifiche di produzione della Burrata evidenzia l'assenza delle grandi aziende leader dell'ingegneria meccanica del settore e la presenza di numerose piccole-medie aziende che presentano anche impianti “automatizzati” ma di taglia significativamente inferiore a quella delle Mozzarelle. Una delle aziende leader del settore, la modenese Marotta Evolution, presenta una linea automatizzata, Marotta Evo Fast<sup>358</sup>, per formati da 50 a 400 g con produttività fino a 1200 pezzi/ora, che significa una produttività massima significativa ma comunque inferiore a 500 kg/ora. La linea parte dalla produzione degli sfilacci per arrivare al riempimento delle sfere di Mozzarella, mantenute calde in posizione da un sistema di posizionamento, nella quale la farcia costituita dalla miscela di sfilacci e panna, a temperatura ambiente o di refrigerazione, è spinta da un dosatore volumetrico, cui infine segue la chiusura della Burrata e l'invio al raffreddamento in acqua. Per

---

<sup>358</sup><https://marottaevolution.it/macchine-per-caseifici/>

realizzare l'automazione e aumentare la produttività lo sforzo principale è stato quello di sostituire con mezzi meccanici la manualità necessaria per porgere la sfera di pasta filata calda al sistema di riempimento per iniezione della farcia e quindi la successiva chiusura. Inoltre per migliorare l'igiene di processo è stato necessario applicare sistemi di detergenza in sistema chiuso (Cleaning In Place).

La gestione meccanizzata/automatizzata delle fasi di produzione della farcia avviene a sua volta combinando la realizzazione di una sfoglia di pasta filata per laminazione, raffreddamento e successivo primo taglio in listarelle seguito da taglio ortogonale in pezzi della dimensione prevista. Questa fase, anche se realizzata meccanicamente, può comunque esporre la pasta filata al rischio di contaminazione ambientale, legato da un lato a una gestione non perfetta della sanificazione degli impianti di taglio e dei nastri di trasporto al sistema di miscelazione con panna e dall'altro alla qualità dell'aria ambientale, dipendente a sua volta dal tipo di confinamento (ambiente aperto o chiuso) e quindi dalla possibilità o meno di trattare l'aria con sistemi di filtrazione di tipo HEPA (High Efficiency Particulate Air filter).

La qualità della superficie usata per la laminazione della sfoglia di pasta filata può intervenire sulla rugosità della sfoglia e quindi sulla capacità di adesione della panna e quindi della creazione di una miscela disomogenea come struttura ma stabile come dispersione. Su questo punto anche le caratteristiche di viscosità della panna giocano un ruolo. La viscosità della panna aumenta infatti in funzione del suo tenore di grasso e del suo livello di omogeneizzazione (a parità di grasso aumenta il numero dei globuli e quindi la loro probabilità di interazione), come noto da tempo (Babcock, 1931). Anche il tenore in proteine, diverso in termini quantitativi e qualitativi tra panna di latte e di siero, può influenzare il comportamento reologico della panna, così come l'intensità del trattamento termico (pastorizzazione o UHT).

La gestione delle interazioni tra sfilacci e crema deve consentire di avere una farcia con caratteristiche riproducibili nel tempo, prevenendo la post-contaminazione microbica anche nella fase di stoccaggio della farcia in serbatoio durante il riempimento dell'involucro.

Il timore della contaminazione da muffe e lieviti veicolabili in particolare modo dall'aria induce alcuni (pochi) produttori all'uso di sorbati, ma la presenza di un additivo conservante elimina la possibilità di avere una *clean label* riducendo la competitività del prodotto.

Tutte queste osservazioni aiutano a fare comprendere come il problema di una corretta consistenza della farcia debba confrontarsi con aspetti ben più complessi della semplice dicotomia tra artigianalità (*bene*) e industria (*male*)



e come l'industria tuttavia debba considerare una pluralità di aspetti per potere replicare il migliore risultato della trasformazione manuale.

Il riempimento manuale dell'involucro, previa realizzazione di una cavità nella palla di pasta filata o formazione di un involucro aperto ricavandone la forma da una sfoglia circolare, comporta come evidente la necessità di abilità manuale, elevato rischio igienico e limitata riproducibilità del rapporto tra involucro e farcia che rende difficile la vendita a peso predeterminato.

La parziale meccanizzazione dell'operazione è stata realizzata con l'uso di semplici macchine dosatrici che attraverso un ugello realizzano la cavità nella palla di pasta filata portata manualmente in posizione e quindi erogano la quantità richiesta di farcia. La pasta filata ancora calda è quindi chiusa manualmente dall'operatore, aiutandosi eventualmente con altra acqua calda, qualora la temperatura della pasta filata che andrà a costituire la testina fosse diminuita eccessivamente, ed è quindi avviata al rassodamento finale prima del confezionamento per immersione in acqua.

Il rassodamento della Burrata per immersione nell'acqua, quale sia stato il metodo di ottenimento, rappresenta un punto ad elevata probabilità di post-contaminazione microbica, come è più in generale anche per le Mozzarelle, e quindi la gestione dell'acqua è un punto che può fare la differenza annullando gran parte del lavoro precedente.

Le caratteristiche di composizione chimica delle burrate

La composizione chimica della Burrata di Andria IGP è scarsamente definita dal disciplinare, in quanto è prevista la sola indicazione del contenuto di umidità, compresa in un range molto ampio tra 50 e 70%. Nessun riferimento sul contenuto di grasso e proteine, che può essere a sua volta molto ampio, non essendo specificato un intervallo del rapporto ponderale tra involucro e farcia<sup>359</sup>, e in quest'ultima quale debba essere il rapporto tra sfilacci e panna.

Uno studio recente sulla composizione chimica di 21 campioni di Burrata di Andria IGP prelevati da 7 caseifici<sup>360</sup> (Di Cerbo et al., 2020) ha evidenziato che tutti e 7 i caseifici, sia quelli che trasformano latte crudo che latte pastorizzato, offrono al consumatore burrate con un elevato contenuto medio di umidità del 70%, non infrequentemente quindi superiore al valore massimo di 70% previsto dal disciplinare IGP (nella versione originale del 2016 compresa tra 60 e 70%). Come conseguenza il valore medio di grasso è di poco inferiore a 18% e quello di proteine di poco superiore al 10%. Il valore del rapporto tra grasso e proteine oscilla tra 1,5 e 2,5.

L'apprezzamento gastronomico della Burrata è dovuto sicuramente al suo contenuto importante di grasso. Un rapporto tra grasso e proteine di 2,5, quando nella Mozzarella di latte vaccino è generalmente nell'ordine di 1,0, evidenzia come la Burrata sia stata una grande intuizione per vendere panna, magari di siero, a prezzo di formaggio.

Ove dichiarato in etichetta, il contenuto di panna oscilla tra un valore minimo di 25% per arrivare al 48% del prodotto. Non esiste l'obbligo di indicare in etichetta né la materia prima o seconda da cui è stata separata la panna (latte, siero, acqua di filatura), né il suo contenuto di grasso, per cui si può osservare l'apparente paradosso che una Burrata con il 48% di panna può avere lo stesso tenore in grasso di una con il 41%, ma un rapporto grasso/proteina inferiore (2,3 vs 3,0). Se la panna usata avesse lo stesso

---

<sup>359</sup> Ipotizzando un formaggio perfettamente sferico di massa 100g, la minima prevista per la Burrata di Andria IGP, e ipotizzando una densità di 1 kg/dm<sup>3</sup>, quella sfera con volume di 100 cm<sup>3</sup> avrebbe un raggio di circa 2,88 cm. Il raggio della cavità interna contenente la farcia nel caso di minimo spessore dell'involucro, stabilito dal disciplinare in almeno 2 mm, diventa pari a 2,68 cm, che corrisponde a una sfera di circa 80 cm<sup>3</sup>. In queste condizioni, la farcia potrebbe quindi rappresentare fino all'80% del formaggio.

<sup>360</sup> A fine 2023 i caseifici consorziati sono 14.

tenore di grasso, la differenza dovrebbe essere collegata ad un diverso rapporto tra formaggio (involucro + sfilacci) e panna, ma potrebbe anche essere associata a un minore tenore % di grasso della panna.

L'elevato contenuto di panna è anche responsabile dell'elevato valore di pH, generalmente superiore a 6,0 e probabilmente superiore a 6,3 quando la componente pasta filata è ottenuta per acidificazione diretta del latte con acidi organici.

Uno sguardo all'elenco degli ingredienti e all'etichetta nutrizionale di alcuni fra i produttori principali di burrate di vacca in Italia ha evidenziato che parte significativa delle burrate è ottenuta da Mozzarella ad acidificazione diretta, con una frequenza importante di aziende, soprattutto in Puglia, che preferiscono l'uso dell'acido lattico a quello dell'acido citrico (Tabella 5).

Regione	caseificio (marchio)	grasso	proteine	carboidrati	zuccheri	NaCl	rapporto grasso/proteina	ingredienti	Origine latte
Puglia	Gioiella	23,0	10,0	2,0	1,8	0,41	2,3	Latte pastorizzato, panna UHT 48%, fermenti lattici, sale, caglio. Correttore di acidità: acido lattico.	Italia
	Sanguedolce (Saporosa)	20,0	13,0	1,9	1,5	0,61	1,5	LATTE pastorizzato, PANNINA, sale, caglio, correttore di acidità E 330	Italia
	Montrone	29,6	7,3	<0,5	<0,5	0,43	4,1	Latte crudo, panna, sale, caglio e correttore acidità: acido citrico	Italia
	Famiglia Olanda	19,1	17,4	1,1	1,1	1,02	1,1	SACCA: latte, sale, caglio vegetale, fermenti lattici. RIPIENO: Sfilacci di straciatella con panna di latte.	Italia
	Palazzo (Murgella)	18,0	13,0	1,2	1,1	0,8	1,4	Latte vaccino pastorizzato, panna UHT (min 35%), siero istmo, sale, coagulante microbico	Italia
	Primo Latte di Puglia	30,0	13,3	0,4			2,3	Latte, panna fresca, acido citrico, caglio, sale	Bari
	Caseificio Andriese La Daria	22,0	12,1	2,1	2,0	0,69	1,8	Latte pastorizzato, Panna UHT (35%), sale e coagulante microbico del latte, Regolator e di acidità: acido lattico	UE
	Caseificio del 90	21,0	24,7	4,5	0,5	1,8	0,9	Latte vaccino pastorizzato, panna UHT, Sale, correttore di acidità E330, caglio.	UE
	Maldera	17,0	14,0	0,8	0,8	0,33	1,2	Latte, panna UHT (min 25%), sale, caglio, correttore di acidità E270	Italia
	Delizia (Deliziosa)	23,9	8,0	2,0	2,0	0,54	3,0	Latte pastorizzato, panna UHT (41%), correttore di acidità: acido lattico, sale e caglio	Puglia
Lombardia	Asselti (Burrata in carta)	25,0	8,38	2,7		0,798	3,0	Latte crudo vaccino, panna U.H.T., sale, caglio, acido citrico E330.	Puglia, Basilicata
	Simone	16,0	16,0	0,5	0,5	0,42	1,0	Latte crudo, panna, caglio, sale, correttore acidità E330	Italia
	Granarolo	18,0	12,0	1,6	1,2	0,7	1,5	Latte pastorizzato, panna UHT40%, sale, correttore di acidità acido citrico, caglio microbico	Italia
Marche	Sabelli	21,0	13,0	1,4	1,0	0,71	1,6	Mozzarella (LATTE, sale, caglio, fermenti lattici), crema di LATTE 30%, sale	Italia
	Tre Valli	17,0	14,0	0,8	0,8	0,33	1,2	Latte, panna UHT (minimo 25%), sale, caglio, regolatore di acidità: E270	Italia
	Tre Valli	18,0	13,0	1,2	1,0	0,52	1,4	Latte, panna UHT (minimo 25%), sale, caglio, fermenti lattici.	Italia
Piemonte	Pugliese di Radici (Burrata)	20,0	17,0	1,2	0,4	0,3	1,2	Latte, Crema DI Latte (Min 40%), Fermenti Lattici, Sale, Caglio.	Piemonte
	Pugliese di Radici (Burrata frozen)	22,0	17,0	1,2	0,4	0,3	1,3	Latte, crema di latte (crema 20,5%, amido modificato, proteine del latte, burro in polvere, stabilizzatori: e407, e466: emulsionanti: e471, e472b), fermenti lattici, sale, caglio.	Piemonte

Tabella 5. Composizione indicativa, ingredienti e area di origine del latte di burrate vaccine del commercio ricavati dalle etichette nutrizionali e di siti web dei produttori. *Il rapporto grasso/proteina è stato calcolato sulla base dei valori di grasso e proteine indicati in etichetta nutrizionale e/o sulle pagine web aziendali.*

## La Burrata di bufala

Se semanticamente la Burrata di bufala appare essere il prodotto con la documentazione più antica, essendo stata presentata nel 1877 alla citata Esposizione Nazionale di Caseificio di Portici dall'azienda Fiordelisi di Cerignola (Foggia), quella versione (involucro di pasta di Caciocavallo e farcia con sfilacci del medesimo immersi in un non meglio precisato succo) era diversa dal prodotto attuale.

Quello che oggi appare è che il successo della Burrata di latte di vacca ha fatto da traino alla riscoperta della Burrata di bufala, fenomeno rimasto sottotraccia per decenni e ritornato fortemente sul mercato nella seconda decade di questo secolo.

