

原制奶酪的研究进展

杨迎春，王晓蕊，戴志伟，殷娜，王玉萍，尤宏，罗晓红*

(新疆天润生物科技股份有限公司，新疆乌鲁木齐 830000)

摘要：原制奶酪是以生乳为原料，经过发酵、凝乳、排乳清、成型、熟成等工艺制成的乳制品，具有极高的营养价值。由于我国原制奶酪产业化起步较晚，因此原制奶酪在我国市场仍有较大的发展空间。本文以原制奶酪为研究对象，系统综述其营养价值、分类及4款代表性产品的工艺与研究现状，并分析当前整体的市场现状。在此基础上，对未来发展趋势进行展望，以期为原制奶酪的产业化发展提供参考。

关键词：原制奶酪；加工工艺；切达；哈罗米；马苏里拉；布里

文章编号：1671-4393 (2026) 03-0116-08

DOI:10.12377/1671-4393.26.03.16

Research Progress on Original Cheese

YANG Yingchun, WANG Xiaorui, DAI Zhiwei, YIN Na, WANG Yuping, YOU Hong, LUO Xiaohong*

(Xinjiang Tianrun Biotechnology Co., Ltd., Urumqi Xinjiang 830000)

Abstract: Original cheese is a dairy product made from raw milk through processes such as fermentation, curdling, draining of whey, shaping, and maturation. It is rich in nutritional value. Due to the relatively late start of the industrialization of original cheese in China, there is still considerable room for its development in the domestic market. This paper took original cheese as the research object, systematically reviewed its nutritional value, classification and the processing and research status of four representative products, and analyzed the current overall market situation. Based on this, it looked forward to future development trends, with the aim of providing reference for the industrialization development of original cheese.

Keywords: original cheese; processing technology; Cheddar; Harami; Mozzarella; Brie

基金项目：兵团中央引导地方科技发展资金项目（2025YD012）；新疆维吾尔自治区奶产业技术体系项目（XJARS-11-03）

作者简介：杨迎春（1989-），女，新疆博乐人，硕士，副高级工程师，研究方向为乳制品研发；

王晓蕊（1997-），女，河南南阳人，硕士，工程师，研究方向为乳制品研发；

戴志伟（1997-），男，山东菏泽人，硕士，工程师，研究方向为乳制品研发；

殷娜（1993-），女，新疆奇台人，硕士，工程师，研究方向为乳制品研发；

王玉萍（1996-），女，甘肃武威人，硕士，工程师，研究方向为乳制品研发；

尤宏（1970-），男，新疆昌吉人，大专，畜牧师，研究方向为乳制品研发、加工及生产。

***通信作者：**罗晓红（1973-），女，新疆昌吉人，本科，副高级工程师，研究方向为乳制品研发。

奶酪（Cheese）是全球生产最广泛的乳制品之一，种类繁多，据相关报道显示，已超过1 000种。奶酪有极高的营养价值，被誉为“奶黄金”，是钙、磷和蛋白质的良好来源^[1, 2]。生产1 kg新鲜奶酪通常消耗10 kg鲜奶，此过程实质上是将液态乳中的营养成分进行浓缩，因此奶酪具有高蛋白、高脂肪等特点。此外，奶酪富含维生素和矿物质，在补钙、增强免疫力和促进生长发育方面具有显著功效^[3, 4]。其亦作为比萨、芝士汉堡及各类复合调味酱等高附加值食品的核心配料。奶酪的广泛应用拓展了乳制品的多样化存在和发展形式，丰富了人们日常膳食中乳制品的摄入方式。

近年来，随着乳业的快速发展，中国人对奶酪的接受度与日俱增。目前市售奶酪多采用工业化生产方式，传统手工小作坊制作的奶酪较为罕见^[5]。根据加工方式的不同，市售奶酪可分为原制奶酪和再制奶酪两大类。再制奶酪是以原制奶酪为原料，添加水、添加剂等辅料进行二次加工，经过混合、乳化、杀菌、成型等工艺制得^[6]。而原制奶酪也称天然奶酪，是以生乳为原料，经过发酵、凝乳、排乳清、成型、熟成等工艺制成，这一过程中不添加其他非乳成分。相较于再制奶酪，原制奶酪更能体现天然乳制品的风味、营养结构和营养价值^[7, 8]。

