

冷藏冷冻“两吃”全发酵型冰淇淋酸奶 研究与展望

杜娟, 陈娜, 邢宇, 刘文旭, 黄威*

(辽宁越秀辉山控股股份有限公司, 辽宁沈阳 110000)

摘要: 近年来, 消费者对食品健康属性的关注度不断提升, “减糖减脂”已成为产品研发的新诉求。传统冰淇淋产品因其高糖高脂的属性, 市场销量呈现逐年下滑趋势。因此, 研发一种兼具酸奶健康属性与冰淇淋感官特性的新型产品——冷藏冷冻“两吃”全发酵型冰淇淋酸奶(于2~6℃冷藏条件下呈酸奶状态、于18℃冷冻条件下呈冰淇淋状态), 有望获得消费者的关注和青睐。本文阐述了冰淇淋和酸奶的定义与行业发展现状, 分析了全发酵型产品的微生物学基础, 并探讨冷藏冷冻“两吃”冰淇淋酸奶的配方设计与质构调控策略, 总结了当前产业化进程中所面临的挑战与未来发展趋势。

关键词: 冷藏冷冻; 温度调节; 冰淇淋酸奶; 质构

文章编号: 1671-4393(2026)06-0127-07

DOI:10.12377/1671-4393.26.06.16

Research and Prospects on Refrigerated and Frozen “Dual Consumption” Fully Fermented Ice Cream Yogurt

DU Juan, CHEN Na, XING Yu, LIU Wenxu, HUANG Wei*

(Liaoning Yuexiu Huishan Holding Co., Ltd., Shenyang Liaoning 110000)

Abstract: In recent years, consumers' attention to the health attributes of food has been continuously increasing, and “reducing sugar and fat” has become a new demand for product development. Traditional ice cream products, due to their high sugar and high fat properties, have witnessed a year-on-year decline in market sales. Therefore, developing a new product that combines the health benefits with the sensory characteristics of ice cream—a refrigerated and frozen “dual consumption” fully fermented ice cream yogurt (which remains in a yogurt

作者简介: 杜娟(1991-), 女, 辽宁沈阳人, 本科, 工程师, 研究方向为乳制品加工与研发;

陈娜(1977-), 女, 天津人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为乳制品加工与研发;

邢宇(1981-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为乳制品加工与研发;

刘文旭(1988-), 男, 辽宁抚顺人, 硕士, 工程师, 研究方向为乳制品加工与研发。

通信作者: 黄威(1981-), 女, 辽宁盘锦人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为乳制品加工与研发。

state at 2~6 °C and in an ice cream state at 18 °C) is expected to gain consumers' attention and favor. This paper elaborated on the definitions of ice cream and yogurt and the current development status of the industry, analyzed the microbiological basis of fully fermented products, and discussed the formulation design and texture regulation strategies of refrigerated and frozen “dual consumption” refrigerated and frozen ice cream yogurt. Finally, it summarized the challenges and future development trends faced in the current industrialization process.

Keywords: refrigeration and freezing; temperature adjustment; ice cream yogurt; texture

乳制品作为一种天然且富含多种营养素的食品，在平衡膳食结构、增强体质方面具有重要作用，已成为消费者日常营养摄入的重要来源^[1]。酸奶作为乳制品的重要品类之一，因其风味独特，以及提升乳源性营养成分的吸收率、调节肠道菌群、提高机体免疫力等功能特性，持续受到消费者的广泛关注和青睐^[2]。冰淇淋作为甜品，因其口味多样、包装新颖、清凉解暑、美味可口，吸引了不同年龄段的消费者。冰淇淋含糖类、脂肪、优质蛋白质及矿物质等多种营养素，但高糖分含量使其被普遍视为非健康食品。鉴于此，兼具冷藏冷冻“两吃”全发酵型冰淇淋酸奶应运而生。该产品的研发旨在融合酸奶的保健功能与特殊风味，以及冰淇淋的清凉细腻质地^[3]，是一种具有广阔市场前景的新型乳制品。

