板栗乳饮料加工工艺研究

陈晋明

(山西农业大学食品科学与工程学院 山西太原 030801)

摘要:本研究系统深入地探讨了板栗乳饮料的工业化加工工艺体系,重点围绕原料预处理工艺、乳化稳定技术、风味调配方案以及杀菌工艺参数等核心关键技术环节展开了全面研究。在实验过程中,首先通过单因素变量控制试验初步筛选出各工艺参数的合理范围,随后采用正交试验设计方法对板栗浆制备工艺参数进行了系统优化。在此基础上,通过反复试验验证,最终确定了最优的复合乳化稳定剂配方组成及其添加比例。经过严格的感官评定和理化指标检测,成功开发出了具有浓郁板栗风味、口感细腻滑爽、体系稳定均一的板栗乳饮料系列产品。该研究成果不仅为板栗深加工产品的工业化生产提供了可靠的技术参数和工艺路线,同时也为促进我国特色农产品资源的高附加值转化利用开辟了新的途径,对推动板栗产业转型升级和提质增效具有重要的实践指导意义。

关键词:板栗;乳饮料;加工工艺;稳定性;风味调配

引言

板栗作为一种营养丰富的坚果类食品,其营养价值主要体现在含有丰富的维生素(如维生素B1、B2、C等)、多种人体必需的矿物质元素(包括钾、镁、铁、锌等)以及有益健康的不饱和脂肪酸。然而,在传统的板栗加工领域,加工方式相对单一,主要以糖炒栗子、栗子糕等初级加工产品为主,这种简单的加工模式导致板栗产品的附加值较低,难以充分发挥板栗的营养价值和经济价值。针对这一现状,开发板栗乳饮料这一新型加工产品具有多重意义:一方面可以大大丰富板栗加工产品的种类,满足消费者对多样化板栗制品的需求;另一方面通过深加工可以显著提高板栗的经济价值,促进板栗产业的可持续发展。

一、原料选择与预处理工艺研究

板栗原料的品质优劣对最终产品的质量具有决定性影响。为确保实验结果的可靠性,本研究严格筛选新鲜度良好、颗粒饱满、无病虫害及机械损伤的优质板栗作为实验原料。在预处理环节,我们系统性地实施了去壳、脱衣和护色三个关键工艺步骤。去壳工序创新性地采用机械切割与热烫协同处理的技术方案:首先使用专用设备在板栗外壳精准切割十字形开口,随后将板栗置于恒温90℃的热水中进行2分钟烫漂处理,这种方法不仅能够有效软化坚硬的外壳,还能最大限度地保持果肉完整性,显著提高去壳效率。

脱衣工艺是影响产品口感品质的核心环节。通过系

列对比实验发现,采用浓度为0.5%的食品级碳酸氢钠溶液,在严格控制温度85℃的条件下浸泡处理5分钟,既能完全去除板栗表面难以处理的内衣,又能将果肉组织的损伤程度降至最低。在护色处理方面,研究采用0.1%抗坏血酸与0.05%柠檬酸复配的混合溶液进行浸泡,这种复合护色剂能够通过协同作用有效抑制多酚氧化酶的活性,显著延缓板栗果肉的酶促褐变反应,从而长期保持产品天然的淡黄色泽。

经过上述预处理工序的板栗原料需要立即进入后续加工流程或采取适当的保存措施。实验数据表明,在-18℃的低温冷冻条件下保存3个月,板栗原料的感官品质、营养成分及加工性能均未出现显著变化,这种保存方式完全能够满足食品工业化生产中原料长期储备的工艺要求,为规模化生产提供了可靠的原料保障。

二、板栗浆制备工艺优化

板栗浆的制备工艺是影响板栗饮料最终品质的关键控制环节。本研究采用热烫软化-磨浆-均质的三步法工艺流程,通过优化各工序参数来获得品质优良的板栗浆。首先将经过清洗、去壳等预处理的新鲜板栗仁置于95℃恒温热水中进行烫漂处理,烫漂时间严格控制在8分钟。这一步骤能够促使板栗中的淀粉充分糊化,显著提高后续磨浆工序的效率。值得注意的是,烫漂时间需要精确把控:时间过长会导致可溶性糖类、蛋白质等营养物质大量流失;而时间不足则会影响淀粉糊化程度,进而降低磨浆效果。

磨浆工艺参数的优化通过系统的正交试验设计完成。经过多次实验验证,当采用料水比 1:4 (w/w)、磨浆温度维持在 60℃、磨浆时间控制在 5 分钟时,可以获得组织状态细腻、稳定性良好的板栗浆。为进一步提升浆体品质,采用胶体磨进行二次研磨,并将研磨间隙精确调整至 50 μm。该工艺条件下,板栗浆的粒径分布 D90 值可稳定控制在 45 μm 以下,确保最终产品具有细腻顺滑的口感,完全不会出现颗粒感。