Su questo ritardo possono essere fatte diverse ipotesi, ma certamente deve essere considerata la differente struttura dei comparti del latte vaccino e bufalino. Quest'ultimo è presente soprattutto nell'area geografica corrispondente alla DOP Mozzarella di Bufala Campana, quindi Campania e Basso Lazio con qualche propaggine in Puglia. La gran parte del latte di bufala è utilizzato per la produzione del formaggio DOP per eccellenza, la Mozzarella e il suo successo ha fatto crescere tutta la filiera, aumentando la produzione di latte in un circolo virtuoso.

E' già stato prima discussa l'asimmetria tra la curva di produzione del latte e domanda di Mozzarella. L'insufficienza dei programmi di destagionalizzazione dei parti delle bufale finalizzata a ridurre tale asimmetria mantiene un surplus di produzione stagionale di latte cui nel tempo sono state date varie risposte, la più importante sul piano quantitativo almeno negli ultimi trenta - quarant'anni è stata lo stoccaggio del latte a temperatura negativa e il suo utilizzo per la Mozzarella di latte di bufala non DOP.

Il valore di mercato della Mozzarella di Latte di Bufala è tuttavia generalmente inferiore a quello della cugina DOP e questo a fronte di costi aggiuntivi quando sono usati latte e/o cagliate congelati. Il fatto che la Mozzarella non DOP offra comunque uno sbocco di mercato a latte e/o cagliate congelati ottenuti con latte dell'area DOP ha permesso all'insieme della filiera DOP di continuare a crescere.

Una seconda via per compensare i costi supplementari di stoccaggio del latte congelato è quella di riuscire a produrre prodotti con un valore marginale anche superiore a quello della Mozzarella di Bufala Campana DOP. La Burrata di bufala è una delle possibili risposte a questo problema, in quanto la possibilità di valorizzare la panna (di latte, siero e ancor più se recuperata dall'acqua di filatura) al prezzo della Mozzarella consente tecnicamente quel recupero.

La *rinascita* della Burrata di bufala si inserisce quindi in questo contesto e oggi rappresenta un prodotto di successo, anche se con numeri inferiori a quelli della Burrata di vacca.

Il panorama produttivo vede la contemporanea presenza di piccoli e grandi caseifici, ognuno con punti di forza diversi associati al modo di gestire la disponibilità di panna.

Il disciplinare della Mozzarella di Bufala Campana DOP prevede infatti l'obbligo di usare latte intero e quindi non si applica la pratica di standardizzazione del tenore di grasso del latte che permetterebbe di recuperare quella parte di panna necessaria per fare la Burrata. La panna di latte di bufala per un caseificio che produce Mozzarella di Bufala Campana DOP non può che derivare dalla scrematura di latte destinato ad altri prodotti, Mozzarella di latte di bufala non DOP e/o pasta filata appositamente fatta per ottenere l'involucro e gli sfilacci di pasta filata per la Burrata. La disponibilità di panna di siero a sua volta è in relazione alla proporzione di siero utilizzata per la produzione di Ricotta, mentre la disponibilità di panna recuperata dall'acqua di filatura dipende dalla tecnica di filatura applicata, oltre che dalla scelta, non scontata e non necessariamente applicata, di usarla come possibile ingrediente. La tecnica classica di filatura con acqua a perdere è quella che *estrae* la maggiore quantità di grasso dalla cagliata e quindi offre la maggiore quantità di crema recuperabile per centrifugazione. Al contrario, la filatura della cagliata con vapore minimizza le perdite di grasso e il volume di acqua di filatura, così che di fatto elimina la disponibilità di panna da recuperare.

La gestione del siero di spurgo della cagliata di Mozzarella può prevedere a sua volta la centrifugazione del siero al fine di ricavarne panna, a sua volta tradizionalmente destinata alla produzione di burro di siero, oppure il trattamento termico al fine di fare Ricotta. Come ricordato, fino a fine 1800 la Ricotta poteva a sua volta essere un intermedio per l'ottenimento del

cosiddetto burro di Ricotta, l'ingrediente tradizionale della Manteca. La Burrata di bufala, come risulta dalla descrizione fatta nell'elenco dei PAT della Regione Campania, a differenza della Regione Lazio, può esistere anche nella versione con farcia costituita da burro di siero.

Gli ingredienti e le caratteristiche di composizione di alcune burrate di bufala sono riportati in Tabella 6.

A differenza della Burrata di latte di vacca, si osserva come la Burrata di bufala sia ottenuta da Mozzarella di bufala (involucro e sfilacci) ottenuta per fermentazione lattica della cagliata con sieroinnesto naturale e, proprio per l'uso di latte e panna di bufala presenta un rapporto tra grasso e proteine generalmente superiore. Alcune burrate sono caratterizzate da farcia costituita da panna di latte di bufala e proteine di latte di bufala, che suona come l'attualizzazione contemporanea resa possibile dall'impiego di tecnologie moderne di quei formaggi di pasta filata con farcia costituita da burro di Ricotta.

Regione	caseificio (marchio)	grasso	proteine	carboidrati	zuccheri	NaCl	rapporto grasso/proteina	ingredienti	Origine latte
Campania	Cirigliana	27	11	0,8	0,1	0,2	2,45	involucro:latte di bufala pastorizzato, siero:innesto naturale, sale e caglio. Ripieno: crema di latte di bufala pastorizzato(>90°C), proteine di latte di bufala	UE
Campania	Fattorie Garofalo	27	11	0,6	0,6	0,66	2,45	latte di bufala pastorizzato, crema di latte di bufala, siero:innesto naturale, sale e caglio	Italia
Campania	Spinosa	34	10	0,7	0,7	0,4	3,40	latte di bufala, panna di latte di bufala, siero:innesto naturale, sale e caglio	Italia
Campania	Sori	31	8,8	0	0	0,77	3,52	latte di bufala pastorizzato, panna di latte di bufala, siero innesto naturale, sale, caglio	Italia
Campania	Cliento	27	8,6	0,8	0,8	0,56	3,14	latte di bufala pastorizzato, panna di bufala (40%), siero innesto naturale, sale, caglio	Italia

Tabella 6. Composizione indicativa, ingredienti e area di origine del latte di burrate di bufala del commercio ricavati dalle etichette nutrizionali e/o dai siti web dei produttori. *Il rapporto grasso/proteina è stato calcolato sulla base dei valori di grasso e proteine indicati in etichetta nutrizionale e/o sulle pagine web aziendali.*



La Burrata mista: latte di bufala e panna di vacca

Sul mercato si trova infine una terza varietà di Burrate, spesso denominate anch'esse come Burrata di bufala o Burrata con latte di bufala, ma caratterizzate dall'aver un involucro di pasta filata ottenuta da latte di bufala e da una farcia di straccetti sempre di latte di bufala con panna di latte vaccino, pastorizzata o UHT.

L'uso di panna di latte vaccino trova la sua ragione nella limitata disponibilità di panna di bufala, soprattutto per quei caseifici che producono solo Mozzarella di Bufala Campana DOP o che non standardizzano il titolo di grasso del latte per produrre la Mozzarella di latte di bufala o ancora che non recuperano la panna del siero e/o non hanno scambiatori di calore adeguati a trattare la panna, quale sia la sua origine.

L'indicazione che la panna è derivata da latte vaccino generalmente non è riportata nella denominazione del prodotto, ma solo nella lista degli ingredienti. A volte l'indicazione è chiara, altre volte è sottintesa, basandosi sul fatto che se si omette di indicare che la panna deriva da latte vaccino non si violano prescrizioni, in quanto il latte senza altre specificazioni è per convenzione quello di vacca. Per analogia anche la panna.

Le burrate miste (Tabella 7) mostrano una composizione chimica centesimale per alcuni aspetti più prossima a quella di vacca, mentre sono più affini a quelle ottenute esclusivamente con latte di bufala per quanto riguarda le caratteristiche dell'involucro di pasta filata, ottenuto generalmente con il sieroinnesto, senza ricorrere all'acidificazione diretta del latte, più tipicamente pugliese.

caseificio (denominazione)	grasso	proteine	carboidrati	zuccheri	NaCl	rapporto grasso/proteina	ingredienti
ABC (Burrata con latte di bufala)	25	17,4	0,3	0,3	0,5	1,44	latte di bufala pastorizzato, panna UHT, siero innesto, sale e caglio.
La Contadina (Burrata Nadi con latte di bufala)	25	11	1,4	1,2	0,41	2,27	latte di bufala, panna vaccina UHT, siero innesto, sale e caglio. Conservante: sorbato di potassio
Corvino (Burrata di bufala)	24,5	13,4	1,6	0,6	0,5	1,83	Latte di bufala pastorizzato, panna vaccina UHT, siero innesto naturale, sale, caglio
La Marchesa (Burrata di bufala con panna)	23	9	1,7	1,7	0,4	2,56	latte di Bufala, Panna di latte, Siero Innesto Naturale, Sale, Caglio di origine animale
Ponte Reale Gruppo Rega (Burrata di bufala)	25	11	0,9	0,9	0,4	2,27	latte di bufala pastorizzato, panna di Latte vaccina UHT 42%, siero innesto naturale, sale, caglio

Tabella 7. Composizione indicativa e ingredienti di burrate miste del commercio ricavati dalle etichette nutrizionali e/o dai siti web dei produttori. *Il rapporto grasso/proteina è stato calcolato sulla base dei valori di grasso e proteine indicati in etichetta nutrizionale e/o sulle pagine web aziendali.*

La durata di conservazione delle burrate

In generale la durata di conservazione delle burrate, siano esse di vacca, bufala o miste, è più breve di quella delle Mozzarelle corrispondenti, anche quando nella farcia si usa panna UHT, e non supera indicativamente le 2-3 settimane pur rispettando correttamente la condizione della refrigerazione.

Le ragioni della minore durata sono imputate in primo luogo alle modificazioni dovute allo sviluppo di microrganismi psicrotrofi, particolarmente *Pseudomonas* spp., ed *Enterobacteriaceae*, responsabili fra l'altro dello sviluppo di molecole con impatto odoroso (Volatile Organic Compounds, VOC) non gradito (alcooli, chetoni, acidi). Fra le altre modificazioni, il consumo degli zuccheri (lattosio e galattosio) abbondantemente presenti nella panna ma anche nella pasta filata ottenuta per acidificazione diretta, con produzione di acidi (lattico e acetico), la fermentazione dell'acido citrico naturale del latte e/o aggiunto al latte e la lipolisi con formazione di acidi grassi liberi, resa più probabile dall'uso di panna UHT normalmente omogeneizzata e quindi meno protetta dall'attività delle lipasi di origine microbica, a causa della mancanza della membrana fosfo-lipoproteica che originalmente avvolgeva il globulo di grasso.

Tutte queste modificazioni sono quindi indotte da una serie di errori nella gestione della tecnologia di produzione, di cui alcuni evitabili altri meno, nel momento in cui anche usando i sistemi di produzione più automatizzati resta molto complessa la gestione perfettamente igienica degli impianti.

Fra i possibili errori o cause predisponenti, la gestione non adeguata del latte prima della caseificazione, la manualità delle operazioni che ad esempio il disciplinare della Burrata di Andria IGP prevede come cogente per la sfilacciatura, l'uso di panna UHT.

Fra le carenze, inevitabilmente legate alla ridotta taglia produttiva delle linee di produzione l'insufficiente applicazione di una gestione efficace delle buone pratiche di lavorazione relativamente all'igiene di processo, intesa dal punto di vista della prevenzione della post-contaminazione durante le fasi di preparazione della farcia e riempimento dell'involucro.

Gruppi di ricerca delle Università di Foggia e Bari da anni si occupano del problema di come potere aumentare la durata di conservazione della Burrata in generale e nello specifico della Burrata di Andria IGP ed hanno studiato e proposto trattamenti del prodotto con colture protettive ed atmosfera

modificata (Natrella et al, 2023; Minervini et al., 2017), introduzione di rivestimenti superficiali a base di alginati e uso di conservanti, quali lisozima ed EDTA, nella farcia (Conte et al., 2011; Costa et al., 2017), miglioramenti della gestione del processo relativamente all'accelerazione del raffreddamento del prodotto (Natrella et al., 2022) o del trattamento delle superficie di contatto tra impianti e prodotto con l'uso di acqua elettrolitica.

L'applicazione dei trattamenti indicati alla Burrata e/o al liquido di governo ha finora avuto effetti limitati, perché non possono incidere sulla qualità microbiologica (ed enzimatica) iniziale della Burrata e quindi si trovano a dovere agire su una matrice che può contenere in sé le cause di un rapido declino della qualità. L'uso di lisozima abbinato ad EDTA serve a rendere possibile l'attività del lisozima anche verso i batteri gram negativi, quindi le *Enterobacteriaceae*, ma a seconda che l'additivo sia posto nella farcia e/o nel liquido di governo non può prevenire i problemi legati all'involucro di pasta filata e solo in misura minore agli sfilacci, se non nella misura della sua capacità di diffusione nella matrice casearia. L'uso di additivi conservanti per altro, oltre a non essere consentito nella Burrata di Andria IGP, va contro le pratiche sempre più diffuse di *clean label* per ottemperare alle quali si cerca la via delle colture protettive. Nella etichettatura dei prodotti in commercio non si trova traccia di questa applicazione, mentre si ritrova sporadicamente l'uso di sorbati, attivi contro lieviti e muffe, fatto questo che indica un'altra possibile fonte di post-contaminazione, con origine probabilmente in parte diversa da *Pseudomonas* spp. ed *Enterobacteriaceae*.