1 冰淇淋酸奶现状

1.1 定义

冰淇淋是以乳和（或）乳制品为原料，添加或不添加其他辅料，经混合、灭菌、均质、冷却、老化、凝冻、硬化等工艺制成的体积膨胀的冷冻饮品^[4]。酸奶是以不低于80%生牛乳为主要原料，添加其他原料，经剪切、均质、杀菌等工艺步骤、接种保加利亚乳杆菌、唾液链球菌嗜热亚种等乳酸菌发酵，最终通过冷却灌装工艺制成的一种具有特殊风味的发酵乳制品^[5]。

1.2 现状

冰淇淋作为一种冷冻乳制品，因其丰富多样的口味、冰凉绵密的口感、新潮的包装设计，受到儿童、青少年、中年人等众多消费群体的青睐。

2014—2021年，我国冰淇淋市场增长迅速，市场规模从708 亿元增至1 600 亿元^[6]。艾媒咨询数据显示，2024年中国冰淇淋市场规模达1835 亿元，预计2030年将突破2334亿元^[7]。为满足消费者日渐增长的需求，多种新型冰淇淋产品（如低糖冰淇淋、益生菌冰淇淋等）不断丰富我国冰淇淋市场品类。其中，酒类冰淇淋尤为受到学界与业界的重点关注，其线上线下销售数据均呈显著增长趋势，市场接受度较高^[8~11]。

在乳制品市场中，酸奶因富含活性益生菌而具备改善消化功能、缓解乳糖不耐受症状的特性，相较于鲜乳及奶粉具有独特优势。同时，酸奶在保留牛奶各类营养物质的基础上，通过降解蛋白质和脂肪，提升了产品的可消化和利用程度，因而受到消费者的广泛青睐^[12]。2010—2020年，我国酸奶市场呈现出显著的扩张态势，年均增长率维持于两位数水平，其市值增速在全球范围内居于领先地位^[13]。目前市售酸奶依据生产工艺差异，主要可分为搅拌型、凝固型和果味型^[12]。以添加物成分为分类依据，现市售酸奶可分为果蔬型、谷物型、中药型、益生菌型和营养强化剂5 类，上述成分的添加有效赋予了酸奶独特风味^[14]。此外，依据糖分添加量，酸奶产品可分为无糖型、低糖型和高糖型3 类。

2 全发酵型冰淇淋酸奶的微生物学基础

当前，冰淇淋酸奶的工业化生产主要有3 种工艺，分别为经典法、常规法和混合法。经典法是将所有配料一次性投入，先制备酸奶，后进行凝冻工艺；常规法则采取分步操作，即先完成酸奶的生

产，再依据产品设计要求，按比例与其他辅料混合；混合法则先将鲜牛奶与除稳定剂外的其他配料混合并完成发酵，之后再与稳定剂进行混合^[3]。全发酵型冰淇淋酸奶与传统添加型酸奶冰淇淋的区别在于其完整的发酵过程，即所有原料（包括乳基和辅料）均参与发酵过程，而非在发酵后进行简单混合。上述工艺对发酵微生物群落有更高要求，需建立稳定高效的多菌种协同体系。基础发酵菌种仍以保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌为主，二者通过共生关系实现快速产酸与风味前体物质的合成：嗜热链球菌通过分解乳糖产生乳酸和甲酸，为保加利亚乳杆菌提供生长因子；而保加利亚乳杆菌则通过其蛋白酶水解蛋白质，释放氨基酸和小分子肽，进而促进嗜热链球菌的增殖。

产酸、产香与产黏特性构成了酸奶发酵剂的三大基本发酵特性。其中，产酸与产香特性是决定产品形成独特风味的关键因素^[15]，产黏特性与乳酸菌分泌胞外多糖（Exopolysaccharides, EPS）的能力直接相关，该能力是EPS能否成功形成的前提。EPS对酸奶的多种特性有显著影响，包括黏性、组织状态、口感、持水性和流变性等^[16]。现阶段，单一菌株通常难以同时具备多种优良的发酵特性。因此，一种可行的解决方案是通过复配不同菌株，充分发挥各自独特的发酵优势，从而改善整体发酵性能^[17]。为满足冰淇淋酸奶特殊的发酵要求，当前菌种选育方向已由单一酸度指标评估，转向对多重复合功能的综合考量，包括耐冷冻能力、产EPS能力以及特定风味物质合成能力。研究表明，某些嗜热链球菌突变株可在-20℃下保持60%以上的存活率，其冷冻耐受机