均质处理是提高板栗浆稳定性的重要工序。实验结果表明,在 25MPa 的工作压力下进行两次均质处理,能够有效破碎浆体中的大颗粒物质,使浆体组织更加均匀稳定。最终制备完成的优质板栗浆应符合以下质量标准:可溶性固形物含量控制在 12-14° Brix 范围内,pH 值维持在 5.8-6.2 之间。这样的板栗浆基料不仅具有良好的稳定性,还能为后续饮料调配工序提供理想的原料基础,确保最终产品的品质稳定。

三、乳化稳定系统构建

板栗乳饮料作为一种典型的复杂多相分散体系,其稳定性问题主要表现为易发生相分离和沉淀现象。通过系统的实验筛选和配方优化研究,最终确定采用由蔗糖酯、单甘酯和黄原胶三种功能性食品添加剂组成的复合乳化稳定系统,该组合表现出最佳的稳定效果。具体而言,在乳化剂的选择上,将具有良好亲水亲油平衡值的蔗糖酯与单甘酯按照 3:2 的精确比例进行科学复配,总添加量控制在 0.15% 的适宜范围内,这种配比能够显著降低油水两相间的界面张力;同时添加 0.08% 的黄原胶作为稳定剂,其独特的高分子结构能够在体系中形成稳定的三维网状凝胶结构,有效防止颗粒沉降。

在乳化工艺参数的优化研究中发现,采用分阶段温度控制的工艺最为理想:首先在 60℃ 的温和条件下进行低速搅拌,确保各类稳定剂能够充分溶解和分散;随后将体系温度提升至 70℃ 时加入预先复配好的乳化剂;最后在 20MPa 的高压条件下进行均质处理,这样可获得具有优异稳定性的乳化体系。经过该优化工艺制备的板栗乳饮料产品,在 4℃ 冷藏和 25℃ 常温条件下储存 30 天后,沉淀率均能控制在 5% 以下,表现出良好的储存稳定性。

进一步的离心稳定性测试结果表明,经过优化的复合乳化系统在 3000r/min 的高速离心条件下持续 15 分钟后,体系仍能保持良好的均匀性,无明显分层现象。通过激光粒度分析仪测定发现,乳液颗粒的平均粒径为

0.45 μm,且粒径分布呈现较窄的单峰特征,这种均匀细小的粒径分布是确保产品长期保持稳定状态的关键因素。

四、配方设计与风味调配

本研究通过系统的感官评价实验确定了板栗乳饮料的基础配方组成。经过多次配方优化测试发现,当板栗浆含量控制在 25%、脱脂乳粉添加量为 4%、白砂糖添加量为 6% 时,所制得的产品在香气浓郁度和口感顺滑度方面达到了最佳平衡状态。实验数据表明,板栗浆含量过高(超过 30%)会导致饮料质地过于浓稠,饮用时产生明显的粘腻感;而板栗浆含量过低(低于 20%)则会使产品缺乏板栗特有的风味特征,无法满足消费者对板栗风味的期待。

在风味增强方面,研究团队通过添加微量调味成分显著提升了产品的风味层次感。具体而言,添加 0.1% 的食用盐能够有效突出板栗天然的甜味特征,这是由于食盐中的钠离子可以与味蕾上的甜味受体产生协同作用;同时添加 0.05% 的香兰素则能够强化乳制品的香气特征,使整体风味更加饱满。为满足现代消费者对健康饮品的需求,研究还开发了低糖配方方案,采用高效甜味剂三氯蔗糖(添加量 0.015%)替代 30% 的白砂糖,在保证甜味感知强度的前提下,成功将产品总糖度降低了 30%,且感官评价显示这一配方仍保持了良好的消费者接受度。

饮料的酸碱度调节是影响风味表现的关键因素之一。实验结果表明,将产品 pH 值精确控制在 6.3-6.5 的弱酸性范围内,能够促进板栗风味物质与乳香成分的协调融合,避免出现风味分离现象。此外,通过添加 0.3% 的麦芽糊精可以显著改善产品的口感特性,这种具有适度甜度和良好溶解性的碳水化合物能够有效中和板栗淀粉带来的颗粒感,赋予饮料更加圆润顺滑的质地特征,同时减少饮用后口腔中的淀粉残留感。

五、杀菌工艺研究

杀菌工艺作为食品加工过程中的关键环节,其处理方式的选择和参数设置将直接影响产品的微生物安全性和货架期稳定性。本研究通过对比实验,系统考察了巴氏杀菌(85℃/15s)、高温短时杀菌(95℃/30s)和超高温瞬时杀菌(121℃/3s)三种典型杀菌方式的效果差异。实验数据表明,超高温瞬时杀菌工艺凭借其高温短时的特点,能够完全灭活包括耐热芽孢菌在内的各类微生物,

在 37℃ 加速贮藏试验条件下, 产品微生物指标保持合格状态的时间可延长至 6 个月, 显著优于其他两种杀菌方式。

在杀菌过程中, 美拉德反应引起的非酶褐变现象会对产品色泽产生重要影响。研究发现, 通过将杀菌前的产品 pH 值严格控制在 6.5 以下, 并添加 0.01% 的 L-半胱氨酸作为褐变抑制剂, 可有效阻断美拉德反应的过度进行。同时, 杀菌后立即采用快速冷却工艺将产品温度降至 25℃ 以下, 不仅能够抑制残余微生物的生长繁殖, 还能最大限度地保持产品原有的新鲜风味特征。