L'uso di colture protettive in generale può avere un effetto di contrasto alla crescita di microbiota alterativo, ma come tutti i meccanismi biologici la riproducibilità della sua efficacia può non essere sempre elevata nel momento in cui il *target*, cioè il microbiota alterativo, ha una composizione assolutamente indefinita. Se poi la coltura protettiva è aggiunta nella panna UHT della farcia (Natrella et al., 2023) è abbastanza prevedibile che non possa agire con uguale efficacia sull'involucro di pasta filata, per gli stessi motivi visti per i conservanti.

L'incremento della velocità di raffreddamento della Burrata grazie all'aggiunta di una scaglia di ghiaccio secco alla farcia o al passaggio della farcia in una tramoggia raffreddata con ghiaccio secco durante il riempimento (Natrella et al., 2022) ha dato risultati non definitivi (ad es. la carica di *Pseudomonas* al 21° giorno di conservazione refrigerata ha raggiunto valori comunque prossimi a  $10^7$  ufc/g) come d'altra parte era

prevedibile considerando il fatto che tale genere è psicrotrofo e quindi non è inatteso che la riduzione di qualche decina di minuti del momento in cui la Burrata raggiunge la temperatura di conservazione non possa avere un effetto quantitativamente marcato sul valore di carica finale dopo 14-20 giorni di stoccaggio.

Per potere gestire efficacemente il rischio supplementare di post-contaminazione che la fase di preparazione della farcia e riempimento rappresenta rispetto alla classica produzione di Mozzarella (involucro e sfilacci) dovrebbe essere possibile operare in modo automatizzato in un ambiente confinato dopo avere messo a punto non solo condizioni efficaci di detergenza e sanificazione delle superficie degli impianti a contatto con tutti i componenti della Burrata (involucro, straccetti/sfilacci, panna) ma anche le condizioni di trattamento dell'aria sia dell'ambiente che a maggiore ragione di quella usata per *gonfiare* la palla di pasta filata in modo che possa accogliere la farcia.

La sfida, teoricamente possibile, è analoga a quella risolta negli impianti per i fluidi alimentari ove operando in modo appropriato è possibile ottenere prodotti composti (es. latte fermentato con frutta) con ridotto rischio di post-contaminazione. La complicazione è maggiore perché a differenza del latte fermentato che è prodotto in un sistema chiuso, la produzione della pasta filata che serve per l'involucro e gli sfilacci avviene in sistemi aperti e inoltre a diretto contatto con acqua non sempre di qualità microbiologica sufficiente.

L'attenzione che i produttori danno alla panna, spesso UHT, appare in linea di principio priva di senso reale in quanto la miscelazione di un prodotto commercialmente sterile (la panna UHT) con un altro portatore di microbiota contaminante (la pasta filata) rende la panna un substrato ancor più facilmente colonizzabile.

Le ragioni dell'uso di panna UHT, come detto, possono essere legate alla maggiore praticità della gestione degli acquisti presso aziende terze e della durata del suo stoccaggio a temperatura ambiente, ma tale praticità ha i suoi costi in termini di qualità del prodotto composto, la Burrata.

La sfida del prolungamento della shelf life della Burrata si inserisce nel filone classico dei prodotti freschi che vorrebbero potere mantenere sempre più a lungo la loro giovinezza, moderni Dorian Gray senza specchio. Premesso che può essere tecnicamente possibile risolvere il problema microbiologico con

opportuni investimenti in impiantistica e maggiori costi con una gestione più corta della storia del latte prima della trasformazione in pasta filata, come insegna la Mozzarella, la durata di conservazione di un formaggio ad elevata umidità dipende anche da molti altri fattori strutturali legati all'attività enzimatica delle proteasi di latte, caglio e microrganismi e dagli scambi di materia tra involucro di pasta filata e liquido di governo (quando usato) e, in ogni caso, tra involucro e farcia. Le problematiche microbiologiche di conservazione nascondono questi altri problemi, che al momento non sono stati ancora studiati a sufficienza soprattutto a livello di scambi tra pasta filata e farcia.

### La Burrata *frozen*

Analogamente a quanto accade per la Mozzarella, una soluzione radicale del problema di prolungare la shelf life portandola a durate anche di dodici mesi passa attraverso la surgelazione e la conservazione a temperatura negativa.

Molte fra le aziende più grandi e attente all'export hanno da tempo visto la surgelazione come soluzione pratica soprattutto per i canali HoReCa. Come nel caso della Mozzarella, c'è chi propone burrate *frozen* con o senza liquido di governo ma, a differenza della Mozzarella, è diversificato l'approccio alle caratteristiche della farcia che può avere caratteristiche differenti rispetto a quella delle burrate *fresche*.

Il tema supplementare da affrontare è che, mentre nel caso della Mozzarella è chiave la gestione della cristallizzazione di acqua e trigliceridi e poi della loro fusione al momento dello scongelamento, nel caso della Burrata in linea di principio il tema è lo stesso ma deve essere affrontato in contemporanea in un sistema bifasico ove il rapporto tra acqua e grasso (trigliceridi) è nettamente diverso nell'involucro e negli sfilacci rispetto alla frazione cremosa della farcia. Inoltre il trasporto di calore avrà velocità diverse per le due fasi, e sarà minore per la farcia, non fosse altro per la minore differenza di temperatura e per il maggiore spessore.

Come nel caso della Mozzarella, la carenza di conoscenza scientifica non è comunque di ostacolo all'empirismo della pratica e ogni azienda affronta in modo pragmatico il tema di ottenere una Burrata che al momento dello scongelamento si presenti in modo accettabile, senza separazione di fasi soprattutto nella farcia. A tal fine fra le soluzioni messe in campo si trovano

l'uso di panne più ricche di grasso e/o una proporzione maggiore di straccetti nella farcia, in modo da rendere non evidente la separazione di una frazione sierosa. Altra soluzione, più facilmente praticabile per burrate destinate al settore HoReCa, in cui il consumatore finale generalmente non richiede di leggere l'etichetta degli ingredienti del piatto cucinato, è l'uso di un mix di additivi addensanti stabilizzanti ed emulsionanti (amido di mais modificato, carragenina, farina di semi di carrube, xantani, carbossimetilcellulosa; mono e digliceridi degli acidi grassi, esteri lattici di mono e digliceridi degli acidi grassi) che permettono di mantenere la cremosità della farcia senza o con minime separazioni dopo lo scongelamento.

La durata di conservazione refrigerata della Burrata scongelata è indicata nell'ordine di 4-6 giorni.

La surgelazione della Burrata è un'operazione che è svolta in proprio direttamente dal produttore o anche un'operazione affidata dal produttore ad aziende specializzate, elemento questo che permette anche a piccoli produttori di Burrata di confrontarsi con il mercato internazionale. Allo stesso tempo aziende con la capacità di surgelare mettono sul mercato Burrate a loro marchio prodotte da altri caseifici, talvolta leader di mercato. Per districarsi in questa rete è chiave l'informazione riportata in etichetta con i codici identificativi (il cosiddetto bollino CE) degli stabilimenti autorizzati, per cui quando azienda di produzione della Burrata e azienda di surgelazione non coincidono si leggono due codici e comunque quello dell'azienda che ha operato la surgelazione, in quanto ultima fase del processo.

Ad esempio in rete si possono osservare immagini di Burrata Granarolo destinata ai mercati esteri, ad esempio l'India, da cui si legge che la surgelazione è stata operata da Totem Foods, oppure altre che mostrano Burrate a marchio Latterie Sorrentine di Formalactis, importate in Australia, sulla cui etichetta si legge che la Burrata è stata prodotta in Puglia da Capurso ed è stata surgelata da Formalactis.

### Burrata e sicurezza microbiologica

La contaminazione microbiologica della Burrata non è solo importante ai fini della durata di conservazione, ma gioca anche un ruolo sulla sua sicurezza alimentare. Non sono stati pochissimi negli ultimi 10 anni i richiami dal mercato, a livello nazionale ed internazionale, di Burrate quale sia la specie

animale di origine del latte (vacca, bufala, miste) e la presenza o meno di panna UHT, dovuti principalmente a presenza di *Listeria monocytogenes*, ma anche a *Escherichia coli* e/o *Staphylococcus aureus*.

Non è noto se la presenza di batteri patogeni sia da ascrivere all'involucro di pasta filata e/o alla farcia, e quindi diventa complicato valutare quali fasi del processo siano tra le maggiormente probabili responsabili della contaminazione. Il fatto che in questi ultimi anni siano stati non pochi anche i casi di richiamo dal mercato per Mozzarelle sia vaccine che bufaline non permette di considerare le fasi di preparazione della farcia e riempimento come punti preferenziali da tenere sotto controllo per gestire il rischio microbiologico. Queste fasi rappresentano certamente un rischio addizionale, ma è l'intera sequenza delle operazioni post filatura a dovere essere considerata a maggiore "rischio", non dimenticando che la filatura della cagliata può rappresentare un punto di eliminazione o riduzione del livello dei pericoli solo quando condotta in condizioni tali da determinare una letalità significativa dei batteri patogeni. I metodi di filatura della cagliata possono infatti essere molto diversificati e in funzione di una pluralità di variabili (caratteristiche di demineralizzazione della cagliata, gestione delle perdite di grasso, ricerca o meno di un effetto di stabilizzazione enzimatica etc) possono anche avere un effetto di fatto irrilevante sulla riduzione di carica di batteri patogeni moderatamente termoresistenti, quali *L. monocytogenes*.



## Commenti conclusivi

Le interazioni multidirezionali tra Meridione d'Italia, l'origine, Americhe e Nord Italia mediate prima dall'emigrazione e poi dalla diversa velocità di sviluppo tecnologico delle aree più economicamente sviluppate, hanno profondamente modificato le caratteristiche della Mozzarella, determinando il fatto che non esiste più, caso mai sia esistita, una sola Mozzarella.

L'uso di latte di bufala è stato affiancato nei secoli da quello di vacca ed è difficile documentare una primogenitura, anche se in Italia l'allevamento della bufala è ancora oggi prevalente in Campania e basso Lazio e i dati dei primi censimenti agricoli italiani fino alla prima metà del 1900 testimoniano la netta prevalenza delle Mozzarelle di bufala rispetto a quelle vaccine.

Da oltre mezzo secolo le Mozzarelle costituiscono una varietà di formaggi freschi a pasta filata con tanti aspetti di diversità di composizione, gusto, forma, modo di presentazione con o senza liquido di governo, che ne ha determinato il successo proprio grazie alla possibilità di soddisfare una molteplicità di palati con esigenze e aspettative diverse. L'uso di un nome comune è tuttavia giustificato dal fatto che tutte rispondono almeno a due comuni proprietà che sono la particolare struttura fisica determinata dall'operazione di filatura della cagliata e l'assenza di una vera e propria maturazione, fatto questo che giustifica l'uso dell'aggettivo fresco.

La capacità di adattamento delle Mozzarelle a differenti modi di consumo non solo ne ha determinato la resilienza di fronte alla diversificazione delle richieste di mercato, ma ne ha decretato un successo che continua ancora oggi.

L'abbinata della Mozzarella con la Pizza, assieme all'industrializzazione del mondo della Pizza, sono stati fra i più forti driver per la diversificazione di prodotto e l'esplosione della produzione di Mozzarelle su scala globale. La Pizza è nata senza la Mozzarella, ma non avrebbe avuto il suo successo planetario senza la Mozzarella, che è l'ingrediente primario del condimento della Pizza moderna.

Ogni tipologia di Mozzarella ha un target di consumo determinato dalle specifiche proprietà di uso della Mozzarella, quelle che un tempo si definivano funzionali (ad esempio, capacità di rilasciare sierosità quando consumata tal quale oppure capacità di fondere e filare in cottura senza separare eccessivamente grasso e imbrunire) e dalla disponibilità di spesa.

L'interprete più fedele delle origini è senza dubbio la Mozzarella di Bufala Campana DOP, ma anch'essa ha dovuto e soprattutto ha saputo aggiornarsi per non restare un prodotto di nicchia a rischio estinzione e, come tutte le Mozzarelle, ha superato la sfida improba di essere un formaggio fresco con una durata di conservazione sufficiente a raggiungere il mercato globale.

Questa sfida continua e continuerà a passare anche attraverso la razionalizzazione dei processi produttivi e la riduzione dei costi. La sfida è vinta quando si mantiene la capacità di offrire la qualità attesa. Le Mozzarelle che rispondono a sistemi qualità regolamentati, quali DOP, IGP e STG, a differenza delle Mozzarelle comuni, hanno l'obbligo di definire la qualità *promessa* in modo che sia possibile certificarne la conformità.

La gestione del rapporto tra qualità *promessa* della Mozzarella e vincoli di processo è gestita in modo specifico da ogni filiera produttiva e spesso il confronto tra gli interessi dei principali attori della filiera è focalizzato sui vincoli di processo piuttosto che su una più rigorosa definizione di caratteristiche misurabili del formaggio.

Quando si esce dalla nicchia del consumo veramente locale, occorre quindi accettare la sfida del confronto con la contemporaneità, non temendo la tecnologia, ma usandola per mantenere i caratteri distintivi del prodotto.