制与细胞膜脂肪酸组成改变（增加不饱和脂肪酸比例）和应激蛋白表达相关。商品浓缩式发酵剂，也称直投式发酵剂，是指经高度浓缩与标准化处理的冻干菌粉制剂。该制剂无需活化等预处理工序，可直接用于发酵原料乳。部分商业菌产EPS能力强^[18]，且活力强、种类多、活菌数高，从而简化了生产工艺，弥补了传统发酵剂的不足^[19, 20]，产EPS菌株能显著改善产品在冻融过程中的质构稳定性，减少冰晶形成。此类多糖作为天然增稠剂可部分替代人工添加剂，契合当前“清洁标签”的消费趋势。德氏乳杆菌保加利亚亚种产生的氨基酸，可以促进嗜热链球菌进一步生长^[21]，从而缩短发酵时间^[22]，提升发酵乳风味。

双歧杆菌、干酪乳杆菌和嗜酸乳杆菌等菌种，凭借其益生特性，已成为冰淇淋酸奶中常用的功能性发酵菌种。其通过微胶囊化技术（如海藻酸钠-壳聚糖双层包埋）或与保护剂（脱脂乳粉、甘油等）预混合，可显著提高此类常温型益生菌在发酵过程中的存活率及后续冷冻储存的稳定性。值得注意的是，全发酵型工艺要求所有添加的菌种具备代谢兼容性，以避免菌种间产生拮抗作用。这需要通过体外共培养实验结合代谢组学分析进行严格筛选（表1）。

3 冰淇淋酸奶的配方设计与质构调控

相关研究聚焦于益生菌冰淇淋酸奶配方优化，主要存在两个研究方向。其一是主张益生菌冰淇淋酸奶具备保健功能，能维护胃肠健康并促进营养物质的吸收；其二则认为该产品不具备特殊保健功效，其依据在于益生菌在产品储存过程中难以维持

表 1 全发酵型冰淇淋酸奶常用发酵菌种及其功能特性
Table 1 Common Fermentation Bacterial Strains Used in Fully Fermented Ice Cream Yogurt and their Functional Characteristics

菌种名称	最适生长温度（℃）	主要功能特性	在双态温控中的应用优势
嗜热链球菌	40 ~ 45	快速产酸、生成风味前体	高温期主导菌，缩短发酵时间
保加利亚乳杆菌	40 ~ 43	蛋白水解活性、产香	与嗜热链球菌共生，促进风味发育
动物双歧杆菌	37 ~ 41	益生功能、产乙酸	中低温期活性保持良好
干酪乳杆菌	30 ~ 37	耐酸耐胆盐、产 EPS	适应双态温控转换 - 适用性强，改善质构
嗜酸乳杆菌	35 ~ 38	肠道定植能力、降胆固醇	中低温期增殖良好

活性^[23]。冰淇淋酸奶的配方设计需在健康属性与感官品质间实现平衡，这涉及到酸奶基础成分优化和功能性配料乳清蛋白粉的科学配伍。

在产品配方设计维度，高蛋白指标酸奶的研发方向与当前产品高营养设计理念具有内在一致性。在配方设计过程中，通过采用更高比例的生牛乳（ $\geq 85\%$ ）作为原料，并辅以乳清蛋白粉的添加，能有效提升产品中优质蛋白质含量。Hamarsland等^[24]研究表明，天然乳清蛋白粉是制作高蛋白酸奶的最佳原料。Agarwal等^[25]研究证实，在牛奶中添加乳清蛋白粉可有效提升其蛋白质含量，从而增强高蛋白酸奶制作的可行性。乳清蛋白的添加可显著减少酸奶中的乳清析出，并改善其凝乳状态^[26]。

