

《酿造用盐》行业标准编制说明

（草稿）

一、工作简况

1 任务来源

本项目是根据工业和信息化部行业标准制修订计划（工信厅科函〔2023〕291号），计划编号为2023-1731T-QB，项目名称“酿造用盐”进行制定，主要起草单位：天津科技大学、国盐检测（天津）有限公司、江苏苏盐井神股份有限公司、天津长芦汉沽盐场有限公司、雪天盐业集团股份有限公司、大连工业大学、北京工商大学、中国盐业股份有限公司，计划完成时间2025年10月。

2 主要起草过程

2.1 前期组织及调研工作

标准起草任务下达后，起草单位迅速组织人员成立了标准起草工作组。通过讨论，工作组初步明确了标准起草进程安排和各起草单位分工。

2.2 标准草案的建立

标准起草工作组对10种不同氯化钾、氯化镁、氯化钙含量、2种不同粒径、3种不同晶型的共15种食用盐进行54天酱油固稀结合发酵和食醋发酵，发酵结束测定酱油颜色指数、氨基酸态氮转化率、感官评价、蛋白质利用率和风味物质成分，以及对食醋进行感官评价

和理化指标测定，确定发酵效果最好的酿造用盐理化指标。酿造用盐各项指标要求和检测方法的科学性进行了充分验证，通过大量讨论，最终形成了标准草稿。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准的制定符合产业发展的需要，充分考虑了产业发展现状、趋势及产品生产和使用双方的要求，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则制定了本标准。在本标准的编写结构和内容编排等方面依据“标准化工作导则、指南和编写规则”系列标准的要求，进行了编写。

2 标准主要内容

本文件规定了酿造用盐的感官、理化等要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标签、包装、运输和贮存的内容，同时给出了便于技术规定的术语和定义、分类。

本文件适用于酿造用盐的生产、检验和销售。

2.1 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

2.2 要求

本标准对酿造用盐的感官要求、理化指标、污染物限量、净含量

要求等进行了规定。

2.2.1 感官要求

酿造用盐感官要求参考了 GB 2721—2015《食品安全国家标准 食用盐》和 GB/T 5461-2016《食用盐》的感官要求。

2.2.2 理化指标

本标准规定了酿造用盐的氯化钠、钾、镁、钙、粒径、白度、水分、水不溶物、碘、亚铁氰化钾等指标要求。

2.3.2.1 氯化钠、钾、镁、钙、粒度

普通酿造用盐中氯化钠含量参照 GB/T 5461-2016《食用盐》进行规定。钾、镁、钙依据实验验证结果进行规定。

2.3.2.2 白度

酿造用盐产品以晶莹剔透的良好感官受到消费者的喜爱，白度对酿造用盐的感官影响很大，同时酿造用盐的生产过程是一个精制的过程，白度也反应了酿造用盐精制的程度，同时还可以实现酿造用盐与一些日晒盐的区分，因此设置了白度指标，酿造用盐普遍粒度较大，白度值不高，白度限量值参考了 GB/T 5461-2016《食用盐》中日晒盐一级品的指标要求。

2.3.2.3 水分

酿造用盐特殊的生产方式使其水分含量很高，且高水分是酿造用

盐维持晶莹剔透晶体造型的需要。调研各酿造用盐生产企业的企业标准，标准规定的水分含量最高限值在 8g/100g 至 15g/100g 范围内，其中 77.8%为 10g/100g 以下，因此本标准设定 10g/100g 为水分的最高限定值。

2.3.2.4 水不溶物

酿造用盐结晶前经过沉淀、过滤等环节，水不溶物含量较低，本标准参照了 GB/T 5461-2016《食用盐》中精制盐二级品的指标要求。

2.3.2.5 碘、亚铁氰化钾

食用盐承担着我国消除碘缺乏病的重要责任，酿造用盐作为食用盐的一种，加碘量应符合 GB 26878《食品安全国家标准 食用盐碘含量》相关规定，未加碘盐碘含量规定参照了 GB 2721—2015《食品安全国家标准 食用盐》要求。酿造用盐由于粒度大，水分含量高，一般不添加抗结剂，但随着酿造用盐产业的发展，可能会以井矿盐为原料，为防止原料带入引起超标的风险，本标准以食品安全国家标准为依据，规定了常用的抗结剂亚铁氰化钾的限量要求。

2.3.3 污染物限量

本标准依据 GB 2762-2022《食品安全国家标准 食品中污染物限量》和 GB 2721-2015《食品安全国家标准 食用盐》设定了铅、总砷、镉、总汞、钡共 5 项指标要求。

2.3.4 净含量

净含量应符合《定量包装商品计量监督管理办法》的规定，依据 JJF 1070《定量包装商品净含量计量检验规则》进行检验。

2.4 试验方法

本标准规定了各个指标相应的试验方法，基本采用现成的检测方法标准，适用性良好。

2.5 检验规则、标签、包装、运输和贮存

本标准还规定了酿造用盐的检验规则、标签、包装、运输和贮存等内容，规定内容与其他食用盐的要求基本一致。

3 解决的主要问题

制定酿造用盐行业标准可系统性解决当前食品加工用盐与酿造工艺适配性不足的问题。通过明确氯化钠纯度、重金属限量等核心指标，能有效杜绝工业盐滥用于酱油、食醋等发酵产品生产的行为，从源头避免亚硝酸盐超标带来的致癌风险。标准将细化粒度分布、晶型等工艺参数，改善高盐稀态发酵中盐分渗透不均的问题，提升酱油风味物质生成效率。此外，专项标准能填补现有 GB 2721 等通用标准对微量元素梯度等酿造特殊需求的空白，例如通过钙镁离子含量控制优化发酵菌群活性，既保障食品安全，推动传统酿造工艺的现代化升级，又规范市场秩序，保护各方的合法利益，促进相关产业健康发展。

三、主要试验（或验证）情况

（一）食用盐成分、粒度和晶型对酱油发酵的影响

1 试验方案

本标准采用单一因素变量法，用 10 种不同氯化钾、氯化镁、氯化钙含量、2 种不同粒径、3 种不同晶型的共 15 种食用盐进行 54 天酱油固稀结合发酵，分别在 9d、18d、27d、36d、45d、54d 取样测定理化指标（pH、总酸、还原糖、氨氮、全氮、盐含量、乙醇、铵盐、），发酵结束测定颜色指数、氨基酸态氮转化率、感官评价、蛋白质利用率以及风味物质成分。