## Bibliografia

1. Abrahamson A.E., Ludewig E., Corash P. 1954. The pasteurization of Mozzarella cheese. *Journal of Food Protection* 17, 22-25
2. Addeo F. 2004. La Mozzarella. In "Mozzarella di Bufala Campana. Storia, tradizioni e immagini di un formaggio nato all'ombra del mito della Magna Grecia". Edito da Consorzio per la Tutela del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana, pag. 189
3. Addeo F. 2021. Da prodotto locale a fenomeno mondiale. Così è cambiata la filiera della Mozzarella. *Bufala News Anno IV n°11 maggio-giugno 2021* pag. 4-5
4. Addeo F., Chianese L., Masi P., Mucchetti G., Neviani E., Schiavi C., Scudiero A., Strozzi G.P. 1996. La Mozzarella. Un formaggio tradizionale in evoluzione. MOFIN ED. Novara pag 1-42
5. Addeo F., Chianese L., Scudiero A., Cappuccio U., Chemin S., Cavella S., Masi P. 1992. Impiego di latte congelato per la produzione di Mozzarella di Bufala. *Latte* 17, 1018-1025
6. Addeo F., Nicolai M.A., Chianese L., Moio L., Spagna Musso S., Bocca A., Del Giovine L. 1995. A control method to detect bovine milk in ewe and water buffalo cheese using immunoblotting. *Milchwissenschaft* 50, 83-85
7. Agnoletti V. 1819. La nuova cucina economica. Volume III, Milano, nella Stamperia di Giovanni Agnelli
8. Alinovi M., Mucchetti G., Wiking L., Corredig M. 2020 a. Freezing as a solution to preserve the quality of dairy products: the case of milk, curds and cheese. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1-21
9. Alinovi M., Wiking L., Corredig M., Mucchetti G. 2020 b. Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physico-chemical properties of high-moisture citric Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 103, 7775-7790
10. Alinovi M., Mucchetti G. 2020 c. Effect of freezing and thawing processes on high-moisture Mozzarella cheese rheological and physical properties. *LWT – Food Science and Technology*, 124, 109137
11. Altieri S., Saiano K., Biondi M., Ricci P., Lubritto C. 2020. Traceability of 'Mozzarella di Bufala Campana' production chain by means of carbon, nitrogen and oxygen stable isotope ratios. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100, 995-1003.
12. Altiero V., Moio L., Addeo F. 1989. Previsione della resa in Mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala. *Scienza Tecnica Lattiero Casearia* 40, 425-433

13. Angiolillo L., Conte A., Zambrini A.V., Del Nobile M.A. 2014 a. Biopreservation of Fior di Latte cheese. *Journal of Dairy Science* 97, 5345-5355
14. Angiolillo L., Conte A., Faccia M., Zambrini A.V., Del Nobile M.A. 2014b. A new method to produce synbiotic Fiordilatte cheese. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 22, 180-187
15. Anonimo. 1806. Raccolta di memorie, osservazioni ed esperienze Agrarie. Pastorizia. Modo di fare le provature; Le uova di bufala. Pag. 85-86, Biblioteca di Campagna. Tomo settimo. Milano Dalla Tipografia di Giovanni Silvestri
16. Anonimo. 1895. The Hot Iron test. *The Stockbreeder's Magazine*, pag. 1436
17. Anonimo. 1951. Gli standards dei formaggi tipici italiani approvati dalla Commissione Centrale Lattiero Casearia, *Latte*, XXV (6) 237-241
18. Anonimo. 1990. Polemiche sulla Mozzarella di Bufala. *Corriere della Sera. Agricoltura*. 29 aprile 1990, pag. 18
19. Aponte M., Fusco V., Andolfi R., Coppola S. 2008. Lactic acid bacteria occurring during manufacture and ripening of Provolone del Monaco cheese: Detection by different analytical approaches. *International Dairy Journal* 18, 403-413
20. Arena G. 1932. Analisi chimica dei principali componenti della Mozzarella. *Annali Istituto Caseario Zootecnico di Caserta*, vol I, citato da Savini E. (1937)
21. Armus D., Ubelaker-Andrade L. 2017. "Cibo Della Mescolanza, Menù Estesi, Ristoranti e Pizzerie: Buenos Aires Nel XX Secolo". *Identità Culinarie In Sudamerica* <https://works.swarthmore.edu/fac-history/517>
22. Babcock S.M. 1895 The hot iron test. 12<sup>th</sup> Annual Report Agricultural Experiment Station University of Wisconsin pag 133-134
23. Babcock C.J. 1931. Some factors affecting the viscosity of the cream. *Technical Bulletin n°249*, United States Department of Agriculture, Washington D.C.
24. Baldi E., Cerchiari A. 1941. *Enciclopedia Moderna Italiana*. Vol. I. Casa Editrice Sonzogno, Milano
25. Balducci A. 1974 The new automatic pasta filata equipment by Sordi of Lodi, Italy. In "Proceedings from the 11<sup>th</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar". *Cheese Industry Conference*. Paper 4.

26. Barbano D.M. 1996. Mozzarella cheese yield: factors to consider. Page 29–38 in Proc. Seminar on Maximizing Cheese Yield. Center for Dairy Research, Madison, WI (citato da Margolies et al., 2017; Rudan et al., 1999, Metzger et al. 2000)
27. Barbano D.M., Yun J.J., Kindstedt P.S. 1994. Mozzarella cheese making by a stirred curd, no brine procedure. *Journal of Dairy Science* 77, 2687-2694
28. Baruzzi F., Lagonigro R., Quintieri L., Morea M., Caputo L. 2012. Occurrence of non-lactic acid bacteria populations involved in protein hydrolysis of cold-stored high moisture Mozzarella cheese. *Food Microbiology* 30, 37-44
29. Berges P. 1914. Transportes maritimos frigorificos. *Revista Zootecnia* V, 54, 313-319
30. Berlese M., Corazzin M., Bovolenta S. 2019. Environmental sustainability assessment of buffalo Mozzarella cheese production chain: A scenario analysis. *Journal of Cleaner Production* 238, 117922
31. Besana C. 1908. *Caseificio*. I° Edizione, UTET, Torino
32. Besana C. 1923. *Caseificio Scienza e Tecnologia*. II° Edizione, pag. 224-225 UTET, Torino
33. Besana C. 1926. L'industria del formaggio in Italia. *L'Italia Agricola* 63 (12) pag. 628-634
34. Boccone P. 1697. *Museo di fisica e di esperienze*. In Venetia, Battista Zuccato
35. Bochicchio N. 1894. Contribuzione allo studio sperimentale del caseificio italiano. *Monografia tecnologica sull'industria casearia abruzzese-sannitica*. Le Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane Vol. XXVII, Modena coi tipi della Società Tipografica pag. 470-556
36. Bontempo L., Barbero A., Bertoldi D., Camin F., Larcher R., Perini M., Sepulcri A., Zicarelli L., Piasentier E. 2019. Isotopic and elemental profiles of Mediterranean buffalo milk and cheese and authentication of Mozzarella di Bufala Campana PDO: An initial exploratory study. *Food Chemistry* 285, 316-323
37. Bottazzi V. 1974. Continuous fermentation in pasta filata. In "Proceedings from the 11<sup>th</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar". Cheese Industry Conference. Paper 3.
38. Bottazzi V., Battistotti B. 1976. Impiego di energia elettromagnetica di microonde nel processo di filatura delle cagliate. 1°. Paste a bassa umidità. *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia* 27, 323-329
39. Branco M. 2010. <http://www.lavocedelvoturno.com/cancello-ed-arnone-origini-della-Mozzarella-di-bufala-campana/#.Y5Cd8XbMJPY>

40. Brandonisio V., Boccassini U. 1937. La Provolina o Mozzarella di Bari. Latte VI, 9-13
41. Breene W.M., Price W.V., Ernstrom C. A. 1964 a. Manufacture of pizza cheese without starter. Journal of Dairy Science 47, 1173-1180
42. Breene W.M., Price W.V., Ernstrom, C.A. 1964 b. Changes in composition of Cheddar curd during manufacture as a guide to cheese making by direct acidification. Journal of Dairy Science 47, 840-848
43. Brescia M.A., Monfreda M., Buccolieri A., Carrino C. 2005. Characterisation of the geographical origin of buffalo milk and Mozzarella cheese by means of analytical and spectroscopic determinations. Food Chemistry 89, 139-147.
44. Bruni A. 1845. Parte seconda. Dell'agricoltura e pastorizia del Regno di Napoli di qua del faro. In "Breve Ragguaglio Dell'agricoltura e pastorizia del Regno di Napoli di qua del faro" Napoli pag. 144
45. Bruni A. 1859. Nuova Enciclopedia Agraria. Volume Terzo. Giuseppe Marghieri e Agostino Pellerano Editori, Napoli pagg. 268-270
46. Brusa J. 2021. Mozzarella a partir de masas pre maduradas. <https://portalechero.com/Mozzarella-a-partir-de-masas-pre-maduradas/>
47. Buffon G. L. Leclerc, Comte de, 1782. Histoire Naturelle. Supplément, Tome Sixième. A Paris, de l'Imprimerie Royale, pag. 59
48. Cabrini A., Neviani E. 1983. Il genere *Pseudomonas* causa di sapore amaro e di odore putrido sulla superficie di formaggio Mozzarella Latte 8, 90-93
49. Cacciari P. T. 1756. Della Vita, virtù e doni soprannaturali del Venerabile Servo di Dio P. Angiolo Paoli. In Roma appresso Giuseppe Collini, pag. 277
50. Cadeddu S. 1983 L'utilizzazione delle tecniche a microonda nella produzione di formaggio Mozzarella. Latte VIII, 181-183
51. Caira S., Pinto G., Nicolai M.A., Chianese L., Addeo F. 2016. Simultaneously tracing the geographical origin and presence of bovine milk in Italian water buffalo Mozzarella cheese using MALDI-TOF data of casein signature peptides. Analytical and Bioanalytical Chemistry 408, 5609-5621
52. Caira S., Pinto G., Nicolai M. A., Novi G., Addeo F., Scaloni A. 2019. A non-canonical phosphorylation site in  $\beta$ -casein A from non-Mediterranean water buffalo makes quantifiable the adulteration of Italian milk with foreign material by combined isoelectrofocusing-immunoblotting procedures. Food Chemistry 277, 195-204

53. Cammarano T. 2018. Ideas of Italy and the Nature of Ethnicity: A History of Italian Food in Australia with Case Studies. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy Discipline of History School of Humanities, University of Adelaide January 2018
54. Caprariis T. 1913. Tipi di formaggi meridionali. Napoli, citato da Savini E. (1937)
55. Capuano F., Capparelli R., Mancusi A., Esposito S., Corrado F., Guarino, A. 2013. Detection of *Brucella* spp. in Stretched Curd Cheese as Assessed by Molecular Assays. *Journal of Food Safety* 33, 145-148
56. Caputo L., Quintieri L., Bugatti V., Gorrasi, G. (2022). A salicylate-functionalized PET packaging to counteract blue discoloration on Mozzarella cheese under cold storage. *Food Packaging and Shelf Life* 32, 100850
57. Casella L.A. 1891. Caseificio. L'agricoltore calabro-siculo. Anno XVI n 20 Catania 31 ottobre 1891 pag. 341-344
58. Castellana S., Bianco A., Capozzi, L., Del Sambro L., Simone D., Iammarino M., Nardelli V., Caffò A., Trisolini C., Castellana A., Catalano E., Milano A., Schino G., Sottili R., Parisi A. 2023. Microbial Community Profiling from Natural Whey Starter to Mozzarella among Different Artisanal Dairy Factories in Apulia Region (Italy). *Fermentation* 9, 911
59. Cattaneo A. 1839. Il latte e i suoi prodotti. Vedova di A.F. Stella e Giacomo figlio, Milano, pag.395-396
60. Cavalcanti I. 1839. Cucina teorico pratica. II Edizione. Napoli, dalla Tipografia di G. Palma
61. Cesari L. 2023. Storia della Pizza. Da Napoli a Hollywood. Il Saggiatore, Milano
62. Cestoni G.D. 1843. Elementi di Agricoltura pratica. Volume II, Pag.133-134 Napoli, Tipografia di Giuseppe Zambrano
63. Chen C. 2003. Pasta filata to LMPS—the evolution of Mozzarella cheese. *Dairy Pipeline* 15, 1, 3-7
64. Childs J.L., Daubert C.R., Stefanski L., Foegeding E.A. 2007. Factors regulating cheese shreddability. *Journal of Dairy Science* 90, 2163-2174.
65. Cincotta, F., Conduurso, C., Tripodi, G., Merlino, M., Prestia, O., Stanton, C., Verzera, A. 2021. Comparison of lactose free and traditional Mozzarella cheese during shelf-life by aroma compounds and sensory analysis. *LWT* 140, 110845.
66. Cipolat-Gotet C., Bittante G., Cecchinato, A. 2015. Phenotypic analysis of cheese yields and nutrient recoveries in the curd of buffalo milk, as