实现减糖、健康和美味是全发酵型冰淇淋酸奶研发的关键技术挑战。传统酸奶的制作过程中会添加8%~12%的蔗糖以调和产品酸甜度并改善口感^[27]。但过量摄入蔗糖易引发肥胖、动脉硬化、高血压、糖尿病及龋齿等多种健康风险^[28]。近年来，学术界已开展广泛研究，其中以木糖醇、低聚糖、聚葡萄糖、三氯蔗糖、纽甜、阿斯巴甜、安赛蜜等甜味剂代替蔗糖的相关技术已见诸多报道^[29]。然而，科研人员和消费者对大量使用化学合成甜味剂的安全性仍存在较大争议^[30]。天然甜味剂如木糖醇、甜菊糖苷、罗汉果甜苷等基本可满足理想甜味剂的相关要求。其中，从甜菊中提取的甜菊糖苷类甜味剂不仅甜度高、热量低，在体内不参加代谢、不蓄积、无毒性，且具有预防动脉硬化、心脏病、糖尿病、消炎、抗癌及增强免疫等多种生理功能^[31]。

质构调控是全发酵型冰淇淋酸奶研发的核心技术挑战之一。采用天然来源的明胶和果胶有助于提高酸奶产品的稳定性。明胶作为一种应用广泛的食品添加剂，在传统冰淇淋配方中具有较高的使用率，其主要功能在于提高冰淇淋的膨胀率、黏度和硬度。此外，明胶有助于保持冰淇淋的固有形态结构，并有效降低融化率。作为一种保护性胶体，明胶能抑制人体摄入的动植物蛋白质在胃酸作用下发生的凝聚作用，从而保护肠胃健康^[23]。酸奶发酵过

程中产生的乳酸会降低体系pH值，导致酪蛋白胶束不稳定，而在后续冷冻阶段形成的冰晶可能进一步破坏凝胶结构。质构特性是冷冻食品的核心品质指标，控制冰晶生长是调节冷冻物料质构特性的有效途径。果胶具有显著的冰晶生长抑制作用。果胶与水分子之间的相互作用能越高，氢键数量越多，果胶与水分子结合越紧密，其对冰晶生长的抑制效应越强^[32]。为保持产品在冷藏冷冻两种储存条件下的稳定性，现代工业常添加适量由明胶和果胶复配而成的稳定剂，达到抑制冰晶生长并提升产品黏度的目的。此外，部分产EPS的乳酸菌菌株可作为生物稳定剂，其分泌的 β -葡聚糖或杂多糖能形成三维网络结构，有效束缚水分并限制冰晶生长，从而使产品质地更加细腻，并使产品可以既能冷藏（2~6℃）又能冷冻（-18℃）储存，可以有冷藏冷冻“两吃”的食用方式。

全发酵型工艺在风味设计层面具备强化天然风味的独特优势。相较于传统工艺中后期添加香精的方式，该工艺通过在产品配方中加入稀奶油，有效提升了产品的奶香感与产品风味丰富度。稀奶油富含脂肪，适量添加可有效增加产品的奶香感。采用从动物乳源中提取的天然稀奶油作为风味来源，而非通过添加香精，从而使产品口感更为细腻。在发酵过程中，微生物代谢产生的挥发性化合物（如乙醛、双乙酰、丙酮等）能与乳基质更充分地融合，进而形成更协调的风味轮廓。通过调控发酵工艺参数，降低发酵温度并延长发酵时间，可显著提升产品中风味物质的多样性与强度，尤其能够促进具有清新果香的酯类化合物（如乙酸乙酯、丁酸乙酯）的生成。此外，将部分水果或谷物原料（如燕麦、莓果）在发酵前而非发酵后添加，可使上述辅料中所含糖类被微生物部分代谢转化，从而不仅能降低最终产品的残糖量，亦有助于产生更复杂的风味层次（表2）。

4 功能特性与健康效益评估

全发酵型冷冻冰淇淋酸奶的健康属性显著优于

表 2 全发酵型冰淇淋酸奶常见质构缺陷及解决方案
Table 2 Common Texture Defects and Solutions for Fully Fermented Ice Cream Yogurt