1.1 不同类型盐的组成

样品编号	六水氯化镁	氯化钙	氯化钾	氯化钠	盐添加方式
1	0	0	0%	100%	盐水
2	0	0	1%	99%	盐+水
3	0	0	2%	98%	盐+水
4	0	0	3%	97%	盐+水
5	0	1%	0	99%	盐+水
6	0	2%	0	98%	盐+水
7	0	3%	0	97%	盐+水
8	1%	0	0	99%	盐+水
9	2%	0	0	98%	盐+水
10	3%	0	0	97%	盐+水
11	粒径 0.355-0.6mm				盐+水
12	粒径 0.6-0.85mm				盐+水
13	立方体				盐+水
14	雪花盐				盐+水
15	球形盐				盐+水

1.2 发酵工艺

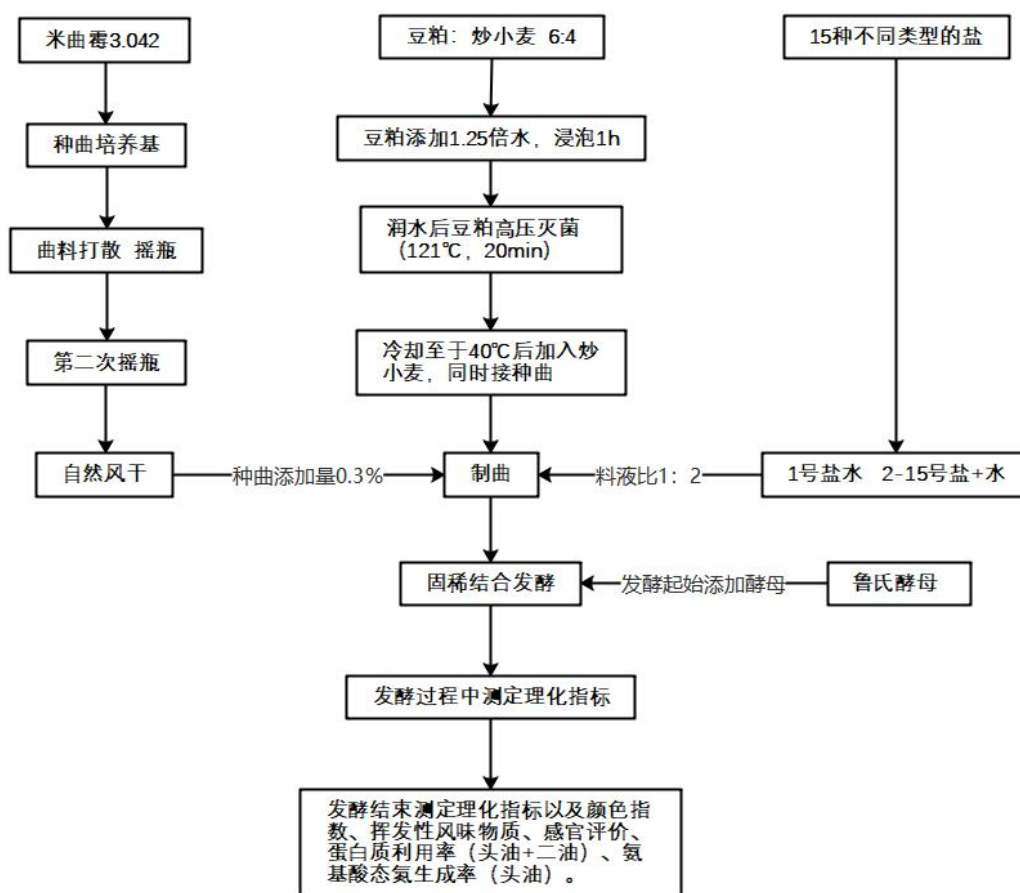


图 1 发酵工艺

2 实验结果

2.1 不同类型盐发酵过程中 pH 的变化

2.1.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中 pH 的变化

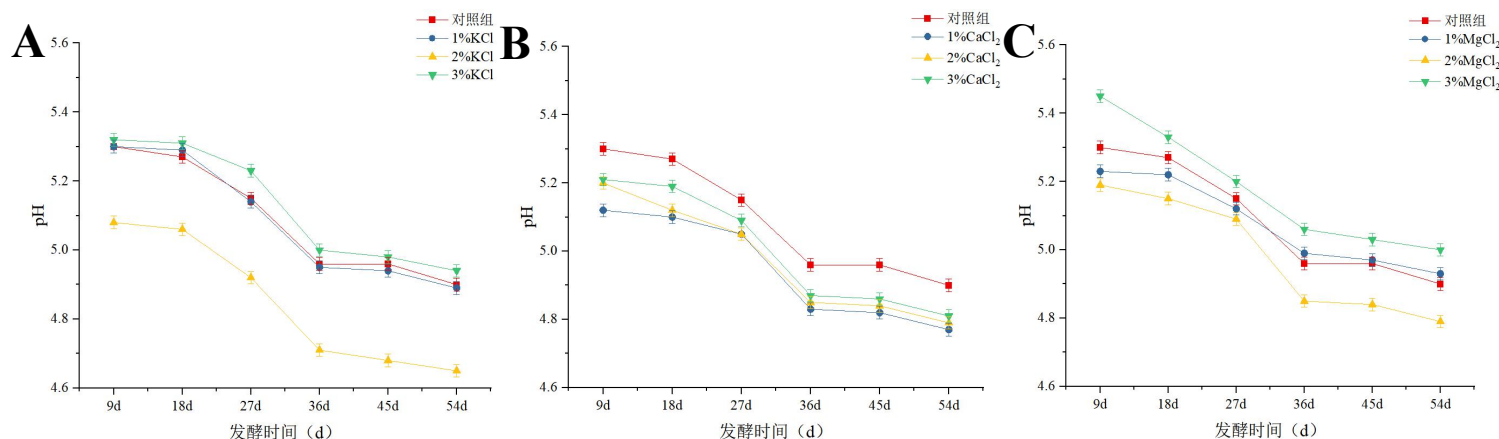


图 2-1 在不同元素盐替代量下发酵过程中 pH 的变化

如图 2-1 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的 pH

变化。发酵酱油中的 pH 是微生物代谢、酶活性、原料分解及风味形成等多因素动态平衡的综合体现。它也是终止发酵的参考指标，当 pH 趋于稳定时，表明主要代谢活动完成。如图 pH 呈现先快速下降后缓慢下降趋势。