- measured with an individual model cheese-manufacturing process. *Journal of Dairy Science* 98, 633-645
67. Civera T., Griglio B., Marro S., Piovesan F., Testa A. 2011. Alterazioni organolettiche negli alimenti causate da *Pseudomonadaceae*. Possibili ricadute per la sanità pubblica. *AIVEMP Newsletter*, n° 2, aprile 2011 pag 10-14
  68. C.N.R. (Consiglio Nazionale Ricerche) 1996. I prodotti caseari del Mezzogiorno. Progetto strategico. I prodotti alimentari tipici nel Mezzogiorno. Vol. II. Caratterizzazione Analitica e Compositiva
  69. Colonna S. 1879 *Corso Completo di Pedagogia Elementare*. Libro II Terza Edizione, Giovanni Jovene Libraio-Editore, Napoli pag. 125
  70. Comparette V.G. 1955 Device for extruding balls of Mozelle cheese. United States Patent Office n° 2,712,693 Patented July 12, 1955
  71. Conte A., Brescia I., Del Nobile M.A. 2011. Lysozyme/EDTA disodium salt and modified-atmosphere packaging to prolong the shelf life of Burrata cheese. *Journal of Dairy Science* 94, 5289-5297
  72. Contursi D. 1889. *La nomenclatura italo-napolitano, cioè esercitazioni pratiche di lingua: ordinate per categorie, con prose e schiarimenti filologici, alle scuole primarie e secondarie*. Napoli, in casa dell'autore proprietario
  73. Coppola S., Parente E., Dumontet S., La Peccerella A. 1988. The microflora of natural whey cultures utilized as starter in the manufacture of Mozzarella cheese from water-buffalo milk. *Lait* 68, 295–310
  74. Coppola S. Villani F., Coppola R., Parente E. 1990. Comparison of different starter systems for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. *Lait* 70, 411-423
  75. Coppola S., Fusco V., Andolfi R., Aponte M., Blaiotta G., Ercolini D., Moschetti G. 2006. Evaluation of microbial diversity during the manufacture of Fior di Latte di Agerola, a traditional raw milk pasta-filata cheese of the Naples area. *Journal of Dairy Research* 73, 264-272
  76. Corrado V. 1773. *Il cuoco galante*. In *Napoli nella Stamperia Raimondiana*
  77. Corrado V. 1792. *Notiziario delle produzioni particolari del Regno di Napoli e delle cacce riserbate al real divertimento*. Napoli nella Stamperia di Nicola Russo



78. Costa C., Lucera A., Conte A., Zambrini A.V., Del Nobile M.A. 2017. Technological strategies to preserve Burrata cheese quality. *Coatings* 7 (7), 97
79. Covacevich H.R., Kosikowski F.V. 1978. Mozzarella and Cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. *Journal of Dairy Science* 61, 701-709
80. Crisci G.B. 1634. Lucerna de Corteggiani. (*stampato*) apud Io. Dominicu Roncagliolu
81. Dalla Riva A., Burek J., Kim D., Thoma G., Cassandro M., De Marchi M. 2017. Environmental life cycle assessment of Italian Mozzarella cheese: Hotspots and improvement opportunities. *Journal of Dairy Science* 100, 7933-7952.
82. De Bac M. 1990. Il grido di dolore della Mozzarella. Il Lazio potrebbe perdere il marchio doc per la "bufala". *Corriere della Sera*. Roma 21 aprile 1990, pag. 40
83. De Caro M, Pannain L. 1932. La composizione chimica di alcuni latticini. *Ric. Scient.* Vol.2, citato da Savini E. (1937)
84. De Domenico F. 1873. Lettera. A uno dei compilatori. In: *La Unità della Lingua*. Anno IV n 8, 15 aprile 1873 pag. 124-126
85. De Domenico F. 1892. *Filologia*. Giovanni Basile, *Archivio di Letteratura Popolare*. Anno VIII, n 9 del 15 ottobre 1892 pag. 65-66
86. De Maio S. 2012. Una grande azienda del tabacco tra primo dopoguerra e anni Sessanta. La SAIM di Carmine de Martino pagg. 139-156. In: *Dentro e fuori la fabbrica. Il tabacco in Italia tra memoria e prospettive*. a cura di Rossella Del Prete. Franco Angeli Editore
87. De Roissart H., Luquet FM. 1994. *Bactéries lactiques: aspects fondamentaux et technologiques*. 2 Volumi. Editeur: Loriga, Uriage (France)
88. de Vin F., Rådström P., Herman L., De Vuyst L. 2005. Molecular and Biochemical Analysis of the Galactose Phenotype of Dairy *Streptococcus thermophilus* Strains Reveals Four Different Fermentation Profiles. *Applied and Environmental Microbiology* 71, 3659-3667
89. De Vincentiis D.L. 1872. *Vocabolario del dialetto Tarantino in corrispondenza della lingua Italiana*. Tipografia Salv. Latronico e Figlio, Taranto
90. Decker J.W.B. 1895. *Cheddar cheesemaking*. Tracy, Gibbs & Co., Printers, Madison WI, published by the Author

91. Department of Agriculture and Markets. State of New York. 1958. Agriculture and Market Laws. §67-b. Pasteurization of cheese. Bulletin 398 pag 74.
92. Derkx P. M., Janzen T., Sørensen K. I., Christensen J. E., Stuer-Lauridsen B., Johansen E. 2014. The art of strain improvement of industrial lactic acid bacteria without the use of recombinant DNA technology. *Microbial Cell Factories* 13 (Suppl.1 S5), 1-13
93. Di Cerbo A., Miraglia D., Marino L., Stocchi R., Loschi A.R., Fisichella S., Cammertoni N, Menchetti L., Farneti S., Ranucci D., Branciarri R., Rea S. 2020. "Burrata di Andria" PGI Cheese: Physicochemical and Microbiological Features. *Foods* 9(11), 1694
94. D'Incecco P., Bancalari E., Gatti M., Ranghetti A., Pellegrino L. 2020. Low-temperature centrifugation of milk for manufacture of raw milk cheeses: Impact on milk debacterization and cheese yield. *LWT*, 118, 108789.
95. Di Luccia A., Faccia M. 2011. Procedimento per valutare la proteolisi primaria delle frazioni caseiniche del latte e dei suoi derivati. ITALIAN PATENT OFFICE Document No. 102009901793198A1 Publication Date 2011 06 16
96. Di Luccia A., Picariello G., Trani A., Alviti G., Loizzo P., Faccia M., Addeo F. 2009. Occurrence of  $\beta$ -casein fragments in cold-stored and curdled river buffalo (*Bubalus bubalis* L.) milk. *Journal of Dairy Science* 92, 1319-1329.
97. Dillon J. J. 2013. Seven Decades of Milk - A History of New York's Dairy Industry. Chapter III. Read Book Ltd, riedizione della versione originale edita da Orange Judd publishing Company, Incorporated, 1941
98. Dizionario universale economico rustico. 1796. A cura di Fontana G. e Pini V. Tomo Decimottavo PIT-QUI. Roma, Nella Stamperia di Michele Puccinelli
99. Doane C.F., Lawson H.W. 1908. Varieties of cheese. Descriptions and analyses. U.S. Department of Agriculture. Bulletin 105, Edited June 27, 1908 Washington. Government Printing Office
100. Downs, P. A., Nilson, K.M. 1959. Utilization of Surplus Milk in the Small Dairy Plant: 4. Stirred Curd Types of Cheese. Circular 103, The Experiment Station of the University of Nebraska. College of Agriculture
101. Dumas A. 1843. Le corricolo. Chapitre IX Le Lazzarone. Tome premier. Bruxelles, Societe Belge de Librairie, Mauman et C°

102. Emmons D.B., Ernstrom C.A., Lacroix C., Verret P. 1990. Predictive formulas for yield of cheese from composition of milk: a review. *Journal of Dairy Science* 73, 1365-1394
103. Ercolini D., De Filippis F., La Stora A., Iacono M. 2012. "Remake" by high-throughput sequencing of the microbiota involved in the production of water buffalo Mozzarella cheese. *Applied and Environmental Microbiology* 78, 8142–8145.
104. Ernstrom C.A. 1963. Process for preparing cheese making curd. United States Patent Office 3,089,776 Patented May 14, 1963
105. Faccia M., Mastromatteo M., Conte A., Del Nobile M.A. 2013. Influence of the Milk Bactofugation and Natural Whey Culture on the Microbiological and Physico-Chemical Characteristics of Mozzarella Cheese. *Journal of Food Processing Technology* 4: 218
106. Faccia M., Trani A., Loizzo P., Gagliardi R., La Gatta B., Di Luccia A. 2014. Detection of  $\alpha$ s1-I casein in Mozzarella Fiordilatte: A possible tool to reveal the use of stored curd in cheesemaking. *Food Control* 42, 101-108
107. Faccia M., Gambacorta G., Natrella G., Caponio F. 2019. Shelf life extension of Italian Mozzarella by use of calcium lactate buffered brine. *Food Control* 100, 287-291
108. Fanfani P. 1855. *Vocabolario della lingua italiana. Parte seconda L-Z.* Firenze, Felice Le Monnier
109. Fasano R. 2008. *I Mozzarellari a Gioia del Colle.* Suma Editore
110. Fascetti G. 1926. Sulle vicende del caseificio in Italia. *L'Italia Agricola* 63 (12) pag 577-582
111. Feldmeyer H. 1910. Apparatus for pasteurizing milk. United States Patent Office. 972,608 Patented Oct. 11, 1910
112. Feng R., Lillevang S.K., Ahrn'e L. 2021. Effect of Water Temperature and Time during Heating on Mass Loss and Rheology of Cheese Curds. *Foods* 10112881
113. Fernandes, C. S., Dias, R. P., & Maia, J. M. 2008. New plates for different types of plate heat exchangers. *Recent Patents on Mechanical Engineering* 1, 198-205
114. Finnegan W., Yan M., Holden N.M., Goggins, J. 2018. A review of environmental life cycle assessment studies examining cheese production. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23, 1773-1787
115. Florio J. 1690. *Vocabolario Italiano & Inglese. Dictionary Italian and English, first compiled by John Florio, London 1690*

116. Forloni M. 1976. Ricerca sulle condizioni igieniche delle Mozzarella. Tesi di laurea Università di Milano, Facoltà di Agraria Anno Accademico 1975-76
117. Franzoi M., Ghetti M., Di Monte L., De Marchi M. 2021. Investigation of weight loss in Mozzarella cheese using NIR predicted chemical composition and multivariate analysis, *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 104002
118. Frugoli A. 1631. Pratica e scalcheria. In Roma presso Francesco Cavalli, Libro quarto, pag.181
119. Furling O. 2006. Procédé d'assainissement d'un produit fromager visqueux. Demande de Brevet d'Invention 0409002. Institut National de la Propriété Industrielle, Paris. Bulletin 06/08, 24.02.06
120. Fusco V., Chieffi D., De Angelis M. 2022. Invited review: Fresh pasta filata cheeses: Composition, role, and evolution of the microbiota in their quality and safety. *Journal of Dairy Science* 105, 9347-9366
121. Gagliardo GB. 1793. Catechismo Agrario ad uso de' Curati di Campagna, e de' Fattori delle Ville (1793)
122. Gagliardo GB. 1822. Vocabolario Agronomico-Italiano. Milano, presso Giovanni Silvestri
123. Galiani F. 1789. Vocabolario delle parole del dialetto napoletano che più si discostano dal dialetto toscano. Tomo Primo. Napoli presso Giuseppe Maria Porceles
124. Gammariello D., Di Giulio S., Conte A., Del Nobile M.A. 2008. Effects of natural compounds on microbial safety and sensory quality of Fior di Latte cheese, a typical Italian cheese. *Journal of Dairy Science* 91, 4138-4146
125. Ghiglietti R., Santarelli S., Francolino S., Perrone A., Locci F., Mucchetti G. 2004: Evoluzione del contenuto di zuccheri, acidi lattico e citrico e calcio durante la produzione e la conservazione di "Mozzarella di bufala Campana": confronto con la Mozzarella di vacca. *Scienza Tecnica Lattiero Casearia* 55, 227-249
126. Ghitti G. C., Bianchi B., Rottigni C. 1996. Il formaggio Mozzarella. Milano, Italia. Editore Centro Sperimentale del Latte. Codice SBN MIL0308233. Pag 1-61
127. Ghitti C. 1962. Formaggi di pasta filata dolce e tenera. *Latte* 36 (6), 474-477
128. Giannini F. 2016. Francesco e Sebastiano Capurso. Pubblicato 9 giugno 2016 <https://www.gioiadelcolle.info/francesco-e-sebastiano-capurso/>

129. Gilliland, S.E., Speck, M.L., Woodard Jr, J.R. 1972. Stimulation of lactic streptococci in milk by  $\beta$ -galactosidase. *Applied Microbiology* 23 (1), 21-25.
130. Gilman H. L., Marquardt J. C. 1951. The occurrence and survival of *Brucella abortus* in Italian cheese curd made from raw and pasteurized milk. *Journal of Food Protection* 14, 55-57.
131. Gioeni G. 1885. *Etimologie Siciliane*. Tipografia dello "Statuto", Palermo
132. Gordon E. 2015. Cheddar. A journey to the heart of America's most iconic cheese. Chapter 4. Pag 39-48, Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont
133. Gramignani E. 1922. I bufali nella tenuta Maccarese. *L'Italia Agricola* 59, 10, 351-363
134. Greco D.A. 1863 *Nuovo vocabolario domestico-italiano mnemosino o rimemorativo per la ricerca di termini che s'ignorano*. Napoli, Stabilimento Banchi Nuovi
135. Guo M.R., Kindstedt P.S. 1995. Age-related changes in the water phase of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 78, 2099–2107
136. Harper W.J., Seibering D.A. 1957. Method and apparatus for the continuous production of cheese-forming curd. United States Patent Office 2,781,269 Patented Feb.12, 1957
137. Herve A.G., Tang J., Luedecke L., Feng H. 1998. Dielectric properties of cottage cheese and surface treatment using microwaves. *Journal of Food Engineering* 37, 389-410
138. Hobsbawm E. 1983. Introduction: inventing traditions. Pag 1-14. In: *The invention of tradition*. Edited by Hobsbawm E. and Ranger T. Cambridge University Press
139. Huang X., Nzekoue F.K., Renzi S., Alesi A., Coman M.M., Pucciarelli S., SAGRANTINI G., SILVI S. 2022. Influence of modified governing liquid on shelf-life parameters of high-moisture Mozzarella cheese. *Food Research International* 159, 111627
140. Huccke, G.J., Marquardt, J.C., 1926. The effect of certain lactic acid producing Streptococci upon the flavor of cheddar cheese . New York State Agricultural Experiment Station Technical Bulletin No. 117 (citatoda Mabbit et al., 1955 e da Breene et al., 1964 b)
141. Hurley I.P., Coleman R.C., Ireland H.E., Williams J.H. 2004. Measurement of bovine IgG by indirect competitive ELISA as a means of detecting milk adulteration. *Journal of Dairy Science* 87, 543-549
142. Hurley M.J., Larsen L.B., Kelly A.L., McSweeney P.L.H. 2000. The milk acid proteinase cathepsin D: a review. *International Dairy Journal* 10, 673-681.