常见质构缺陷	产生原因	解决方案	技术要点
冰晶粗大	冷冻速率过慢，水分迁移	速冻工艺控制（-30℃以下急冻）	使产品快速通过最大冰晶生成带
质地松散	蛋白网络强度不足	选用高 EPS 产生菌株或添加纤维类稳定剂	发酵前评估菌株产多糖能力
乳清析出	pH 值过低或冻融不稳定	控制发酵终点酸度，添加果胶等亲水胶体	监测滴定酸度，及时终止发酵
砂质感	乳糖结晶或甜味剂溶解不完全	使用酶法水解乳糖，优化甜味剂复配	考虑 β - 半乳糖苷酶处理
后味苦涩	蛋白过度水解或某些益生菌代谢产物	筛选低蛋白水解活性菌株，优化发酵温度曲线	注重菌种配伍性测试

传统的乳制品和冰淇淋产品。相较于传统冰淇淋，全发酵型产品通常对益生菌的活性及数量有更高要求，不仅能提供感官愉悦和美味口感，还能提供更高的营养价值。

酸奶作为一种营养丰富的食品，其健康效益主要源于多组分协同作用机制。一方面，其特有的有机酸、芳香物质、抗生物物质、EPS、活性酶及乳酸菌增殖因子等成分共同参与生理调节过程。另一方面，乳酸菌中的乳糖酶可分解部分乳糖，从而有助于缓解特定人群的乳糖不耐受症状。此外，乳酸菌产生的次级代谢产物能抑制肠道内腐败菌的繁殖并降低其毒素产量，进而改善肠道生态环境，并表现出潜在的防癌作用^[33]。同时，酸奶可促进胃液分泌、降低血清胆固醇水平，这些特性使得其相较于纯牛奶更易于被人体消化吸收^[34]。依据《GB 19302—2025 食品安全国家标准 发酵乳》^[35]，酸奶中乳酸菌数需 $\geq 1.0 \times 10^6$ CFU/g，这些活菌及其分泌的生物活性物质（如细菌素、短链脂肪酸、EPS等）可通过调节肠道菌群、调控免疫应答等多途径发挥健康促进作用^[36]。冷冻冰淇淋酸奶在代谢健康领域展现出潜在的应用优势。研究表明，相较于传统发酵乳制品，添加抗性淀粉的发酵产品对部分慢性疾病具有干预作用。随着研究的深入，多项证据表明抗性淀粉有助于维持肠道正常功能、调节肠道菌群紊乱，从而对慢性疾病的发生与发展产生积极影响^[37]。

在消费者关注的能量摄入和体重管理领域，相较于传统高糖高脂产品，高蛋白低糖配方的全发酵型酸奶冰淇淋已成为能量控制和体重管理人群的理想选择。近年来，市场调研数据显示，此类产品广受欢迎的原因在于其既能满足消费者对甜食的感官需求，又能通过较高的蛋白质含量满足人体每日的能量摄入和营养需求。在中国市场，类似产品也开始宣传“每份热量低于100 kcal”的特性，以迎合关注体重的年轻女性群体和健身人群的轻食需求。同时，部分产品开始宣传其低GI属性，通过寻求权威机构进行低GI认证，并在产品包装上标示相应低GI认证标志，以便消费者清楚了解产品特性，从而选购低GI产品。

酸奶产品独特的抗氧化特性主要取决于其发酵工艺。研究发现，乳酸菌的抗氧化作用机制主要基于清除自由基、螯合金属离子、提高抗氧化酶活力等途径^[38]。针对乳酸菌益生特性的研究表明，植物乳植杆菌、短乳杆菌、发酵粘液乳杆菌、鼠李糖乳酪杆菌等乳酸菌可在动物机体内发挥其抗氧化活性^[39]。

5 产业化挑战与未来发展趋势

全发酵型冰淇淋酸奶具有广阔市场前景，然而其工业化生产进程仍面临诸多技术瓶颈与挑战。首要挑战在于对专业化生产设备的需求度高。当前，传统冰淇淋生产线难以满足发酵工艺所需的卫生要求和温度精准控制要求，无法确保产品发酵过程的

稳定性和活菌数达标，而改造或新建专用生产线则需要投入大量资金以完成设备升级。发酵终产品既能冷藏（2~6℃）又能冷冻（-18℃）储存，这对产品配方设计、质构的稳定性和内外包装材料均提出了较高要求。