当前，我国乳业正处于深刻变革与转型升级的关键阶段，推动乳业实现高质量、可持续发展具有重要的战略意义。大部分原制奶酪的风味特殊且浓郁，不易被国内消费者接受，而再制奶酪可添加辅料用于改善产品质构状态及风味，从而显著提升其市场接受度。因此，目前再制奶酪在市场中呈现较快增长态势。该现象亦反映出原制奶酪具有更大的发展空间。系统梳理原制奶酪的相关研究进展，对我国该品类后续的研究与产业发展有重要参考价值。基于此，本文依据现有文献，对原制奶酪的定义及分类、营养价值、生产工艺与市场发展现状进行综述，并对其未来发展趋势作出展望，以期为我国原制奶酪的进一步开发研究提供参考。

1 原制奶酪的定义与分类

原制奶酪（Original Cheese），又称干酪，是采用新鲜优质奶源（牛奶、山羊奶、骆驼奶等）、盐、发酵剂和凝乳酶等天然成分，通过发酵、排乳清等工艺制成^[1, 9]。全世界原制奶酪种类众多，依据其质地可分为硬质奶酪、半软质奶酪、软质奶酪和新鲜奶酪。其主要区别为水分含量不同^[1, 10]。硬质奶酪的水分含量为30%~40%，半软质奶酪为38%~45%，软质奶酪为40%~60%，新鲜奶酪的水分含量更高，通常可达67%以上^[1, 11]。

1.1 硬质原制奶酪

硬质原制奶酪在生产过程中需较长熟成时间，通常需数月甚至数年。由于其水分含量较低，因此具有较硬质地且奶酪风味浓郁，常以磨碎或切片的形式食用。常见的硬质原制奶酪有切达（Cheddar）、帕尔马干酪（Parmigiano-Reggiano）、佩科里诺（Pecorino）、罗马诺（Romano）等，其中切达和帕尔马干酪是该品类在中国市场中最常见的两种。

1.2 半软质原制奶酪

半软质原制奶酪味道温和，由于水分含量适中，其质地柔软且有一定弹性，因此适合直接食用或多种形式的烹饪食用。半软质原制奶酪常见的种类有高达（Gouda）、爱达姆（Edam）、哈罗米（Halloumi）等，其中高达和哈罗米是该品类在中国市场中较常见的两种，尤其是哈罗米，由于其浓郁的奶香和多样化的食用方式，深受广大消费者喜爱。

1.3 软质原制奶酪

软质原制奶酪经过轻微熟成工艺制得，一般熟成期为1~4周，由于其水份含量较高，其质地柔软、易涂抹，在特殊环境中发酵熟成后，其外表皮可能覆盖霉菌。常见的软质原制奶酪有卡门贝尔（Camembert）、布里（Brie）、圣安德烈（Saint-Andre）等，其中布里由于味道温和、口感丝滑，在中国市场中较受消费者欢迎。

1.4 新鲜原制奶酪

新鲜原制奶酪是经过短时间熟成或不经熟成制得的原制奶酪。由于较高的含水量，其质地大都柔软湿润，口感清爽微酸，保质期较短。常见的鲜原制奶酪有马苏里拉（Mozzarella）、奶油奶酪（Cream Cheese）、里科塔（Ricotta）等，其中马苏里拉和奶油奶酪是该品类在中国市场中最常见的两种，尤其是马苏里拉，凭借其多样化的食用情境、温和的味道和浓郁的奶香，已成为中国市场应用最广泛、最受消费者喜爱的原制奶酪。

2 原制奶酪的营养价值

原制奶酪具有较高的营养价值，被称为“奶黄金”，富含多种人体必需营养成分^[12]。生产1 kg原制奶酪通常需消耗10 kg鲜奶，因此，原制奶酪的钙含量是牛奶的6~8倍，蛋白质含量是牛奶的5~8倍。原制奶酪不仅是蛋白质和钙的良好来源之外，还富含A族和B族维生素、铁、锌、磷等微量元素，其中维生素A的含量是牛奶中的6倍，铁、锌等微量元素的含量更是牛奶的10倍^[13]。

受传统饮食习惯影响，大部分中国人存在乳糖不耐受现象。在奶酪制作过程中，乳糖通过微生物发酵被大量分解，从而有效缓解乳糖不耐受人群食用乳制品后产生的不良反应。同时，在奶酪成熟过程中，酪蛋白经微生物分解为水溶性生物活性肽和游离氨基酸，可直接被人体吸收。此外，研究发现，奶酪中存在的降压肽、磷酸肽、阿片肽及其他生物活性肽有抗氧化、抗微生物、调节免疫的作用^[14]。