图 A 为 KCl 替代组，2%替代量始终低于对照组，且低于所有样品，1%和 3%替代量与对照组没有显著差异。适量的 KCl 替代量可以作为微生物的代谢辅因子，促进其生长和产酸能力，从而加速 pH 下降。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，在 CaCl₂ 替代组中，均低于对照组，并且随着替代量的增加 pH 逐渐升高。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，在氯化镁替代组中，3%替代量高于对照组，2%替代量的 pH 最低且低于对照组，推测 Mg²⁺可能促进酵母增殖，推动 pH 下降。

2.1.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中 pH 的变化

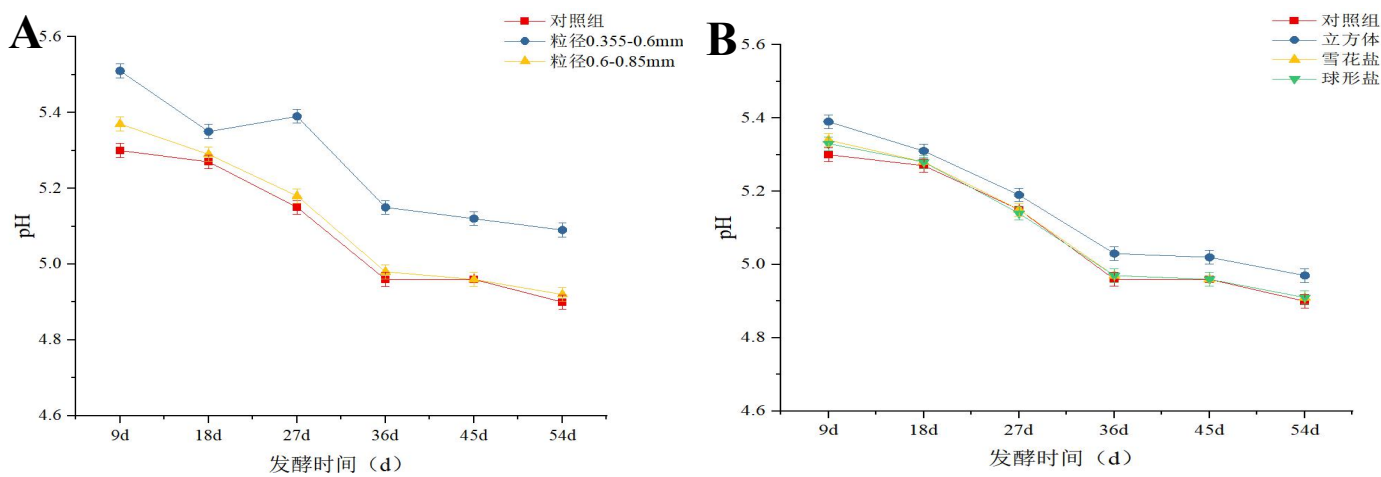


图 2-2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中 pH 的变化

如图 2-2 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的 pH

变化。

图 A 为不同粒径盐，均高于对照组，粒径大的盐与对照组没有显著性差异，而粒径小的盐 pH 高于对照组，因为粒径小的盐快速溶解形成高渗透压，抑制产酸。

图 B 为不同形态盐，不同形态盐与对照组没有显著性差异，不同形态盐对酱油发酵过程中 pH 影响不大。

2.2 不同类型盐发酵过程中总酸的变化

2.2.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中总酸的变化

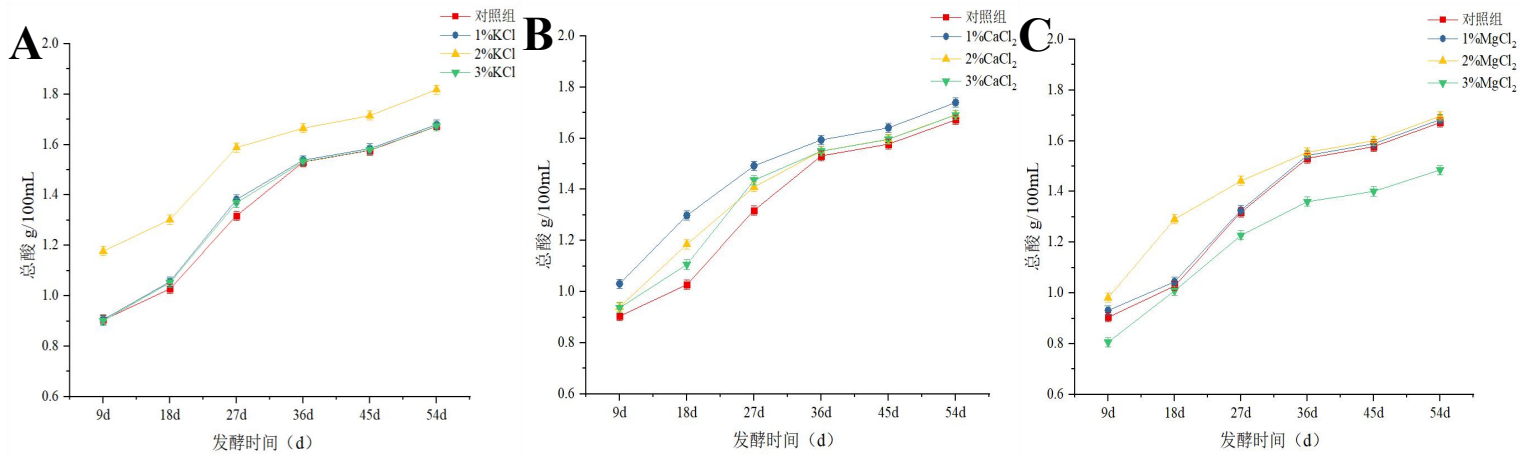


图 2-3 在不同元素盐替代量下发酵过程中总酸的变化

如图 2-3 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的总酸变化。总酸与氨基酸衍生物、酯类、有机酸等物质的动态变化密切相关，同时总酸关联原料利用率、风味物质积累及发酵环境稳定性。随着发酵时间的延长，米曲霉快速分解原料，产生大量有机酸，使总酸积累，总酸与 pH 呈相反趋势，pH 越低，总酸越高。

图 A 为 KCl 替代组，2%替代量的总酸略高于对照组，而 1%和 3%替代量与对照组没有显著行差异，2%氯化钾替代量更有利于总酸的积累，2%KCl 替代量特异性激活产酸酶活性，同时通过菌群筛选