平衡发酵效率与功能特性是菌种技术研发的关键点。乳品企业在生产发酵产品时，期望缩短发酵周期，然而，诸如产EPS的干酪乳杆菌等功能性菌株，通常需要较长的发酵时间（8~12 h）才能完成发酵并充分表达其特有属性。为调和菌种特性和工业化生产需求之间的矛盾，可考虑采取以下策略：

（1）开发具有快速增殖能力的基因工程菌株（需评估相关法规限制）；（2）优化菌种复配方案，使不同菌株在2~6℃的冷藏环境和-18℃的冷冻储存条件下发挥协同作用；（3）采用分段发酵工艺，将功能菌株的发酵阶段延后至主发酵完成后的低温条件下进行。此外，冷冻保护剂的选择构成另一挑战。尽管甘油、海藻糖等传统保护剂能有效提高菌体的冷冻存活率，但其可能对产品感官品质产生不良影响，或不符合清洁标签的要求。因此，当前研究倾向于探索乳蛋白水解物、植物多糖等天然来源的替代方案。

当前市场存在一个典型的消费认知误区。消费者对“冷冻酸奶”与“酸奶冰淇淋”的概念界定不清晰，常将两者混为一谈，误认为是相同产品。在进行产品推广与试饮活动时，需向消费者明确传达全发酵型产品的核心价值——其不仅含糖量较低，更含有特有的乳酸菌或益生菌及其潜在健康功效。网络传播和媒体普及或可成为建立消费者信任的有效途径。从国家当前倡导的“三减三健”健康导向出发，结合药食同源、国潮养生理念的普及，在产品中融入更多传统食补元素和中医养生理论的发酵型产品，有望开辟全新的市场领域，吸引更广泛的消费群体。

参考文献

[1] Wang X L, Kong X Z, Zhang C M, et al.Comparison of

physicochemical properties and volatile flavor compounds of plant-based yoghurt and dairy yoghurt[J].Food Research International, 2023, 164 : 112375.

[2] Ahmad I, Hao M Y, Li Y, et al.Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges-A review[J].Trends In Food Science & Technology, 2022, 129 : 558-580.

[3] 张佳程, 边春媛, 张京丽, 等.冷冻酸奶的三种工艺流程的比较[J].食品科技, 2002 (1) : 53-54.

[4] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会.GB/T 31114—2024 冰淇淋质量要求[S].

[5] 杨仁琴, 印伯星.酸奶加工技术研究进展[J].食品工业, 2017, 38 (6) : 243-247.

[6] 彭敏, 王婷, 张迎庆, 等.功能性冰淇淋的研究进展[J].湖北农业科学, 2021, 60 (S1) : 20-24.

[7] 王瑞红.冰淇淋卷向新中式 千亿市场冰爽来袭[J].中国食品工业, 2025 (12) : 10-11.

[8] 董菲.经济日报携手京东发布数据——冰淇淋呈多样化发展趋势[N].经济日报, 2023-07-31 (009) .

[9] 悦文.千亿冰淇淋市场角逐“加减法” [J].中国商界, 2022 (7) : 86-89.

[10] 赵昂.冰淇淋市场竞争需要融合新场景[J].中国食品工业, 2023 (14) : 1.

[11] 李媛.冰淇淋行业竞争升级 细分赛道亮点不断[N].中国经营报, 2022-04-18.

[12] 崔斐.甘蔗酸奶加工工艺及其品质研究[D].南宁: 广西大学, 2021.

[13] 陈.中国酸奶市场发展前景良好[J].福建轻纺, 2017 (6) : 13-14.

[14] 闫志鹏.藜麦姜汁酸奶的研制及其对砷毒性的缓解作用[D].太原: 山西大学, 2020.

[15] Escobar D, Clark S, Ganesan V, et al.High-pressure homogenization of raw and pasteurized milk modifies the yield, composition, and texture of queso fresco cheese[J].Journal of Dairy Science, 2011, 94 (3) : 1201-1210.

[16] Tan W S, Arulselvan P, Karthivashan G, et al.Moringa oleifera flower extract suppresses the activation of inflammatory mediators in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages via NF-κ B pathway[J].Mediators of Inflammation, 2015 (2015) : 743-753, 376.

[17] 黄艳娜, 游春苹, 刘振民.保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌相互作用的研究进展[J].乳业科学与技术, 2016, 39 (6) : 25-28.