3 原制奶酪的生产加工工艺研究进展

3.1 切达（Cheddar）

切达源自英国，现已成为全球乳制品消费市场中的主要商品之一。它是一种通过凝乳酶酸化浓缩牛奶凝乳形成的硬质成熟干酪，通常采用生乳或者巴氏杀菌处理后的生牛乳制成^[15]。其生产工艺流程如图1所示，在生牛乳中加入产酸的发酵菌种及凝乳酶，使其酸化和凝乳。通常将凝乳块切割后加热至

37~39 ℃，沥干后的凝乳沿槽边堆叠成块状，切割成块后定期翻转堆叠，该过程使凝乳在温和压力下充分酸化，pH值从约6.1降至5.4，从而促进乳清排出。在凝乳堆叠酸化过程中，凝乳颗粒相互融合，形成具有弹性和可塑性的质地。在pH值约5.4时，凝乳块被研磨成碎屑并进行干盐腌渍，盐渍后的凝乳经定型压制即可得到切达。压制成型的切达需在4~8 ℃环境中成熟，根据所需成熟度不同，所需时间为3~24 个月^[8]。

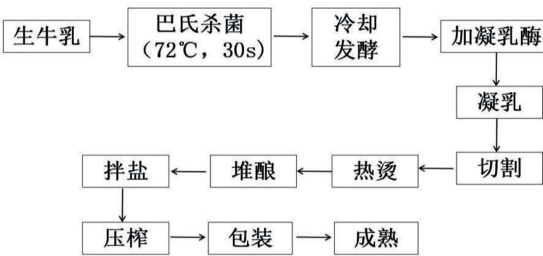


图 1 切达（Cheddar）生产工艺流程图

Figure 1 Production Process Flow Chart of Cheddar

奶酪风味是决定消费者选择和接受度的最重要原因之一。受到有机酸、硫化物、内酯、甲基酮、醇类和酚类物质等多种成分的影响，切达的风味特征十分复杂^[16]。多年来，专家学者对切达的生产工艺及风味特征等展开了系统性研究^[17]。陈年切达风味是复杂化合物混合作用的结果。受到奶酪微生物群落的影响，风味化合物的形成涉及多种协同或连续作用的生化过程，包括糖酵解、丙酮酸代谢、脂肪分解及酪蛋白分解。其中，蛋白质和脂肪分解是奶酪风味和气味化合物的主要来源^[18]。Wang等^[19]研究不同成熟度、不同国家切达的关键香气成分和风味特征差异，采用偏最小二乘回归分析，获得不同切达的感官特性与风味化合物之间的关系，结果表明，1-辛烯-3-酮、己醛、乙酸、3-甲基吡啶和乙偶姻甲基乙酰基原醇与温和切达的奶味、酸味和酸奶味呈正相关。二甲基三硫、苯乙醛、己酸乙酯、辛酸和呋喃醇等化合物与中熟和成熟切达的果香、焦糖、酸败和坚果香呈正相关。Soodam等^[20]探究凝乳酶对低脂切达成熟期间蛋白水解成分及微观

结构的影响，发现增加凝乳酶的浓度或使用不同凝乳酶类型会改变牛奶凝固时间，但不会影响整体加工时间。奶酪的成分和产量相似，蛋白质和脂肪的损失也相似，同时凝乳酶浓度会对凝胶微观结构产生影响。田怀香等^[21]从传统发酵食品中筛选出高产脂肪酶的乳酸菌，并将其应用于切达的生产，探究其对切达内酯类化合物形成的影响，结果表明，产脂肪酶乳酸片球菌4D和格氏乳球菌Y3具有较好的产内酯性能。添加乳酸片球菌4D和格氏乳球菌Y3的切达在3种恒温条件下成熟时， δ -癸内酯和 δ -十二内酯的含量均高于对照组切达，且能够促进 δ -辛内酯的形成。此外，有格氏乳球菌Y3参与发酵的切达干酪中鉴定出 γ -丁内酯。程晶晶等^[22]通过对不同成熟期切达风味物质的监测，阐述不同成熟期切达典型风味物质的变化，结果表明，随着成熟时间的延长，4种切达除盐分无显著变化外，水分、蛋白质、脂肪含量逐渐降低，pH值则逐渐升高，游离氨基酸含量显著增加（ $P<0.05$ ）。挥发性风味物质的主成分分析结果表明，成熟6个月奶酪中的主要风味化合物是乙醇、己醇、癸醇、2-庚酮、乙酸；成熟12个月干酪中的主要风味化合物是3-甲基丁醇、癸醛、2-壬酮、2-十一酮；成熟24个月奶酪中的主要风味化合物是3-甲基丁醛、己酸、辛酸、己醛、丁酸戊酯、辛酸乙酯；成熟36个月奶酪中主要风味化合物是戊酸、庚酸、壬酸、 δ -壬内酯、乙偶姻、苯甲醛。此外，随着成熟时间的延长坚果味呈现增加趋势，与3-甲基丁醛的含量增加趋势相吻合。为后续研究切达的快速成熟技术提供理论和数据支持。