143. Hussain I., Alan E. Bell A.E., Grandison A.S. 2011, Comparison of the rheology of Mozzarella-type curd made from buffalo and cows' milk, *Food Chemistry* 128 (2), 500-504
144. Hutkins R.W., Halambeck S.M., Morris H.A. 1986. Use of Galactose-Fermenting *Streptococcus thermophilus* in the Manufacture of Swiss, Mozzarella, and Short-Method Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science* 69, 1-8
145. Hyslop D.B., Swanson A.M., Lund D.B. 1979. Heat inactivation of milk-clotting enzymes at different pH. *Journal of Dairy Science* 62, 1227-1232
146. Iezzi R., Locci F., Mucchetti G. 2013. Cheese True Density Prediction by Linear Equations. *Journal of Food Process Engineering* 36, 462-469
147. Incoronato A.L., Conte A., Buonocore G.G., Del Nobile M.A. 2011. Agar hydrogel with silver nanoparticles to prolong the shelf life of Fior di Latte cheese. *Journal of Dairy Science* 94, 1697-1704
148. Intrieri F., Altiero V., Cavaliere A. 1988. Influenza della qualità del latte sulla qualità della Mozzarella con particolare riferimento all'impiego di latte scongelato. *Latte* 13, 54-59
149. Inversini G. 1999. Apparatus and method for making Mozzarella cheese. World Intellectual Property organization (WIPO) WO 99/53749, Publication date 28 October 1999
150. Istituto Centrale di Statistica del Regno d'Italia, 1937. Censimento Industriale 1937-XV L'industria della lavorazione del latte e dei prodotti derivati. Censimento del 25 Maggio 1937 XV, Monografia N. 3. Roma Tipografia Failli 1939. ANNO XVII
151. Joshi N.S., Muthukumarappan K., Dave R. I. 2004. Effect of calcium on microstructure and meltability of part skim Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 87, 1975-1985.
152. Kandasamy S., Yoo J., Yun J., Kang H.B., Seol K.H., Ham J.S. 2021. Rapid Discrimination and Authentication of Korean Farmstead Mozzarella Cheese through MALDI-TOF and Multivariate Statistical Analysis. *Metabolites* 11, 333
153. Keller B., Olson N.F., Richardson T. 1974. Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct acidification. *Journal of Dairy Science* 57, 174-180
154. Kern C., Bähler B., Hinrichs J., Nöbel S. 2019. Waterless single screw extrusion of pasta-filata cheese: Process design based on thermo-rheological material properties. *Journal of Food Engineering* 260, 58-69.

155. Khan S.U., Pal M.A. 2011. Paneer production: A review. *Journal of Food Science and Technology* 48, 645–660
156. Kielsmeier L.O., Barz R.L., Allen W.J. 1991. Process of preparing Mozzarella cheese for shipment or storage. United States Office, n° 5,030,470 Date of Patent Jul. 9,1991
157. Kielsmeier L.O., Leprino J.G. 1970. Manufacture of pasta filata. United States Patent Office, 3,531,297 Patented Sept. 29, 1970
158. Kindstedt P.S., Kiely L.J. 1990. Causes and Prevention of Oiling Off in Mozzarella Cheese. Paper 1990-7, pag 49-64 In: Proceedings from the 27<sup>th</sup> Annual Marschall Italian Cheese Seminar". Cheese Industry Conference
159. Kindstedt P.S., Hillier A.J., Mayes J.J. 2010. Chapter 9. Technology, Biochemistry and Functionality of Pasta Filata/Pizza Cheese. in: *Technology of cheesemaking*, edited by Barry A. Law, A.Y. Tamime. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley-Blackwell
160. Kishor, K., Singh, A., Singh, A., Kandpal, M., Rout, S. 2015. Effect of microwave stretching on quality attributes of Mozzarella cheese. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4, 572-581.
161. Kosikowski F.V., Herrington B.L., Dahlberg A.C. 1949. The Pasteurization of American Cheddar Cheese by Radio-Frequency Heat. *Journal of Dairy Science* 32, 790-795
162. Kosikowsky, F. V. 1951. The manufacture of Mozzarrelle cheese from pasteurized milk. *Journal of Dairy Science* 34, 641-648
163. Kosikowski, F. V. 1958. Problems in the Italian soft-cheese industry. *Journal of Dairy Science* 41, 455-458.
164. Kosikowski, F. V. 1960. Italian soft cheese on the New York market. *Journal of Dairy Science* 43, 714-716
165. Koutina, G., Knudsen, J. C., Andersen, U., Skibsted, L. H. 2014. Temperature effect on calcium and phosphorus equilibria in relation to gel formation during acidification of skim milk. *International Dairy Journal* 36, 65-73.
166. La Gatta B., Rutigliano M., Spadaccino G., Di Luccia A., Faccia M., De Franceschi A., Sinigaglia M., Sevi A., Albenzio M. 2023. Assessment of 'freshness' in bovine Mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 141, 105623
167. La Notte E, Santoro M., Leone A.M., Vitagliano M. 1980. L'evoluzione degli aminoacidi liberi nel corso della maturazione dei formaggi a pasta filata. Nota I. il fior di latte. *Scienza Tecnica Lattiero Casearia* 31, 1, pag.19-39

168. Lacivita V., Conte A., Lyng J.G., Arroyo C., Zambrini V.A., Del Nobile M. A. 2018 a. High intensity light pulses to reduce microbial load in fresh cheese. *Journal of Dairy Research* 85, 232-237
169. Lacivita V., Conte A., Manzocco L., Plazzotta S., Zambrini V.A., Del Nobile M.A., Nicoli M. C. 2016. Surface UV-C light treatments to prolong the shelf-life of Fiordilatte cheese. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 36, 150-155
170. Lacivita V., Conte A., Musavian H.S., Krebs N.H., Zambrini V.A., Del Nobile M.A. 2018 b. Steam-ultrasound combined treatment: A promising technology to significantly control Mozzarella cheese quality. *LWT* 93, 450-455.
171. Lacivita V., Mentana A., Centonze D., Chiaravalle E., Zambrini V.A., Conte A., Del Nobile M.A. 2019. Study of X-Ray irradiation applied to fresh dairy cheese. *LWT* 103, 186-191
172. Lanzani A, 2019  
<https://lavoceditalia.com/2019/09/11/440947/breaking-news-la-pizza-e-nata-a-buenos-aires/>
173. Larson W. A., Olson, N. F., Lund D. B. 1970. Continuous direct acidification system for producing Mozzarella cheese. M74. Abstracts of papers to be presented at the sixty-fifth annual meeting of the American Dairy Science Association. The University of Florida, Gainesville June 28 - July 1, 1970, in: *Journal of Dairy Science* 53, 646
174. Larson, W.A., Olson, N.F., Ernstorn, C.A., Breene, W.M. 1966. Comparison of Continuous Agitation and Conventional Cutting for Pizza Cheese Made by Direct Acidification Procedures. (Abstract M72, presented at the sixty-first annual meeting of the American Dairy Science Association. Oregon State University Corvallis, June 26-29, 1966) in: *Journal of Dairy Science* 49, 711
175. Latini A. 1694. Lo scalco alla moderna, ovvero l'arte di ben disporre i conviti. Parte Seconda. In Napoli nella Nuova Stampa delli socii Dom. Ant. Parrino, e Michele Luigi Mutii
176. Laurienzo P., Malinconico, M, Mazzarella G., Petitto F., Piciocchi N., Stefanile R., Volpe, M.G. 2008. Water buffalo Mozzarella cheese stored in polysaccharide-based gels: correlation between prolongation of the shelf-life and physicochemical parameters. *Journal of Dairy Science* 91, 1317-1324
177. Levante A., Bertani G., Marrella M., Mucchetti G., Bernini V., Lazzi C., Neviani E. 2023. The microbiota of Mozzarella di Bufala Campana PDO cheese: a study across the manufacturing process. *Frontiers in Microbiology* 14:1196879



178. Lilbaek H.M., Broe M.L., Høier E., Fatum T.M., Ipsen R., Sørensen, N.K. 2006. Improving the yield of Mozzarella cheese by phospholipase treatment of milk. *Journal of Dairy Science* 89, 4114-4125
179. Lilwall, N. B., Hammond, J. W. 1970. Cheddar cheese manufacturing costs. Bulletin 501 Agricultural Experiment Station University of Minnesota
180. Locci F., Ghiglietti R., Francolino S., Iezzi R., Mucchetti G. 2012. Effect of stretching with brine on the composition and yield of high moisture Mozzarella cheese. *Milchwissenschaft* 67 81–85
181. Ma X., James B., Balaban M.O., Zhang L., Emanuelsson-Patterson E.A. 2013. Quantifying blistering and browning properties of Mozzarella cheese. Part II: Cheese with different salt and moisture contents. *Food Research International* 54, 917-921.
182. Mabbitt, L.A., Chapman, H.R., Berridge, N.J. 1955. 602. Experiments in cheesemaking without starter. *Journal of Dairy Research* 22, 365-373
183. Manzo N., Biondi L., Nava D., Capuano F., Pizzolongo F., Fiore A., Romano R. 2017. On the possibility to trace frozen curd in buffalo Mozzarella cheese. *Journal of Food Research* 6, 104-111.
184. Margolies B., Adams M.C., Pranata J., Gondoutomo K., Barbano, D.M. 2017. Effect of uncertainty in composition and weight measures in control of cheese yield and fat loss in large cheese factories. *Journal of Dairy Science* 100, 6822-6852
185. Marracino R. 1949. I formaggi di pasta filata. *Latte* 57-58, 81-82, 104-106, 129-130
186. Marracino R. 1958. Monografia del Fior di Latte. *Latte* 32 (2) 95-104
187. Marrella M., Bertani G., Ricci A., Volpe R., Roustel S., Ferriani F., Nipoti E., Neviani E., Lazzi C., Bernini V. 2022. *Pseudomonas fluorescens* and *Escherichia coli* in Fresh Mozzarella Cheese: Effect of Cellobiose Oxidase on Microbiological Stability during Refrigerated Shelf Life. *Foods* 12 (1), 145
188. Martin N.H., Murphy S.C., Ralyea R.D., Wiedmann M., Boor K.J. 2011. When cheese gets the blues: *Pseudomonas fluorescens* as the causative agent of cheese spoilage. *Journal of Dairy Science* 94, 3176-3183
189. Mastromatteo M., Conte A., Lucera A., Saccotelli M.A., Buonocore G.G., Zambrini A.V., Del Nobile M.A. 2015. Packaging solutions to prolong the shelf life of Fiordilatte cheese: Bio-based nanocomposite coating and modified atmosphere packaging. *LWT-Food Science and Technology* 60, 230-237

190. Mattei G. 2009. Method for producing a dairy product and system for packaging the same. AUSTRALIAN PATENT OFFICE Application No. AU 2008202590 B2 Publication Date: 2009.01.08
191. Mattozzi A., Mattozzi D. 2021. Pizza Una storia napoletana. Pizzerie e Pizzaiuoli tra fine settecento e inizio novecento. Slow Food Editore, Bra (CN)
192. Matzdorf B., Cuppett S.L., Keeler L., Hutkins, R.W. 1994. Browning of Mozzarella cheese during high temperature pizza baking. *Journal of Dairy Science* 77, 2850-2853.
193. Maubois J. L., Mocquot G., Vassal L. 1969. - Institut National de la Recherche Agronomique. Brevet français n° 2 052 121
194. Mauriello, G., Moio, L., Genovese, A., Ercolini, D. 2003. Relationships between flavoring capabilities, bacterial composition, and geographical origin of natural whey cultures used for traditional water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. *Journal of Dairy Science* 86, 486-497.
195. Maymone B. Il latte di bufala. *Il Picentino Anno XII*, serie II, Salerno 1923, citato sa Savini, 1937
196. Mazzei P., Piccolo, A. 2012. <sup>1</sup>H HRMAS-NMR metabolomic to assess quality and traceability of Mozzarella cheese from Campania buffalo milk. *Food Chemistry* 132, 1620-1627
197. McMahan, D.J., Alleyne, M.C., Fife, R.L., Oberg, C J. 1996. Use of fat replacers in low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 79 (11), 1911-1921
198. McMahan, D. J., R. L. Fife, and C. J. Oberg, C. J. 1999. Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to the cheese meltability. *Journal of Dairy Science* 82, 1361–1369
199. Meinardi C., Cuffia F., Burns P., George G. 2022. Pasta Hilada. Pizza Cheese. Pag 160-177 in: *Los Quesos Argentinos. Producción, características y nuevas propuestas*. Jorge Reinheimer Editor, Ediciones UNL Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina
200. Mengucci C., Rabiti D., Urbinati E., Picone G., Romano R., Aiello A., Ferranti P., Capozzi F. 2021. Spotting Frozen Curd in PDO Buffalo Mozzarella Cheese Through Insights on Its Supramolecular Structure Acquired by <sup>1</sup>H TD-NMR Relaxation Experiments. *Applied Sciences* 11, 1466
201. Mesa-Dishington, J. K., Aplin, R. D., Barbano, D. M. 1987. Economic Performance of 11 Cheddar Cheese Manufacturing Plants in Northeast and North Central Regions. A.E.Res. 97-2 Department of Agricultural Economics Cornell University Agricultural Experiment