和代谢调控，使更多碳源流向有机酸合成途径。

图 B 为 CaCl_2 替代组，均高于对照组，并且随着替代量的增加而减少，1% CaCl_2 对产酸菌产生了激活作用以及强化酸性环境。

图 C 为 MgCl_2 替代组，3%替代量低于对照组，其余均高于对照组。说明大于 1%替代量会产生对糖酵解酶的激活作用以及产酸菌增殖。

2.2.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中总酸的变化

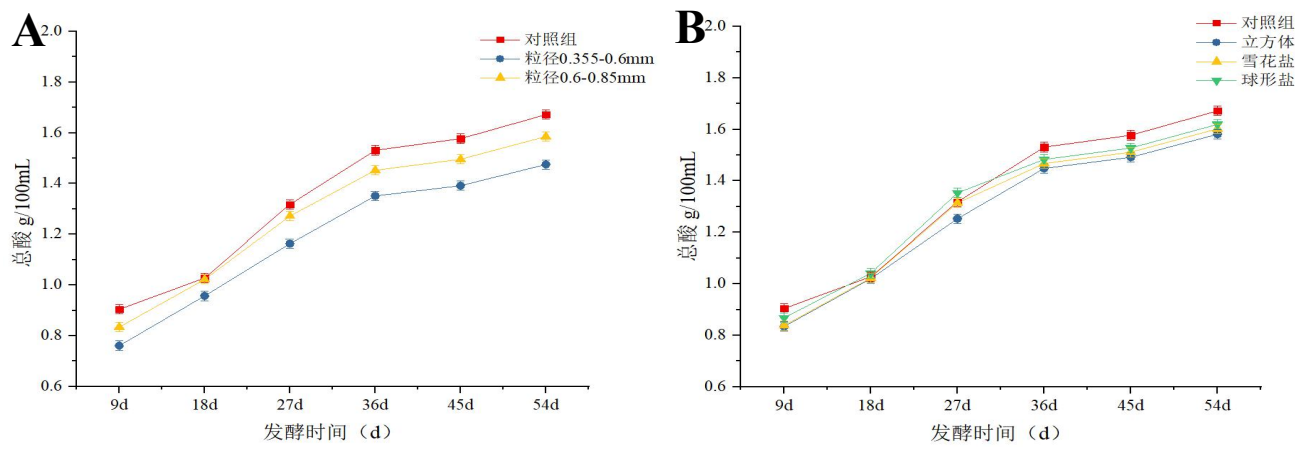


图 2-4 在不同粒径和形态的盐发酵过程中总酸的变化

如图 2-4 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的总酸变化。

图 A 为不同粒径盐，均低于对照组，粒径小的盐总酸低于粒径大的盐，由于粒径小的盐溶解速度更快，能迅速在酱醅中形成均匀的盐浓度环境，抑制产酸微生物的生长和代谢活动。

图 B 为不同形态盐，不同形态盐与对照组没有显著性差异，均略低于对照组，不同形态的盐通过建立均匀高盐环境以及选择性抑制产酸，最终导致酱油发酵过程中总酸略微降低。

2.3 不同类型盐发酵过程中还原糖的变化

2.3.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中还原糖的变化

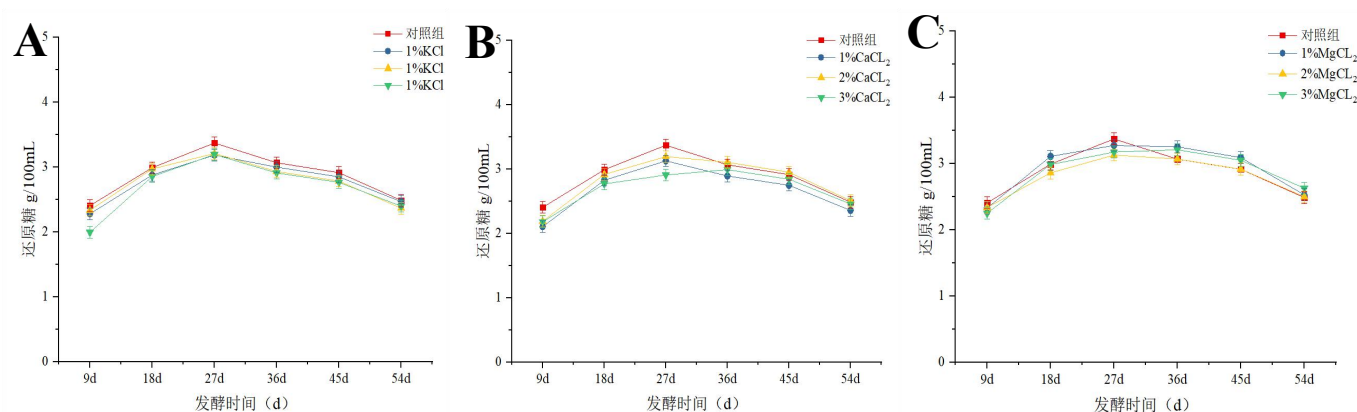


图 2-5 在不同元素盐替代量下发酵过程中还原糖的变化

如图 2-5 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的还原糖变化。在发酵的过程中还原糖含量整体上呈现先上升后下降的趋势。在发酵初期，米曲霉具有较强的活性，能够在较短的时间内将大分子的碳水化合物分解为小分子或单糖，从而实现对碳水化合物的有效利用，造成还原糖早期积累现象的产生。逐渐到后期，微生物的生长趋于稳定，还原糖被微生物所利用，减少了还原糖的含量。