3.2 哈罗米 (Halloumi)

哈罗米源自塞浦路斯，呈半硬至硬质，富有弹性，无明显表皮或外皮，质地紧密、无孔洞，易切片，可生食、烤制、煎炸或磨碎撒在热菜上食用。其生产工艺流程如图2所示，将巴氏杀菌处理后的生牛乳降温至37℃后，加入凝乳酶，静置30~60 min以促进凝乳，之后用刀将凝乳切割成约1 cm³的小块，静置5 min后升温至42~45℃保温0.5 h，持续搅拌使乳清充分排出，之后在奶渣中均匀混入适量盐

后，进行长时间加压压榨，至奶渣中的乳清基本排出，即制得哈罗米奶酪。哈罗米奶酪无需后续熟成过程，压榨完成后即可直接食用、煎烤或微波加热后食用。

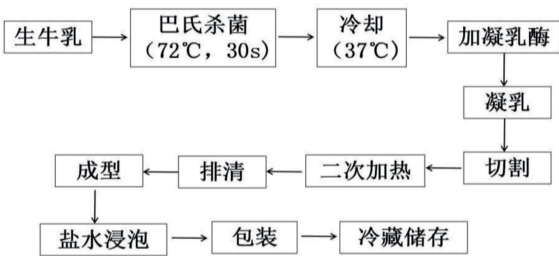


图2 哈罗米 (Halloumi) 生产工艺流程图
Figure 2 Production Process Flow Chart of Halloumi

哈罗米的生产加工过程中仅需加入凝乳酶，无需发酵或酸凝，因此其保留了牛奶最原始的风味，具有浓郁奶香和奶油感^[23, 24]。经过加热漂烫凝乳块生产的哈罗米具有较好的耐热性，可以煎炸烹炒^[25]。长期以来，国内外学者对哈罗米生产加工过程展开了系统性研究。罗毅皓等^[23]以牦牛乳与荷斯坦牛乳为原料，研究其生产工艺参数及理化特性，结果表明，牦牛乳与荷斯坦牛乳比例4：1、氯化钙添加量0.04 g/100 mL、凝乳酶添加量0.003 g/100 mL、热烫温度65℃是获得哈罗米的最佳生产工艺，在此条件下制得的哈罗米水分含量26.04%，脂肪含量38.81%，pH值7.40，蛋白质含量30.16%。孙嘉等^[25]采用反向传播神经网络和遗传算法对哈罗米生产过工艺参数进行了优化研究，结果表明，在得率≥10%以及感官评分≥85分的前提下，以奶酪得率为目标的最优生产工艺条件：CaCl₂添加量0.014 4%、热烫温度83.5℃、压榨压强5.12 kPa，该条件下最高得率为12.01%；以感官品质为目标的最优生产工艺条件：CaCl₂添加量0.0171%、热烫温度83.7℃、压榨压10.38 kPa，该条件下最高感官评分为94.5。Kamleh等^[26]研究以NaCl替代KCl对哈罗米的理化、微生物和感官特性的影响，结果显示，盐处理对奶酪的pH值、钠和钾含量有显著影响，盐处理之间的苦味、易碎性和湿润度存在显著差异，而奶酪的陈化时间

对咸味和咀嚼声有显着影响。Deshwal等^[27]探究超滤和脂肪含量对山羊奶制备哈罗米的化学、功能、质地和感官特性的影响。结果表明，凝乳酶凝固时间随着凝乳酶浓度和脂肪含量的增加而缩短，脂肪含量增加超过2 g/100 g使哈罗米的质地特性显著改善。添加脂肪显着提高了感官评分。Guven等^[28]探究凝乳酶浓度对哈罗米成熟特性的影响，得出哈罗米生产过程中，凝乳酶的最佳添加量为0.2~0.4 g/kg。