Station New York State College of Agriculture and Life Sciences A  
Statutory College of the State University Cornell University, Ithaca,  
New York, 14853

202. Metwally M.M.E., El-Zeini H.M., Zedan M.A., Gazar E.F. 2007. Utilization of transglutaminase in Mozzarella cheese manufacture. *Journal of Food and Dairy Sciences* 32, 6451-6467
203. Metzger L.E., Barbano D.M., Rudan M.A., Kindstedt P.S. 2000. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese. I. Composition and yield. *Journal of Dairy Science* 83, 648-658
204. Mincione B., Spagna Musso S. 1980. L'industria lattiero-casearia in Campania: situazione attuale e prospettive future. *Latte V*, 424-434
205. Minervini F., Conte A., Del Nobile M.A., Gobbetti M., De Angelis M. 2017. Dietary fibers and protective lactobacilli drive Burrata cheese microbiome. *Applied and Environmental Microbiology* 83 (21), e01494-17.
206. Minervino A.H.H., Zava M., Vecchio D., Borghese A. 2020. *Bubalus bubalis*: a short story. *Frontiers in Veterinary Science* 7, 570413.
207. Mingioli E. 1889. *Lezioni di caseificio 1888-89*. Litografia Francesco Alaja, pag. 284-289 Ristampa anastatica a cura del Consorzio di Tutela della Mozzarella di Bufala Campana
208. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. 1879. *L'Esposizione Nazionale di Caseificio in Portici del 1877 e l'industria del latte*. *Annali di Agricoltura* n 20. Milano, Stamperia Reale
209. Ministero della Marina, 1914. *Annali di Medicina Navale e Coloniale*. Roma Pag. 30
210. Mizuno R., Abe T., Koishihara H., Okawa T. 2016. The effect of preservative liquid composition on physicochemical properties of Mozzarella cheese. *Food Science and Technology Research* 22, 261-266
211. Moio L., Dekimpe J., Etievant P.X., Addeo, F. 1993. The neutral volatile compounds of water buffalo milk. *Italian Journal of Food Science* 5, 43-56
212. Mollinger G. T. 1911. Process for treating milk. United States Patent Office. 1,005,275 Patented Oct. 10, 1911
213. Mongiello A. 1984. State of the arts for salting and cooling pasta filata cheese. In "Proceedings from the 21<sup>st</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar, Madison, Wisconsin, Paper 1984-10
214. Mongiello A.A., Bilous Z. 1957. Machine for forming cheese balls of uniform weight and shape. United States Patent Office, n° 2,803,878 Patented Aug. 27, 1957

215. Montefusco A. 1893. Il latte di Napoli. Annali dell'Istituto di Igiene della R. Università di Roma Vol III (Nuova Serie) Roma Ermanno Loescher, pag. 539-578
216. Mortillaro V. 1862. Nuovo Dizionario Siciliano-Italiano. Salvatore Di Marzo Editore, Palermo
217. Mucchetti G. 2022. Parmigiano Reggiano, Grana Padano e Formaggi simili. Cambiamenti, denominazioni, emigrazione e concorrenza. Tecniche Nuove Editore, Milano
218. Mucchetti G., Bonvini B., Remagni M.C., Ghiglietti R., Locci F., Barzaghi S., Francolino S., Perrone A., Rubiloni A., Campo P., Gatti M., Carminati D. 2008. Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese. *Food Control* 19, 119–125
219. Mucchetti G., Garofalo A., Perna G. 2012. Dinamiche di crescita di lieviti durante la conservazione della Mozzarella di bufala campana dop. *Scienza Tecnica Lattiero Casearia* 63 (1) 21-27
220. Mucchetti G., Iezzi R., Carminati D. 2010. Linee guida per il miglioramento delle caratteristiche di formaggi "storici" del caseificio siciliano: elementi per una discussione. Progetto VALFORT "Valorizzazione e caratterizzazione dei formaggi Siciliani della Valdemone e Val di Mazara" finanziato dall'Assessorato Risorse Agricole e Alimentari della Regione Siciliana. Stampato da RS arti grafiche. San Giovanni Gemini (AG)
221. Mucchetti G., Neviani E. 2022. Tecnologia casearia. Dall'empirismo all'industria. CEA Casa Editrice Ambrosiana, Milano
222. Muzzarelli M.M. 1976. Informazione industriale. *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia* 27, 280-284
223. Natrella G., Gambacorta G., Faccia M. 2022. Use of dry ice as innovative technology to preserve the chemical and microbial characteristics of Burrata cheese. *Journal of Food Processing and Preservation* 46 (10), e16908.
224. Natrella G., Gambacorta G., Faccia M. 2023. Application of Commercial Biopreservation Starter in Combination with MAP for Shelf-Life Extension of Burrata Cheese. *Foods* 12 (9), 1867.
225. Nelles P.F., Nesheim Gary.L, Nesheim Grant. L. 2014. Method and apparatus for making pasta filata. World Intellectual Property organization (WIPO) WO 2014/093798 A1, Publication date 19 June 2014
226. Nelles P.F., Nesheim Gary.L, Nesheim Grant. L. 2015. Continuous cooker stretcher and methods of use thereof. United States Patent, Patent Number US 10,258,017 B2; Date of Patent April 16, 2019

227. Neocleous M., Barbano D.M., Rudan M.A. 2002. Impact of low concentration factor microfiltration on the composition and aging of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 85, 2425-2437
228. Nilson K.M., LaClair F.A. 1976. Stirred curd Mozzarella cheese. In "Proceedings from the 13<sup>th</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar", Madison, Wisconsin. Paper 1976-10
229. Nobili Vitelleschi F. 1883. Relazione del Commissario. Pag 290-291 In: Atti della Giunta per la Inchiesta Agraria e sulle Condizioni della Classe Agricola. Volume IX, Fascicolo I. Province di Roma e Grosseto. Roma Forzani e C. Tipografi del Senato
230. Novelli M. 1913. Italia sconosciuta. Nel regno della Mozzarella. I Mazzoni di Capua. Italia! (Lecture mensili sotto gli auspici della Società Nazionale Dante Alighieri) UTET Torino, Volume II pag. 108-111
231. Novi G. 1853. Pesto e le vicine pianure. Poliorama pittoresco. Vol XIV pag. 239; 246-248; 1854 Vol. XV pag. 97-99; Napoli
232. O'Leary, V.S., Woychik, J.H. 1976. Utilization of lactose, glucose, and galactose by a mixed culture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in milk treated with lactase enzyme. *Applied and Environmental Microbiology* 32(1), 89-94.
233. Oliviero V. 2004. Il Consorzio. In "Mozzarella di Bufala Campana. Storia, tradizioni e immagini di un formaggio nato all'ombra del mito della Magna Grecia" pag 263-271 Volume pubblicato da Consorzio di Tutela della Mozzarella di Bufala Campana
234. Olson, N.F. 1970. Citric acid in the direct acidification method for Mozzarella cheese. In "Proceedings from the 7<sup>th</sup> Annual Marschall Invitational Italian Cheese Seminar", Madison, Wisconsin
235. Oudin A. 1693. Dittionario Italiano, e Francese. Tome premier. A Venise, chez Estienne Curti
236. Padiglione G.B. 1885. Nuovo Dizionario Napolitano-Italiano. Napoli, Giuseppe Eschena Libraio Editore
237. Palmier, N., Forleo M.B., Salimei E. 2017. Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: An Italian case study. *Journal of Cleaner Production* 140, 881-889.
238. Panikuttira, B., Payne, F.A., O'Shea, N., Tobin, J.T., O'Callaghan, D.J. and O'Donnell, C.P. 2019. Investigation of an in-line prototype fluorescence and infrared backscatter sensor to monitor rennet-induced coagulation of skim milk at different protein concentrations. *International Journal of Food Science and Technology* 55, 175-182
239. Pantaleone da Confienza (1477) *Summa Lacticiniorum*. Traduzione di W. Lapini e A. Tosti. Consorzio Grana Padano Editore.

240. Paonessa A. 2004. Influence of the preservation liquid of Mozzarella di Bufala Campana D.O.P. on some aspect of its preservation. *Bubalus bubalis* IV, 30-36
241. Parson C.H., Richardson W.D. 1925. Emulsification and pasteurization of cheese. United States Patent Office n. 1,522,384 Patented Jan 6, 1925
242. Patel, A., Jana, A., Parmar, S., Modha, H. 2020. Process Standardization and Characterization of Mozzarella Cheeses Prepared Using Dry Plasticizing Techniques. *Journal of Dairy Research & Technology* 3, 015
243. Patrilli F. M. 1745. Della Via Appia riconosciuta e descritta da Roma a Brindisi. In Napoli per Giovanni Di Simone con licenza dei superiori. Pag.214
244. Payen A. 1865. Précis Théorique et Pratique des Substances Alimentaires et des Moyens de les Ameliorer, de les Conserver et d'En Reconnaître les Altérations. Quatrieme Edition. Librairie de L. Hachette
245. Perrin, C., Guimont, C., Bracquart, P., Gaillard J.L. 1999. Expression of a New Cold Shock Protein of 21.5 kDa and of the Major Cold Shock Protein by *Streptococcus thermophilus* After Cold Shock. *Current Microbiology* 39, 342–347
246. Petersen B.L., Dave R.I., McMahon D.J., Ober, C.J., Broadbent J.R. 2000. Influence of capsular and ropy exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* on Mozzarella cheese and cheese whey. *Journal of Dairy Science* 83, 1952-1956
247. Petrella G., Pati S., Gagliardi R., Rizzuti A., Mastrorilli P., La Gatta B., Di Luccia, A. (2015). Study of proteolysis in river buffalo Mozzarella cheese using a proteomics approach. *Journal of Dairy Science* 98, 7560-7572.
248. Petrioli G. 1740 Riflessioni anatomiche. Stamperia Giovanni Zempel, Roma, pag. 93
249. Pirozzi N. 2004. La storia in “Mozzarella di Bufala Campana. Storia, tradizioni e immagini di un formaggio nato all’ombra del mito della Magna Grecia”. Edito da Consorzio per la Tutela del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana Pag. 24
250. Pissarewsky J. Y. 1936. Contribution à l’étude du lait de buflesse. Production, propriétés et composition, dérivés. 3° Industrie du lait de buflesse: beurrerie et fromagerie. *Lait* 16 (157) pp.711-723.

251. Pratesi C.A. 2001. The case of Invernizzi (Kraft Italia). *British Food Journal* Vol. 103 No. 6, pp. 425-434.
252. Premoli P. 1912. *Vocabolario Nomenclatore Illustrato*. Società Editrice Aldo Manuzio, Milano
253. Punidadas P., Feirtag J., Tung M. A. 1999. Incorporating whey proteins into Mozzarella cheese. *International Journal of Dairy Technology* 52, 51-55
254. Quarne, E.L., Larson, W.A., Olson, N.F. 1968. Recovery of milk solids in direct acidification and traditional procedures of manufacturing pizza cheese. *Journal of Dairy Science* 51, 527-530
255. Rea S., Marino L., Stocchi R., Branciarri R., Loschi A.R., Miraglia D., Ranucci D. 2016. Differences in Chemical, Physical and Microbiological Characteristics of Italian Burrata Cheeses Made in Artisanal and Industrial Plants of Apulia Region. *Italian Journal of Food Safety* 5, 5879
256. Reale Società di Capitanata 1874. Risposte ai 34 quesiti della circolare del Ministero di Agricoltura, Commercio e Industria pag. 52-53, Napoli Stabilimento Tipografico del Commend. G. Nobile
257. Redazione (a cura della). 2017. Caglio liquido bufalino per Mozzarella di bufala campana DOP. *Latte* settembre, pag. 66-67
258. Reinbold G.W. 1963. *Italian Cheese: Varieties*, Pfizer Monograph, Vol.I. p. 18
259. Ricci A., Martelli F., Alinovi M., Garofalo A., Perna G., Neviani E., Mucchetti G., Bernini V. 2022. Behaviour and adhesion capacity of *Listeria monocytogenes* on Mozzarella di Bufala Campana PDO cheese and in fluids involved in the production process. *Food Control* 140, 109110
260. Ricci, A., Alinovi, M., Martelli, F., Bernini, V., Garofalo, A., Perna, G., Neviani E., Mucchetti, G. 2021. Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in dairy matrices involved in Mozzarella di Bufala Campana PDO cheese. *Frontiers in Microbiology* 11, 581934.
261. Ridell J., Korkeala H. 1997. Minimum growth temperatures of *Hafnia alvei* and other *Enterobacteriaceae* isolated from refrigerated meat determined with a temperature gradient incubator. *International Journal of Food Microbiology* 35, 287-292
262. Rimini E. 1900. Il latte e i latticini di bufala. *Bollettino della Reale Accademia medica di Roma*, Loescher, Anno XXVI, n 5, citato da Savini E. (1937)
263. Rocco E. 1858. Il Pizzajuolo. In: *Usi e costumi di Napoli e contorni descritti e dipinti*. A cura di De Bourard F. Napoli, citato da Mattozzi A., Mattozzi D. (2021)