无论是 KCl、CaCl₂、MgCl₂ 替代组中，与对照组相比均无显著性变化，对酱油发酵过程中还原糖几乎没有影响。

2.3.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中还原糖的变化

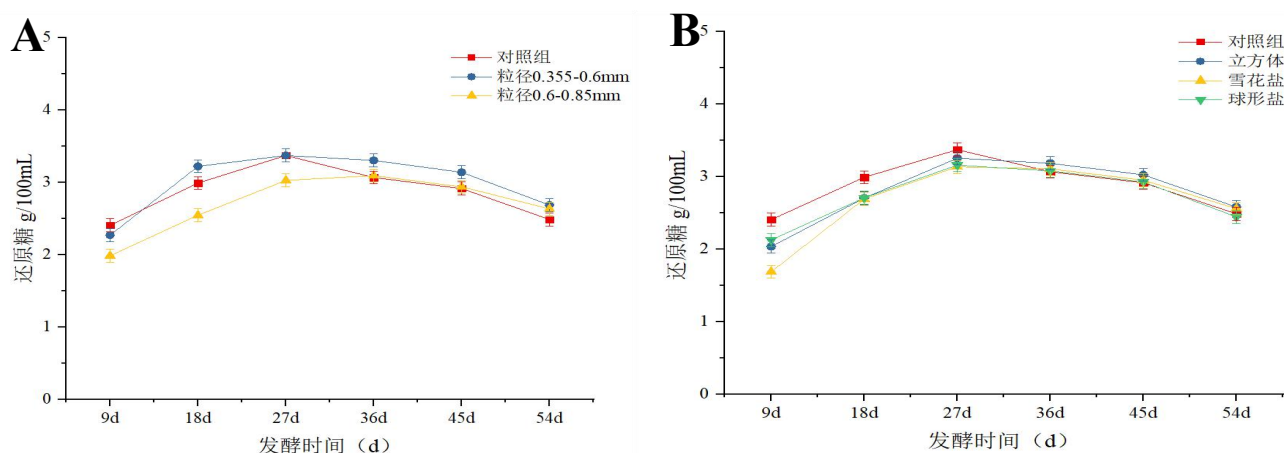


图 2-6 在不同粒径和形态的盐发酵过程中还原糖的变化

如图 2-6 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的还原糖变化。

无论是盐的粒径和形态，与对照组相比均无显著性变化，同样，在酱油发酵过程中，盐的粒径和形态对酱油发酵过程中还原糖几乎没有影响。

2.4 不同类型盐发酵过程中氨氮的变化

2.4.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中氨氮的变化

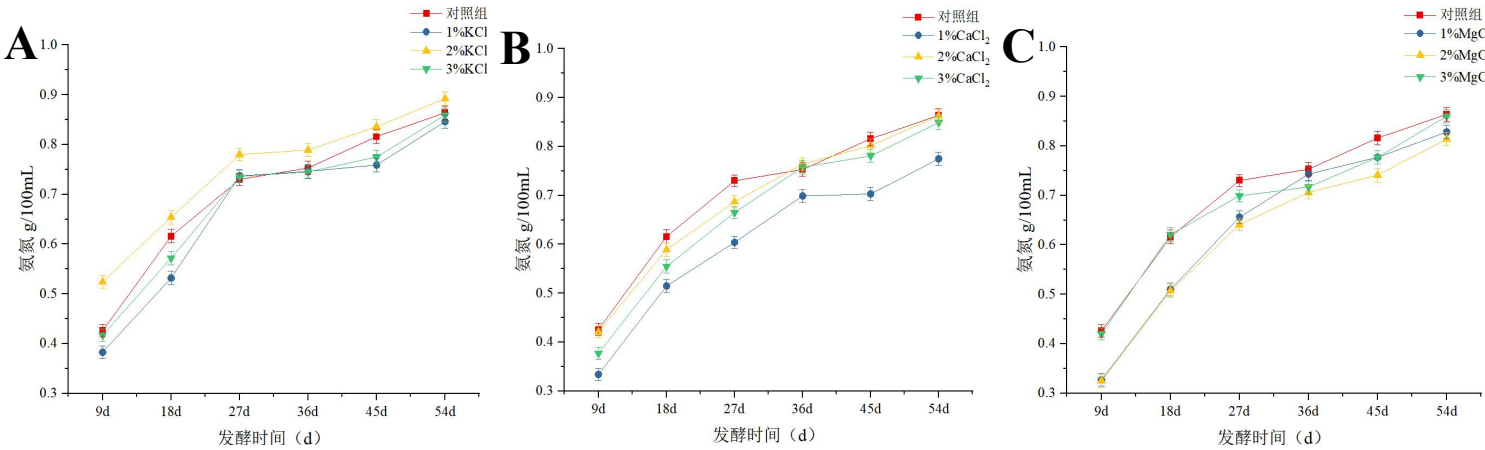


图 2-7 在不同元素盐替代量下发酵过程中氨氮的变化

如图 2-7 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的氨氮变化。氨基酸态氮是评价酱油质量的重要指标之一。根据《食品安全国家标准》中的规定，酱油中氨氮的含量不得低于 0.4g/100mL。氨氮含量越高，说明酱油的鲜味和香味越浓，整体质量也越好。随着发酵的进行，氨氮呈上升趋势，上升速度先快后慢，推测由于前期发酵微生物充分利用原料短时间内产生大量氨氮，后期微生物活性减弱。

图 A 为 KCl 替代组，2%替代量始终显著高于对照组，其他替代量与对照组氨氮相似，2%替代量可以激活多种酶，米曲霉分泌的中性蛋白酶和酸性蛋白酶的活性更高，能够更高效的将大豆蛋白降解为

多肽和氨基酸，直接导致氨氮生成量增加。根据 GB/T18186-2000，KCl 替代组均达到了国家特级酱油标准 0.8g/100mL。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，2%和 3%替代量在整个发酵过程中仅在第 36d 高于对照组，1%替代量显著低于对照组，说明 Ca²⁺的存在导致酶促反应速率显著降低，大豆蛋白分解为氨基酸的过程受阻，导致氨氮含量低。根据 GB/T18186-2000，2%和 3%替代量在发酵结束时达到了国家特级酱油标准 0.8g/100mL。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，所有替代量均低于对照组，微量氯化镁替代对氨氮没有促进左右，反而降低了氨氮。MgCl₂ 通过抑制微生物产酶，降低蛋白酶活性，最终降低了氨氮的产生。根据 GB/T18186-2000，MgCl₂ 替代组均达到了国家特级酱油标准 0.8g/100mL。