3.3 布里 (Brie)

布里源自法国，其结构较疏松、质地较柔软^[29]，是法国最具代表性的软质白霉奶酪之一。布里的生产工艺流程如图3所示，将巴氏杀菌后的生牛乳降温至37 ℃，加入产酸的发酵菌种进行发酵酸化，使pH值降低后加入凝乳酶以促进凝乳。静置15 min后接种*Penicillium candidum*（霉菌）和*Brevibacterium linens*（细菌）以促进奶酪表面形成白霉。静置约3 h形成“豆腐状”凝乳，之后将凝乳切割成约1 cm³的小块，静置0.5 h后用纱布过滤出乳清，之后将初步排清后的凝乳块置于特定模具中过夜排清，直至排出约1/2水分。将初步成型的奶酪取出后，表面撒上适量盐，之后将其置于10~15 ℃、相对湿度为85%~90%的室内进行约1周时间的熟成处理。

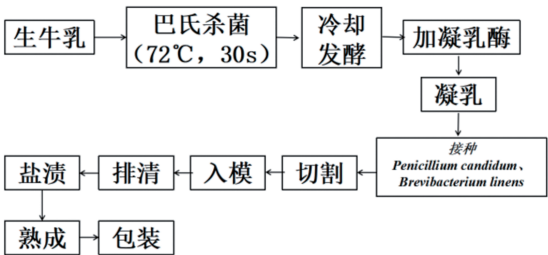


图3 布里 (Brie) 的生产工艺流程图
Figure 3 Production Process Flow Chart of Brie

布里在熟成过程中，表面的白色霉菌和真菌迅速生长，逐渐从奶酪表面向内部扩展。其中，*Penicillium candidum*具有高脂解活性，因此赋予了布里特有的风味^[29, 30]。*Penicillium candidum*需在高相对湿度（90%）、pH值5.3~7.8、温度22~30 ℃条件下生长，能够耐受0.5%~1.5%的盐浓度，更高

的盐浓度会使其活性降低，从而影响菌株生长^[31]。目前，国内外学者对布里的生产加工工艺进行了深入研究，为其生产工艺优化及未来发展方向提供了理论依据与实践指导。杨永龙等^[32]确定了布里的最佳生产工艺参数为凝乳温度31 ℃，凝乳酶添加量0.14%，霉菌添加量0.005%，发酵剂添加量0.5%，凝乳切割尺寸2 cm。Calzada等^[29]探究了高压加工对布里成熟、冷藏过程中脂肪分解和挥发性化合物的影响，结果显示，高压处理的奶酪提高了醇类、醛类、酸、酯类和乙醚含量，而酮类和碳氢化合物的含量降低。硫化物、吡哆酯和胺类的含量从第60d起就显著升高，导致其气味接受度下降，奶酪外观因高压处理而受损，导致色泽较暗。De Lima等^[31]利用响应面法评估成熟度和脂肪含量对布里脂肪降解作用的影响，研究结果表明，脂肪分解程度随着牛奶中脂肪含量越高和成熟时间越长而增长，而牛奶中脂肪含量越低和成熟时间越长，消费者的总体可接受性就越高。

3.4 马苏里拉 (Mozzarella)

马苏里拉源自意大利，是全球消费量较大的奶酪品种之一。传统的马苏里拉采用水牛奶制作，但现今大多数马苏里拉是由部分脱脂的巴氏杀菌乳或生牛乳制成。根据凝乳酸化工艺差异，马苏里拉可分为发酵型马苏里拉与直接酸化型马苏里拉两种常见类型。前者通常采用传统发酵剂发酵，后者则通过向灭菌乳中添加有机酸（柠檬酸或乳酸）降低pH值，从而实现直接酸化^[32]。研究表明，直接酸化的马苏里拉拉伸特性优于发酵型马苏里拉^[33, 34]。直接酸化的马苏里拉生产工艺流程如图4所示，生牛乳经巴氏杀菌后冷却至37 ℃，随后加入有机酸，调整pH值至5.6，加入凝乳酶凝乳40 min后，切割奶酪，之后将其置于37~42 ℃条件下40 min使凝乳收缩，这一过程称为堆酿，之后用纱布过滤凝乳，轻轻挤压去除乳清。将滤得凝乳块置于80 ℃热水中，浸泡拉伸1~2 min，直至凝乳表面光滑有弹性，将其塑形成球状后，置于4 ℃盐水中速冷60 min取出，制得马苏里拉，冷藏保存^[35]。传统的发酵型马苏里拉与上述