264. Romano P., Ricciardi A., Salzano G., Suzzi G. 2001. Yeasts from Water Buffalo Mozzarella, a traditional cheese of the Mediterranean area. *International Journal of Food Microbiology* 69, 45-51.
265. Rossetti C., Genuardo V., Perucatti A., Incarnato D., Nicolae I. 2023. Genetic screening between Italian and Romanian water buffalo, *Journal of Applied Animal Research* 51:1, 540-545
266. Rossi G. 1982. *Manuale di Tecnologia Casearia*, Edagricole 3° edizione aggiornata (prima edizione, 1958)
267. Rossi J. 1972. L'applicazione del congelamento alla Mozzarella di bufala. *Scienza Tecnica Lattiero Casearia* 23, 24-38
268. Rowney M.K., Hickey M.W., Roupas P., Everett D.W. 2003. The effect of homogenization and milk fat fractions on the functionality of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 86, 712-718.
269. Rudan, M. A., Barbano, D. M., Guo, M. R., Kindstedt, P. S. 1998 a. Effect of the modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality, and appearance of reduced fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 81, 2065-2076
270. Rudan, M. A., Barbano, D. M., Kindstedt, P.S. 1998 b. Effect of fat replacer (Salatrim®) on chemical composition, proteolysis, functionality, appearance, and yield of reduced fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 81 (8), 2077-2088
271. Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yun, J. J., Kindstedt, P. S. 1999. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 82 (4), 661-672
272. Rullo R., Caira S., Nicolae I., Marino F., Addeo F., Scaloni A.A. 2023. Genotyping Method for Detecting Foreign Buffalo Material in Mozzarella di Bufala Campana Cheese Using Allele-Specific- and Single-Tube Heminested-Polymerase Chain Reaction. *Foods* 12, 2399
273. Russo P. 2015. Relazione sulla contraffazione nel settore della Mozzarella di Bufala Campana. In: *Doc. XXII-bis*, N. 5 Commissione Parlamentare di inchiesta sui fenomeni della contraffazione, della pirateria in campo commerciale e del commercio abusivo <https://documenti.camera.it/apps/nuovosito/Documenti/DocumentiParlamentari/parser.asp?idLegislatura=17&categoria=022bis&tipologiaDoc=documento&numero=005&doc=intero>
274. Russo R.A. 1956. Method of forming Mozzarella cheese. United States Patent Office n°2,733,148 Patented Jan. 31, 1956
275. Rutigliano M., Spadaccino G., Gagliardi R., Di Luccia A., Faccia M., la Gatta B. 2022. An electrophoretic approach to reveal the freshness of buffalo Mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 133, 105424



276. Sallusto F. 1935. L'industria delle Mozzarelle nei Mazzoni di Capua. Annali Regio Istituto Agrario Superiore di Portici, Vol. VII. Stabilimento Tipografico E. Della Torre
277. Salzano A., Manganiello G., Neglia G., Vinale F., De Nicola D., D'Occhio M., Campanile G. 2020. A preliminary study on metabolome profiles of buffalo milk and corresponding Mozzarella cheese: Safeguarding the authenticity and traceability of protected status buffalo dairy products. *Molecules* 25, 304
278. Sanders G.P. 1953. Varieties of cheese. Descriptions and analyses. U.S. Department of Agriculture. Handbook n° 54
279. Sardo P., Piumatti G., Rubino R. (a cura di) 1999. Formaggi d'Italia. 200 Tipologie Tradizionali. Slow Food Editore, Bra (CN)
280. Sartori G. 1902. Chimica e tecnologia del caseificio. Volume II. Pag. 232, UTET Torino
281. Savini E. 1937. I formaggi di pasta filata. Consiglio Nazionale per il Latte e i suoi Derivati, Roma. Soc. An. Arte della Stampa.
282. Scappi B. 1570. Opera Di M. Bartolomeo Scappi, Cvoco Secreto Di Papa Pio V
283. Sharafi H., Moradi M., Amiri S. 2022. Application of Cheese Whey Containing Postbiotics of *Lactobacillus acidophilus* LA5 and *Bifidobacterium animalis* BB12 as a Preserving Liquid in High-Moisture Mozzarella. *Foods* 11 (21), 3387
284. Shehata, A.E., Iyer, M., Olson, N.F., Richardson, T. 1967. Effect of type of acid used in direct acidification procedures on moisture, firmness, and calcium levels of cheese. *Journal of Dairy Science* 50, 824-827
285. Siecker C. 1980. Manufacture of pasta filata cheese. United States Patent 4,266,888 Oct. 7, 1980
286. Silver R.S., Han X.Q., Lincourt R., Cardona M.L. 2002. Wheyless process for production of natural Mozzarella cheese. United States Patent Patent N° US 6,372,268 B1 Date Apr.16,2002
287. Siniscalchi M. 1877. Idiotismi, voci e costrutti di uso più comune nella Provincia di Foggia. Stabilimento Tipografico Fratelli Brugnoli, Cerignola Pag.119-120
288. Sordi C. 1926. L'approvvigionamento del latte nei centri urbani. *Italia Agricola* 63, 12, 590-607
289. Soressi M. 2022. Burrata. Vendite +40% manca però manodopera qualificata. *Sole 24 Ore Food*, 4 settembre 2022
290. Spiess N.E., Hollis R.A. 1959 Method and apparatus for the continuous production of cheese-forming curd. United States Patent Office 2,908,575 Patented Oct.13, 1959

291. Staibano L. 1875. La pastorizia della provincia di Salerno. L'Agricoltura Italiana, Volume II, Regio Istituto Agrario di Pisa pag.491-495
292. Suffia I., Locatelli A.M., Besana C. 2018. Cheese trademarks: Italian dairy firms' practices during the 20th century, Business History 60 (8), 1227-1254
293. Tajani Filippo 1905. Le strade ferrate in Italia. Regime legale, economico e amministrativo. Ulrico Hoepli Editore della Real casa, Milano
294. Targioni L. 1786. Saggi fisici, politici ed economici. In Napoli, nella Stamperia di Donata Campo
295. Thiébaud de Berneaud A. 1842. Nouveau Manuel Complet de la Laiterie. Paris, A la Librairie Encyclopedique de Roret, pag. 86-87
296. Tirloni E., Bernardi C., Rosshaug P.S., Stella S. 2019. Potential growth of *Listeria monocytogenes* in Italian Mozzarella cheese as affected by microbiological and chemical-physical environment. Journal of Dairy Science 102, 4913-4924
297. Torres-Frenzel, P., DeMarsh, T.A., Alcaine, S.D. 2021. Investigation of the surface-application of lactose oxidase to fresh Mozzarella cheese as a potential means of inhibiting blue discoloration. Food Control 130, 108289.
298. Touring Club Italiano. 1931. Guida Gastronomica d'Italia. Milano
299. Traina A. 1868. Nuovo vocabolario Siciliano-Italiano. Giuseppe Pedone Lauriel Editore, Palermo
300. Trani A., Gambacorta G., Loizzo P., Cassone A., Faccia M. 2016. Un contributo alla caratterizzazione della treccia pugliese a sieroinnesto. Industrie alimentari 55 (569), 3-10.
301. Trevisani M., Valero A., Mancusi, R. 2017. Effectiveness of the thermal treatments used for curd stretching in the inactivation of Shiga toxin-producing O157 and O26 *Escherichia coli*. BioMed Research International 2017, 1609836
302. Tripi V. 1986. La Burrata Pugliese. Mondo del latte 40 (1), 17-19
303. Tunick, M. H., Malin, E. L., Smith, P. W., Holsinger, V. H. 1995. Effects of skim milk homogenization on proteolysis and rheology of Mozzarella cheese. International Dairy Journal 5, 483-491
304. Tunick. M.H., Malin, E.L., Smith, P.W., Shieh, J.J., Sullivan, B.C., Mackey, K.L. Holsinger. V.H. 1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheeses prepared from homogenized milk. Journal of Dairy Science 76, 3621-3628

305. Valeriani G. 1847. Porta Capuana. In: Napoli in miniatura ovvero il popolo di Napoli e i suoi costumi. Opera di patrii autori pubblicata per cura di Lombardi M. Napoli, Tipografia Cannavacciuoli
306. van Slyke L.L., Publow C.A. 1909. The science and practice of cheese-making. New York, Orange Judd Company
307. Varrone M. T. 1846. Opere. Con traduzione e note, versione edita a Venezia dalla Tipografia di Giuseppe Antonelli
308. Veneroni G. 1749, Dictionaire Italien et François. Tome premier. A Paris, par la Compagnie des Libraires
309. Vigneux, M. P. B., Villeneuve, W., Pouliot, Y., Britten, M. 2022. Increasing the proportion of homogenised fat in cheese milk: Effect on cheese-making properties. *International Dairy Journal* 126, 105254
310. Wang H.H., Sun D.W. 2002. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. *Journal of Food Engineering* 51, 305-310.
311. Wheeler J.H, Scott H.M. 1925. Cheese-treating apparatus. United States Patent Office, n. 1,523,768 Patented Jan. 20, 1925
312. Wigley B.C. 1977. The use of commercially available concentrated starter cultures. *Journal of the Society of Dairy Technology* 30, 1, 45-47
313. Wilster G.H. 1964. Practical cheesemaking. Oregon State Univ. Book Stores, Inc., Corvallis
314. Zambrini A.V., Bernardi M. 2017. A process for preparing Mozzarella cheese from curd portions individually frozen by ICF technique. World Intellectual Property Organization. International Publication Number WO 2017/109745 A1, Publication Date 29 June 2017
315. Zappia A., Branca M.L., Piscopo A., Poiana M. 2020 a. Evaluation of different salted governing liquids on shelf life extension of lacto-fermented Mozzarella cheese. *Journal of Food Science and Technology* 57, 4293-4298
316. Zappia A., Branca M., Piscopo A., Poiana M. 2020 b. Shelf life extension of Mozzarella cheese packed in preserving liquid with calcium lactate and bergamot juice concentrate. *Journal of Dairy Research* 87, 474-479
317. Zicarelli L., Potena A., Di Rubbio M., Coletta A., Gasparri B., Di Palo R. 2007. Estimation of buffalo cheese yield by using the chemical-physical parameters of the milk. *Italian Journal of Animal Science* 6:sup2, 1100-1103
318. Zisu B., Shah N.P. 2005. Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheeses in relation to proteolysis and microstructure as

influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter. *International Dairy Journal* 15, 957-972.



L'attuale Mozzarella di Bufala Campana DOP rappresenta l'evoluzione più fedele alla tradizione in uno scenario di necessaria innovazione del mondo delle Mozzarelle. Grazie all'emigrazione verso il Nord Italia e le Americhe, la Mozzarella si è diversificata in una pluralità di tipologie destinate al consumo diretto o a diventare ingrediente di cucina, in particolare della Pizza, altro alimento del Meridione d'Italia con cui ha condiviso il successo planetario.

Mozzarella, termine dialettale campano che rappresentava soprattutto il formaggio bufalino, è entrato tardivamente nella lingua italiana per diventare denominazione globale grazie alla crescita della domanda nazionale e mondiale di Mozzarelle. Il successo delle Mozzarelle lo ha reso tuttavia un nome comune non tutelato nemmeno nell'Europa delle Indicazioni Geografiche, probabilmente per la debolezza politica del comparto bufalino. Nonostante lo sviluppo diseguale dei sistemi produttivi, il tratto tecnologico comune a tutte le Mozzarelle continua a essere la particolare lavorazione a caldo della cagliata, pratica con la quale si ottiene la struttura filata della pasta, tipica di questa tipologia di formaggi.

Il libro spiega con metodo scientifico le interazioni tra aspetti chimici, microbiologici e strutturali di tutte le fasi della trasformazione del latte nelle diverse tipologie di Mozzarella, formaggio fresco che a differenza del passato richiede una crescente durata di shelf life per potere raggiungere il mercato globale. Largo spazio è dato al tema di come il mondo della Mozzarella abbia introdotto differenti regole sui modi di produzione e di standard di prodotto a tutela dell'uso di specifiche denominazioni, sia in Italia ma anche nelle Americhe. Non manca quindi l'attenzione al tema della protezione dalle frodi e ai metodi per identificarle.

La storia passata e presente dei tanti modi di fare le Mozzarelle e delle loro denominazioni è raccontata con un occhio rivolto a chi dirige l'azienda e/o al tecnico che gestisce la trasformazione del latte e l'altro all'appassionato di storie del cibo, offrendo differenti piani di lettura e punti di interesse.

### **Germano Mucchetti**

Professore ordinario di Scienze e tecnologie alimentari all'Università di Parma, ove dal 2005 al 2020 ha svolto attività di ricerca prevalentemente nel settore lattiero-caseario. Dal 1981 al 2005 è stato ricercatore e poi dirigente di ricerca all'Istituto Sperimentale Lattiero Caseario di Lodi, storico ente di ricerca allora gestito dal Ministero dell'Agricoltura.

Nel 2006 e nel 2022 pubblica con Erasmo Neviani i libri "Microbiologia e tecnologia lattiero-casearia. Qualità e sicurezza" (Tecniche Nuove Editore) e "Tecnologia Casearia. Dall'empirismo all'industria" (CEA Editore).

Sempre nel 2022 pubblica con Tecniche Nuove il libro "Parmigiano Reggiano, Grana Padano e formaggi simili. Cambiamenti, denominazioni, emigrazione e concorrenza".

Collabora da oltre 20 anni con il Consorzio di Tutela della Mozzarella di Bufala Campana DOP, di cui è membro del Comitato scientifico.



ISBN 979-12-210-7604-2



9 791221 076042