进一步的实验还揭示, 在杀菌前对物料进行真空脱气处理 (真空度控制在 0.06MPa) 能够显著降低体系中的溶解氧含量, 从而减少热加工过程中的氧化反应发生。这一预处理措施使得产品中热敏性维生素的保留率得到明显提升。经过工艺优化后, 维生素 C 的保留率可稳定维持在 85% 以上, 同时产品的色泽和风味品质均保持良好状态, 达到了预期的工艺改进目标。

六、灌装与包装技术

灌装技术对产品保质期有重要影响。实验采用无菌冷灌装技术, 灌装环境达到 100 级洁净度, 可有效防止二次污染。PET 瓶包装经双氧水灭菌和无菌水冲洗后, 产品在常温下的保质期可达 9 个月。

包装材料选择实验表明, 采用阻氧性 $> 3\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 的 PET 瓶, 配合铝箔封口膜, 能有效防止氧化变质。充氮包装 (顶空氧含量 $< 2\%$) 可进一步延长保质期, 特别是对含不饱和脂肪酸较高的配方效果显著。

标签设计应考虑遮光性, 实验证明采用白色或不透明标签能有效防止光照导致的维生素损失和风味变化。包装规格以 250mL 和 500mL 为主, 符合大多数消费者的单次饮用量需求。

七、产品质量标准建立

根据实验结果制定了板栗乳饮料的企业质量标准。感官指标要求: 呈均匀的乳黄色, 具有板栗特有的香气和乳香, 口感细腻, 无肉眼可见杂质。理化指标规定: 可溶性固形物 $\geq 8^\circ$, 蛋白质 $\geq 0.8\%$, 脂肪 $\geq 1.2\%$, pH 值 6.0-6.8。

微生物指标严格执行 GB7101-2015 标准, 要求菌落总数 $\leq 10000\text{CFU}/\text{mL}$, 大肠菌群 $\leq 3\text{MPN}/\text{mL}$, 霉菌 $\leq 20\text{CFU}/\text{mL}$, 致病菌不得检出。保质期试验采用加速试验法 (37℃/14 天相当于常温 3 个月) 评估, 确保产品在保

质期内的安全性。

建立了完善的质量控制点, 包括原料验收、杀菌效率验证、灌装无菌保障等关键环节的监控措施。每批次产品留样观察, 定期进行感官和理化指标跟踪测试。

八、工艺放大与生产验证

在实验室工艺优化的基础上, 进行了中试放大试验。采用 500L 调配罐和管式杀菌系统, 验证了工艺的可行性。结果表明, 放大生产的产品与实验室样品在品质上无显著差异, 工艺参数具有较好的可放大性。

生产过程中发现, 板栗浆的制备需要严格控制淀粉糊化程度, 工业化生产中采用螺旋式热烫机, 温度控制在 $95 \pm 2^\circ\text{C}$, 时间 8 ± 0.5 分钟, 可保证批次间的一致性。乳化工序采用高剪切乳化泵, 转速 3000rpm, 可使乳化效果达到最佳。

成本核算显示, 按优化工艺生产的板栗乳饮料原料成本约为 1.2 元/250mL, 加上包装和生产成本, 总成本控制在 2.0 元以内, 市场竞争力良好。产品经消费者品尝测试, 接受度达到 85% 以上。

结论

本研究建立了完整的板栗乳饮料加工工艺, 解决了原料处理、乳化稳定、风味调配等关键技术问题。优化的工艺参数为: 板栗浆含量 25%, 复合乳化稳定剂添加量 0.23%, 超高温杀菌 $121^\circ\text{C}/3\text{s}$ 。所得产品口感细腻, 风味协调, 稳定性良好, 保质期可达 9 个月。该工艺具有工业化生产可行性, 为板栗深加工提供了新的技术方向。

参考文献:

- [1]王雪莹. 浊汁纯板栗饮料加工工艺及其稳定性研究[D]. 河南科技大学, 2019.
- [2]周畅,周浓,杨志娟,等. 板栗饮料加工中防褐变和稳定性的技术探索 [J]. 中国热带农业, 2015, (04): 80-83.
- [3]王思文,曲迪,文连奎. 板栗乳饮料加工工艺及配方研究 [J]. 农产品加工, 2015, (12): 34-36.
- [4]王思文. 板栗乳酸发酵饮料加工工艺研究[D]. 吉林农业大学, 2015.
- [5]吴超平. 板栗浊汁饮料加工工艺的研究[D]. 合肥工业大学, 2015.

作者简介: 陈晋明, 1980.06, 男, 汉, 山西盂县, 毕业于山西农业大学, 硕士研究生, 食品安全专业, 研究方向: 食品安全、农产品加工。