工艺的主要差异在生牛乳经巴氏杀菌后冷却至 37℃，随后直接加入发酵产酸的菌种，通过发酵作用使体系pH值降至约5.6，之后加入凝乳酶，后续工艺基本一致。

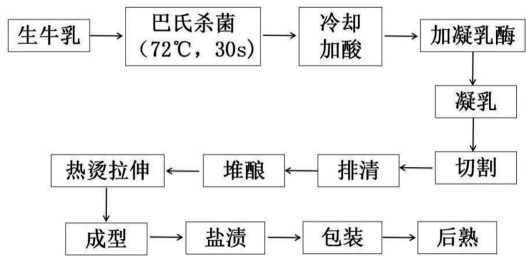


图 4 直接酸化的马苏里拉（Mozzarella）生产工艺流程图

Figure 4 Production Process Flow Chart of Directly Acidified Mozzarella Production

马苏里拉的制备工艺主要涉及3个关键点：pH值的控制、热烫拉伸温度的控制以及发酵产酸菌种的选择性添加。pH值过高或过低，均会影响凝乳的拉伸性，从而影响终产品的质构和口感。热烫拉伸温度控制在整个生产过程中极为重要，温度过高会导致奶酪硬度偏高，影响最终的质构和口感，温度过低则不易拉伸折叠至光滑，因此拉伸温度通常保持在70~80℃之间较为合适。采用传统方法制作马苏里拉时，菌种的选择性添加也极为重要，不同菌种产生的发酵风味及产酸的速度不同，因此需选择适宜菌种才能生产出风味和质构优良的马苏里拉。近年来，诸多专家学者对马苏里拉的生产过程进行了相关研究。Smith等^[36]总结了马苏里拉在整个生产及储存过程中的各种变化，从牛奶到最终奶酪成品，马苏里拉的成分组成和结构排列经历了重大转变。蛋白质、脂肪、乳糖和矿物质的胶体分散体，即牛奶在整个制造过程和储存过程中，其成分和结构会经历物理、热、化学、生物和离子诱导的变化，系统中微观和宏观尺度上也会引发相应的转变，上述结构的演变最终产生了具有双连续凝胶结构的终产品。Ma等^[37]将生产马苏里拉过程中的脂肪含量、pH值以及拉伸温度和速度进行控制，并将其对终产品的影响进行了主成分分析，最终确定脂肪

球的直径与可融性以及蛋白质含量、拉伸参数之间存在正相关关系。Gonçalves等^[38]研究了马苏里拉加工拉伸阶段前后化学成分、微观结构和化学相互作用的变化，酸度增加和pH值降低导致总钙溶解。随着小的个体脂肪球、聚集体和不规则形式的脂肪球并入基质中，蛋白质基质变得更加致密，并且脂肪球的尺寸减小。在拉伸阶段前，凝乳中的主要作用力是疏水相互作用，而钙键的作用较弱。拉伸阶段后，负责维持奶酪结构的主要键是钙桥、静电相互作用和氢桥。上述结果阐明了奶酪生产中涉及的各种重要的化学键的互相作用。

4 原制奶酪的市场现状及未来发展趋势

近年来，作为乳制品中的“奶黄金”，原制奶酪凭借其高附加值、高营养的特点，在中国市场呈现出稳步发展的态势。欧美国家受传统饮食文化影响，原制奶酪在其乳制品消费结构中占据90%的市场份额；相较于欧美国家，我国消费者长期缺乏对原制奶酪的食用习惯，因此再制奶酪在市场中占据主导地位，原制奶酪的市场份额不足10%；然而，随着中国居民消费习惯的转变和消费水平的提升，原制奶酪在中国市场的占有率正逐步提高^[11]。