2.4.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中氨氮的变化

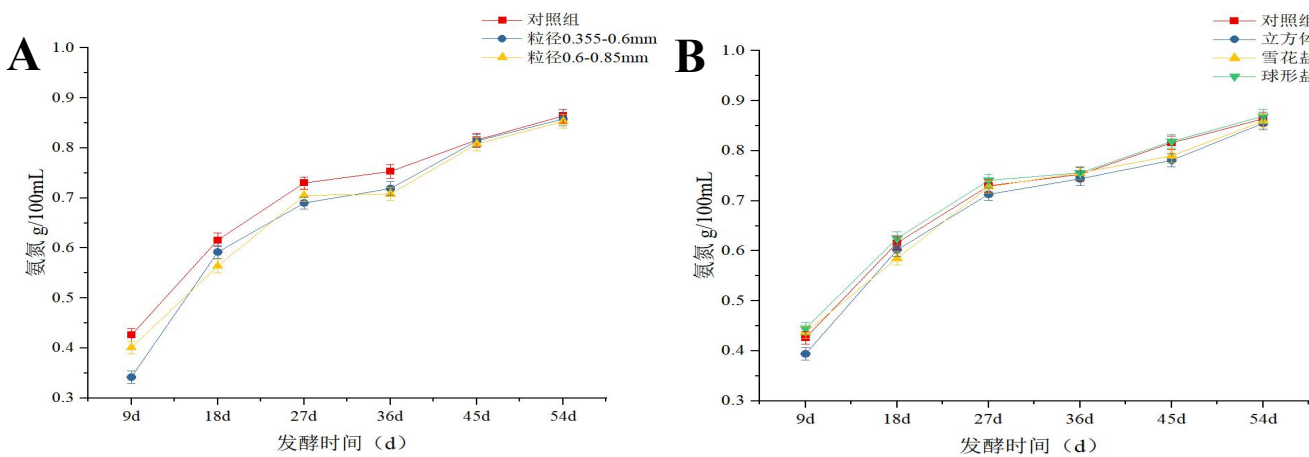


图 2-8 在不同粒径和形态的盐发酵过程中氨氮的变化

如图 2-8 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的氨氮变化。

图 A 为不同粒径盐，两种不同粒径的盐氨氮均低于对照组，说明不同粒径盐在溶解过程中，由于溶解速率的不同，盐环境打乱了微生物代谢节律，离子浓度不均导致酶解效率下降，导致氨氮含量略微降低。根据 GB/T18186-2000，不同粒径盐均达到了国家特级酱油标准 0.8g/100mL。

图 B 为不同形态盐，仅球形盐高于对照组，其他替代量略微低于对照组，这是由于球形盐具有高效的溶解性，具有减少传质阻碍的物理特性，在蛋白质水解阶段发挥正向作用，促进氨氮生成与外排。根据 GB/T18186-2000，不同形态盐均达到了国家特级酱油标准 0.8g/100mL。

2.5 不同类型盐发酵过程中全氮的变化

2.5.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中全氮的变化

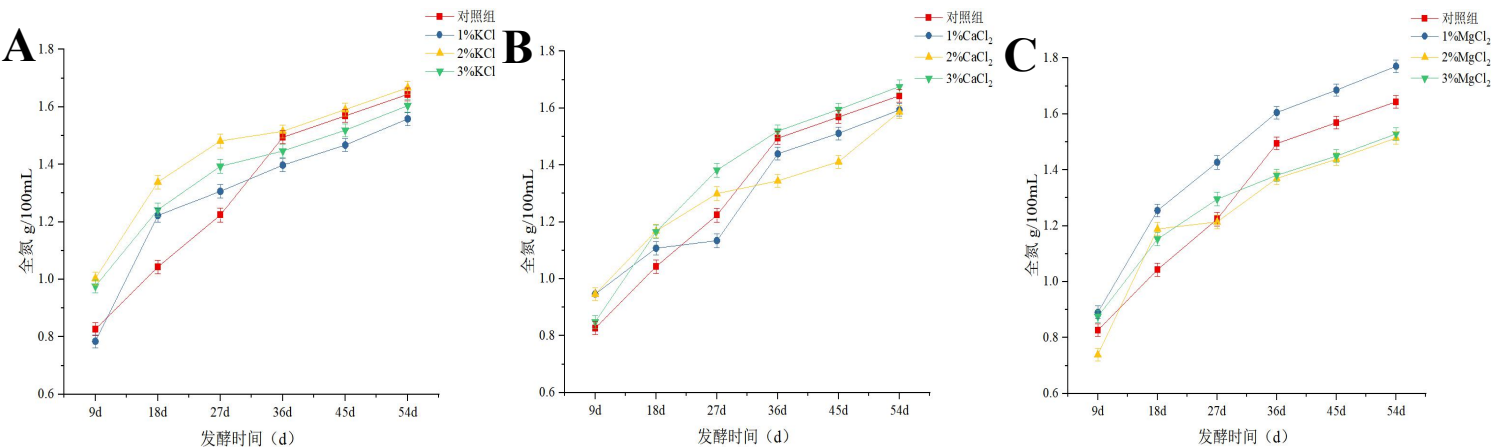


图 2-9 在不同元素盐替代量下发酵过程中全氮的变化

如图 2-9 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的全氮变化。在发酵酱油过程中，全氮是衡量酱油品质和发酵工艺的关键指标之一，全氮是酱油中可溶性含氮化合物的总和，包括蛋白质、氨基酸、肽等，随着发酵的进行，全氮先快速上升然后缓慢升高，这是因

为发酵初期原料中的大分子蛋白质被酶分解为小分子含氮化合物，全氮迅速升高，随着发酵时间的进行，微生物代谢消耗部分氮源，全氮含量缓慢升高。

图 A 为 KCl 替代组，2%替代量与对照组没有显著差异，1%和3%替代量均低于对照组，2%替代量对氨氮影响显著而对全氮影响较小，说明体系中的氮的总量不会因这种替代而发生明显变化。根据 GB/T18186-2000，KCl 替代组均达到了国家特级酱油标准 1.5g/100mL。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，仅有 3%替代量始终高于对照组，而 1%和 2%替代量从第 36d 开始始终低于对照组，说明 3%替代量可以使原料中的蛋白质更充分地水解成氨基酸和肽类等含氮物质，从而增加了全氮含量。根据 GB/T18186-2000，CaCl₂ 替代组均达到了国家特级酱油标准 1.5g/100mL。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，仅有 1%替代量始终高于对照组，而 2%和 3%替代量从第 36d 开始始终低于对照组。说明适量的 MgCl₂ 替代量可以促进酱油发酵相关微生物的生长和繁殖，使微生物数量增加，其代谢产生的含氮物质也会相应增多，进而提高了全氮水平。根据 GB/T18186-2000，MgCl₂ 替代组均达到了国家特级酱油标准 1.5g/100mL。