[18] Madhubasani G B L, Prasanna P H P, Chan Drasekara A, et al.Exopolysaccharide producing starter cultures positively influence on microbiological, physicochemical, and sensory properties of probiotic goats'milk set-yoghurt[J].Journal of Food

- Processing and Preservation, 2020 (44): e14361.
- [19] 华晓曼, 贾冬梅, 王雨珊, 等.发酵乳制品直接式发酵剂生产现状与研究进展[J].中国乳品工业, 2016, 44 (7): 23-27.
- [20] 赵晋, 王娇.直接式酸奶发酵剂的应用与研究现状[J].中国乳业, 2006 (11): 54-56.
- [21] Markakiou S, Gaspar P, Johansen E, et al.Harnessing the metabolic potential of *Streptococcus thermophilus* for new biotechnological applications[J].Current Opinion in Biotechnology, 2020 (61): 142-152.
- [22] 官雪芳, 郑怡, 徐庆贤, 等.一株酸奶发酵嗜热链球菌的选育研究[A].中国食品科学技术学会.乳酸菌健康及产业化: 第十一届乳酸菌与健康国际研讨会摘要汇编[C].石家庄, 2016.
- [23] 何蓉涵, 邹月, 董建华, 等.益生菌酸奶冰激凌物理化学特性及活菌变化研究[J].农产品加工, 2017 (19): 11-15, 18.
- [24] Hamarstrand H, Laahne J A L, Paulsen G, et al.Native whey induces higher and faster leucinemia than other whey protein supplements and milk: A randomized controlled trial[J].BMC Nutrition, 2017, 3: 1-10.
- [25] Agarwal S, Beausire R L W, Patel S, et al.Innovative uses of milk protein concentrates in product development[J].Journal of Food Science, 2015, 80 (S1): A23-A29.
- [26] 付丽, 刘旖旎, 陈丹雅, 等.乳清蛋白粉对凝固型酸奶品质的影响[J].食品工业科技, 2020, 41 (13): 39-45.
- [27] 王富云, 王成财, 王哲铭, 等.虾青素微球对酸奶品质与风味的影响[J].食品科学, 2021, 42 (8): 172-178.
- [28] Stanhope K L.Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy[J].Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences, 2016, 53 (1): 52-67.
- [29] Park H, Yu S.Policy review: Implication of tax on sugar-sweetened beverages for reducing obesity and improving heart health[J].Health Policy and Technology, 2019, 8 (1): 92-95.
- [30] Luo J, Zhang Q, Cao M, et al.Ecotoxicity and environmental fates of newly recognized contaminants-artificial sweeteners: A review[J].Science of the Total Environment, 2019 (653): 1149-1160.
- [31] Kwok D, Scott C, Strom N, et al.Comparison of a daily steviol glycoside beverage compared with a sucrose beverage for four weeks on gut microbiome in healthy adults[J].The Journal of Nutrition, 2024, 154: 1298-1308.
- [32] 马有川, 毕金峰, 易建勇, 等.果胶甲酯基和酰胺基对冰晶重结晶的影响[J].农业工程学报, 2024, 40 (23): 342-349.
- [33] 高晓夏月.酶法降解乳糖及在酸奶冰淇淋产品中的应用[D].天津: 天津商业大学, 2019.
- [34] 康欢.酸奶中风味物质与酶活及感官特性关系的初探[D].哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [35] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局.GB 19302—2025 食品安全国家标准 发酵乳[S].
- [36] 杨明阳, 田建军, 景智波, 等.乳酸菌抗氧化调控体系研究进展[J].食品科学, 2018, 39 (15): 290-295.
- [37] 何冰冰, 方桂红, 陈雨蓓, 等.抗性淀粉对慢性疾病肠道菌群功能影响的研究进展[J].粮食与油脂, 2025, 38 (5): 7-11.
- [38] 杨明阳, 田建军, 景智波, 等.乳酸菌抗氧化调控体系研究进展[J].食品科学, 2018, 39 (15): 290-295.
- [39] 孙钰薇, 张诗瑶, 刘志佳, 等.发酵食品中乳酸菌的健康功效研究进展[J].食品与发酵工业, 2021, 47 (23): 280-287.