我国最早的原制奶酪产区主要集中在西藏、新疆、内蒙古等少数民族聚居区，上述地区生产的传统原制奶酪主要依赖手工操作，较难产业化和标准化，因此产量受限且稳定性难以保证，制约了中国原制奶酪产业的发展。由于中国奶酪工业化起步较晚、发展受限，原制奶酪主要依赖国外进口。近年来，为改善这一现状，国内多家乳企纷纷布局奶酪产业，妙可蓝多、伊利、奶酪博士等纷纷推出多种原制奶酪产品。国家有关部门相继颁布《“十四五”奶业竞争力提升行动方案》《乳制品质量安全提升行动方案》等政策文件，旨在促进奶酪产业的高质量发展。中国奶业协会印发的《奶酪创新发展助力奶业竞争力提升三年行动方案（2023—2025年）》中提出，至2025年，全国的奶酪产量将达50万吨，这预示着未来中国奶酪产业的

发展大有可为。综上所述，中国原制奶酪产业正处于快速发展阶段，在消费升级、技术突破、政策利好等多重积极因素的共同推动下，该产业未来有望逐步缩小与发达国家间的差距，并迎来显著增长。

5 总结

原制奶酪作为一种重要的乳制品，以生乳为原料，经过发酵、凝乳、排乳清、成型、熟成等工艺制成，具有较高的营养价值。全世界原制奶酪的种类繁多，其中切达、哈罗米、马苏里拉、布里较具有代表性。原制奶酪在中国的发展起步较晚，目前其市场占有率仍旧较低，但随着国家政策支持力度的持续加大以及消费者饮食习惯的逐步改变，原制奶酪在中国市场具备显著的发展潜力，预计将有望迎来快速增长阶段，并实现跨越式发展。

参考文献

[1] Mohd Shukri A, Alias A K, Murad M, et al.A review of natural cheese and imitation cheese[J].Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46 (1) : e16112.

[2] Johnson M E, Kapoor R, McMahon D J, et al.Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: Scientific and technological aspects[J].Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2009, 8 (3) : 252-268.

[3] Gatti M, Bottari B, Lazzi C, et al.Invited review: Microbial evolution in raw-milk, long-ripened cheeses produced using undefined natural whey starters[J].Journal of Dairy Science, 2014, 97 (2) : 573-591.

[4] 李曦明, 李凌飞, 温燕龙, 等.响应面法优化核桃鲜奶酪发酵工艺[J].中国调味品, 2024, 49 (12) : 105-110.

[5] Everett D W, Auty M A E.Cheese structure and current methods of analysis[J].International Dairy Journal, 2008, 18 (7) : 759-773.

[6] 田怀香, 付金鹭, 于海燕, 等.脂肪替代物对低脂再制奶酪品质的影响及其品质提升策略研究进展[J].食品科学, 2024, 45 (18) : 250-260.

[7] 王淼, 姜康巍.我国新鲜奶酪研究进展综述[J].中国乳业, 2020 (11) : 73-74.

[8] McSweeney P L H, Ottogalli G, Fox P F.Diversity and classification of cheese varieties: An overview[J].Cheese (Fourth edition) : Chemistry, Physics and Microbiology, 2017: 781-808.

[9] Kapoor R, Metzger L E.Process cheese: Scientific and

technological aspects—A review[J].Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2008, 7 (2) : 194-214.

[10] Chavan R S, Jana A.Cheese substitutes: An alternative to natural cheese-A review[J].International Journal of Food Science, Technology & Nutrition2, 2007: 25-39.

[11] 庞博.马苏里拉奶酪中乳清的再利用研究[D].太原市: 山西农业大学, 2020.

[12] Glover A, Hayes H E, Ni H, et al.A comparison of the nutritional content and price between dairy and non-dairy milks and cheeses in UK supermarkets: A cross sectional analysis[J].Nutrition and Health (Berkhamsted), 2024, 30 (1) : 157-165.

[13] 武爱群.奶酪的营养价值及国内消费市场培育研究[J].食品安全导刊, 2018 (21) : 166-167.

[14] 顾春华, 刘煜, 王建军, 等.奶酪的营养价值及奶酪中生物活性肽的研究进展[J].食品安全导刊, 2021 (20) : 186-189.

[15] Clark S, Costello M, Drake M, et al.The Sensory Evaluation of Dairy Products[J].Springer US, 2009: 225-270.

[16] Seitz E W.Microbial and enzyme-induced flavors in dairy foods[J].Journal of Dairy Science, 1990, 73 (12) : 3664-3691.

[17] Daniloski D, Page R M, Lamichhane P, et al.Cheddar cheese production, structure and in-vitro semi-dynamic gastric digestion: The role of β -casein phenotype[J].Food Research International, 2024, 196: 115008.