2.5.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中全氮的变化

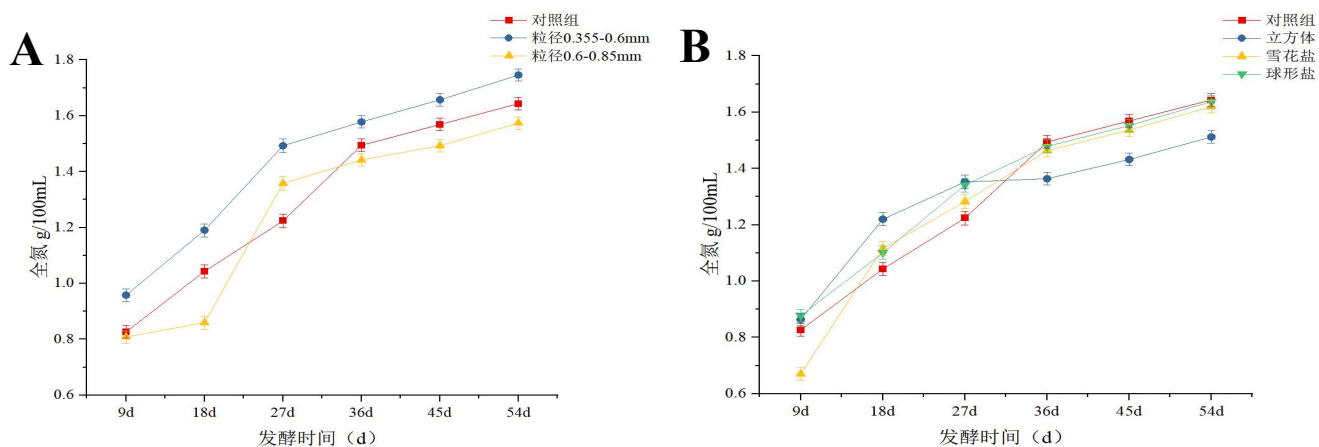


图 2-10 在不同粒径和形态的盐发酵过程中全氮的变化

如图 2-10 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的全氮变化。

图 A 为不同粒径盐，粒径小的盐高于对照组，粒径大的盐在第 36 天开始始终低于对照组，说明粒径小的盐在酱油发酵过程中，能更均匀地分布在体系中，加快蛋白质等含氮物质的溶解和水解反应，更多的蛋白质被分解为氨基酸和肽，从而提高全氮含量。根据 GB/T18186-2000，不同粒径盐均达到了国家特级酱油标准 1.5g/100mL。

图 B 为不同形态盐，三种不同形态的盐在第 36d 以前高于对照组，而发酵后期均低于对照组，球形盐与对照组相差不大，说明三种不同形态的盐对全氮的促进作用在后期开始减弱。根据 GB/T18186-2000，不同形态盐均达到了国家特级酱油标准 1.5g/100mL。

2.6 不同类型盐发酵过程中盐含量的变化

2.6.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中盐含量的变化

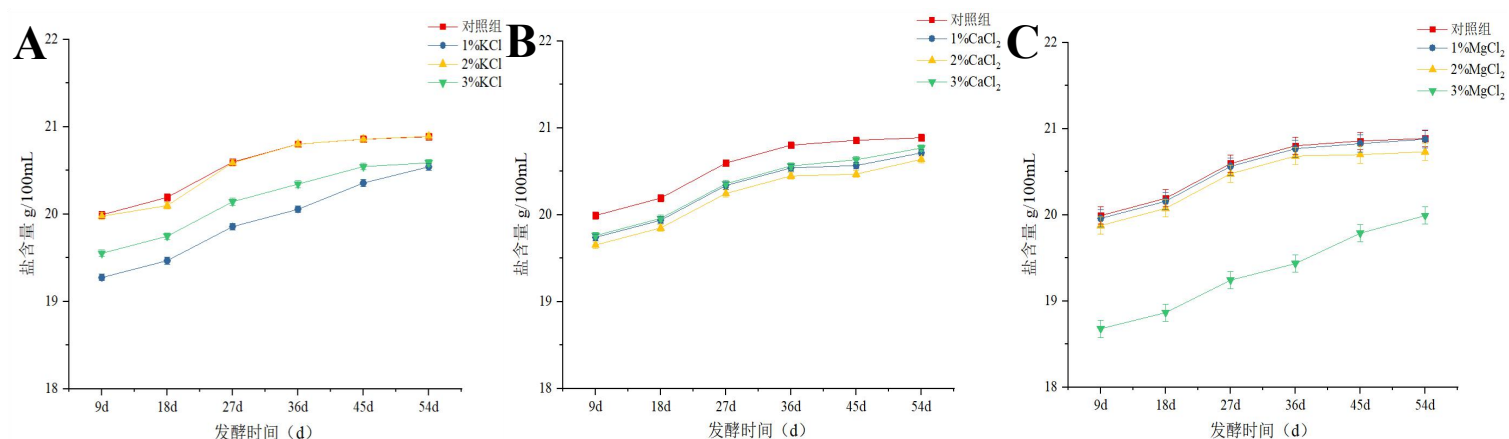


图 2-11 在不同元素盐替代量下发酵过程中盐含量的变化

如图 2-11 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的盐含量变化。盐在发酵酱油中的作用至关重要，其功能不仅限于调味，还涉及到抑制杂菌生长、调节微生物代谢、促进蛋白质水解、赋予酱油风味、稳定色泽等作用。

图 A 为 KCl 替代组，2%替代量与对照组没有显著性差异，而 1%和 3%替代量均低于对照组，说明在发酵过程中 2%替代量对盐含量影响不大，盐含量终浓度均达到了 18%。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，所有替代量均低于对照组，说明 CaCl₂ 替代影响离子平衡和分布，使部分氯离子的活性降低，盐含量终浓度均达到了 18%。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，随着替代量的增加盐含量逐渐降低，说明 Mg²⁺可能与试剂发生反应，影响反应平衡，进而干扰盐含量的测定，盐含量终浓度均达到了 18%。

2.6.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中盐含量的变化

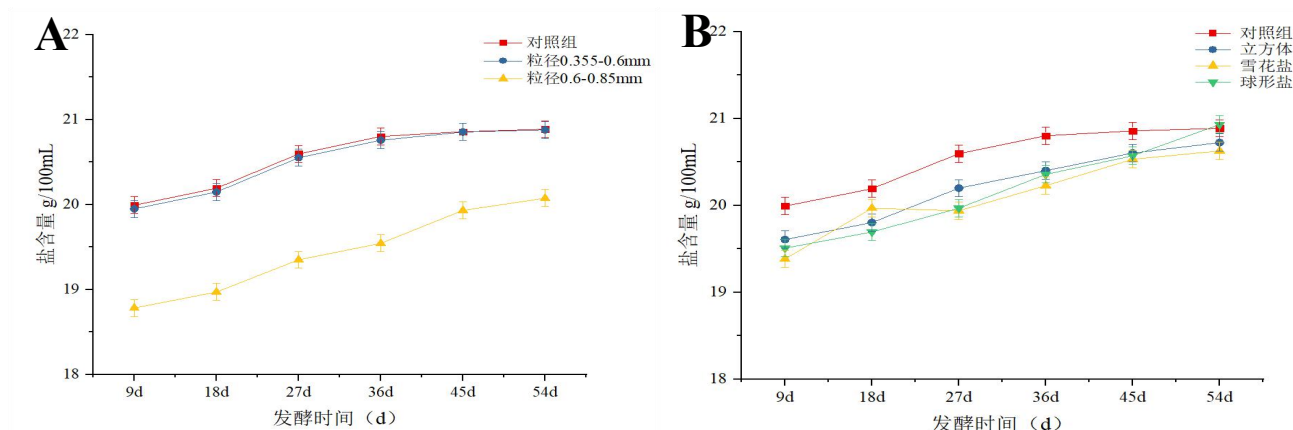


图 2-12 在不同粒径和形态的盐发酵过程中盐含量的变化

如图 2-12 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的盐含量变化。图 A 为不同粒径盐，粒径小的盐与对照组没有显著性差异而粒径大的盐低于对照组，说明粒径大的盐溶解相对较慢，在相同的发酵时间内，溶解量可能较少，导致发酵液中可测定的盐含量相对较低。盐含量终浓度均达到了 18%。