[18] Hernández I, Barrón L J R, Virto M, et al.Lipolysis, proteolysis and sensory properties of ewe's raw milk cheese (Idiazabal) made with lipase addition[J].Food Chemistry, 2009, 116 (1) : 158-166.

[19] Wang J, Yang Z J, Wang Y D, et al.The key aroma compounds and sensory characteristics of commercial Cheddar cheeses[J].Journal of Dairy Science, 2021, 104 (7) : 7555-7571.

[20] Soodam K, Ong L, Powell I B, et al.Effect of rennet on the composition, proteolysis and microstructure of reduced-fat Cheddar cheese during ripening[J].Dairy Science & Technology, 2015, 95 (5) : 665-686.

[21] 田怀香, 黄宁炜, 葛畅, 等.高产脂肪酶乳酸菌的筛选及其对切达干酪内酯类化合物形成的影响[J].食品科学, 2025, 46 (7) : 11-22.

[22] 程晶晶, 陈会民, 罗洁, 等.不同成熟期切达干酪的组分及特征风味物质的解析[J].食品与发酵工业, 2020, 46 (15) : 231-237.

[23] 罗毅皓, 方婕, 李延婷, 等.牦牛乳Halloumi奶酪工艺优化及理化特性研究[J].中国乳品工业, 2022, 50 (7) : 32-37, 60.

[24] 吴政.长货架期奶酪加工技术研究及产品开发[D].北京: 中国

- 农业科学院, 2020.
- [25] 孙嘉, 郑远荣, 刘振民, 等. 基于反向传播神经网络和遗传算法的新鲜Halloumi奶酪生产工艺优化[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50 (1) : 133-140, 中插4-中插6.
- [26] Kamleh R, Olabi A, Toufeili I, et al. The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese[J]. Journal of Dairy Science, 2012, 95 (3) : 1140-1151.
- [27] Deshwal G K, Ameta R, Sharma H, et al. Effect of ultrafiltration and fat content on chemical, functional, textural and sensory characteristics of goat milk-based Halloumi type cheese[J]. Food Science and Technology, 2020, 126: 109341.
- [28] Guven M, Cadun C, Karaca O B, et al. Influence of rennet concentration on ripening characteristics of Halloumi cheese[J]. Journal of Food Biochemistry, 2008, 32 (5) : 615-627.
- [29] Calzada J, del Olmo A, Picon A, et al. Effect of high-pressure-processing on lipolysis and volatile compounds of Brie cheese during ripening and refrigerated storage[J]. International Dairy Journal, 2014, 39 (2) : 232-239.
- [30] Khanal D. Non-thermal processing of skim milk: Impact on microbial reduction, physico-chemical properties and quality of Brie type cheese[D]. Guelph: University of Guelph, 2014.
- [31] De Lima A, Sánchez M D, Gómez R, et al. Metodología de superficie de respuesta para evaluar el efecto del contenido graso y tiempo de maduración en la lipólisis del queso tipo Brie[J]. Revista Ciencia e Ingeniería, 2020, 41 (2) .
- [32] 杨永龙, 张杰, 宗学醒, 等. 布里 (Brie) 奶酪生产工艺研究[J]. 食品工业, 2010, 31 (4) : 16-18.
- [33] Jana A H, Mandal P K. Manufacturing and quality of Mozzarella cheese: a review[J]. International Journal of Dairy Science, 2011, 6 (4) : 199-226.
- [34] Kindstedt P S. Mozzarella cheese: 40 years of scientific advancement[J]. International Journal of Dairy Technology, 2004, 57 (2-3) : 85-90.
- [35] Yang Z, Wang J, Wang B, et al. Characterization of volatile compounds in Mozzarella cheeses made from bovine and buffalo milk by different aroma extraction and identification methods[J]. Journal of Dairy Science, 2025, 108 (4) : 3214-3233.
- [36] Smith J R, Carr A J, Golding M, et al. Mozzarella cheese - A review of the structural development during processing[J]. Food Biophysics, 2018, 13 (1) : 1-10.
- [37] Ma X, James B, Zhang L, et al. Correlating Mozzarella cheese properties to its production processes and microstructure quantification[J]. Journal of Food Engineering, 2013, 115 (2) : 154-163.
- [38] Gonçalves M C, Cardarelli H R. Composition, microstructure and chemical interactions during the production stages of Mozzarella cheese[J]. International Dairy Journal, 2019, 88: 34-41.