图 B 为不同形态盐，均低于对照组，说明不同形态的盐其溶解性和反应活性有所不同，导致盐含量产生差异性，盐含量终浓度均达到了 18%。

2.7 不同类型盐发酵过程中乙醇含量的变化

2.7.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中乙醇含量的变化

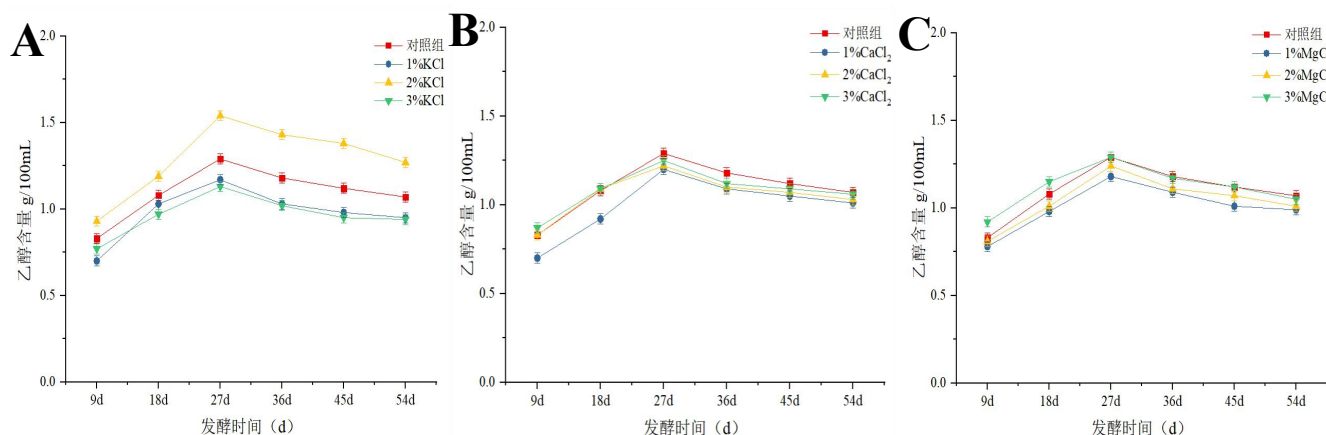


图 2-13 在不同元素盐替代量下发酵过程中乙醇含量的变化

如图 2-13 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的乙醇变化。乙醇在酱油发酵过程中主要具有抑制杂菌生长、参与风味形成、促进物质溶解、改善口感等。随着发酵的进行乙醇呈先上升后下降趋势，初期通过糖酵解途径将葡萄糖等糖类转化为乙醇，乙醇含量快速上升，酵母菌因糖源逐渐耗尽或环境条件变化导致活性下降，乙醇生成减少。

图 A 为 KCl 替代组，仅有 2%替代量高于对照组，1%和 3%替代量均低于对照组，说明 2%替代量可以促进微生物对营养物质的吸收和代谢，为乙醇发酵提供更充足的底物，间接提高乙醇含量。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，随着替代量的增加而增加，但仅有 3%替代量略高于对照组，说明 Ca²⁺促进乙醇的生成，只有足够量时才会高于对照组。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，随着替代量的增加而增加，仅有 3%替代量与对照组没有显著差异性，说明 MgCl₂ 促进乙醇的生成，与 CaCl₂ 替代组相似，只有足够量时才会高于对照组。

2.7.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中乙醇含量的变化

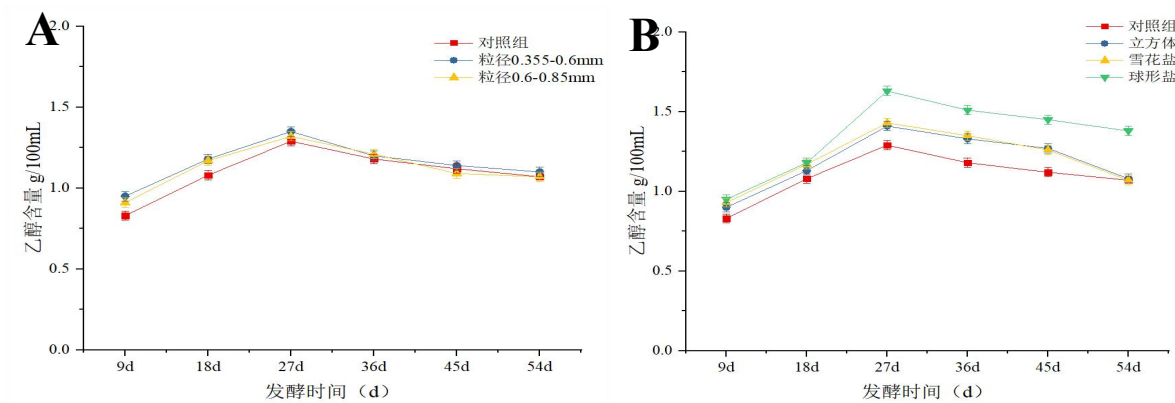


图 2-14 在不同粒径和形态的盐发酵过程中乙醇含量的变化

如图 2-14 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的乙醇含量变化。

图 A 为不同粒径盐，在发酵后期，不同粒径的盐与对照组没有显著性差异，说明不同粒径的盐对乙醇含量几乎没有影响。

图 B 为不同形态盐，均高于对照组，推测不同形态的盐可能会影响发酵体系的物理化学性质，从而促进酵母的生长和乙醇的生成。

2.8 不同类型盐发酵过程中铵盐含量的变化

2.8.1 在不同元素盐替代量下发酵过程中铵盐含量的变化

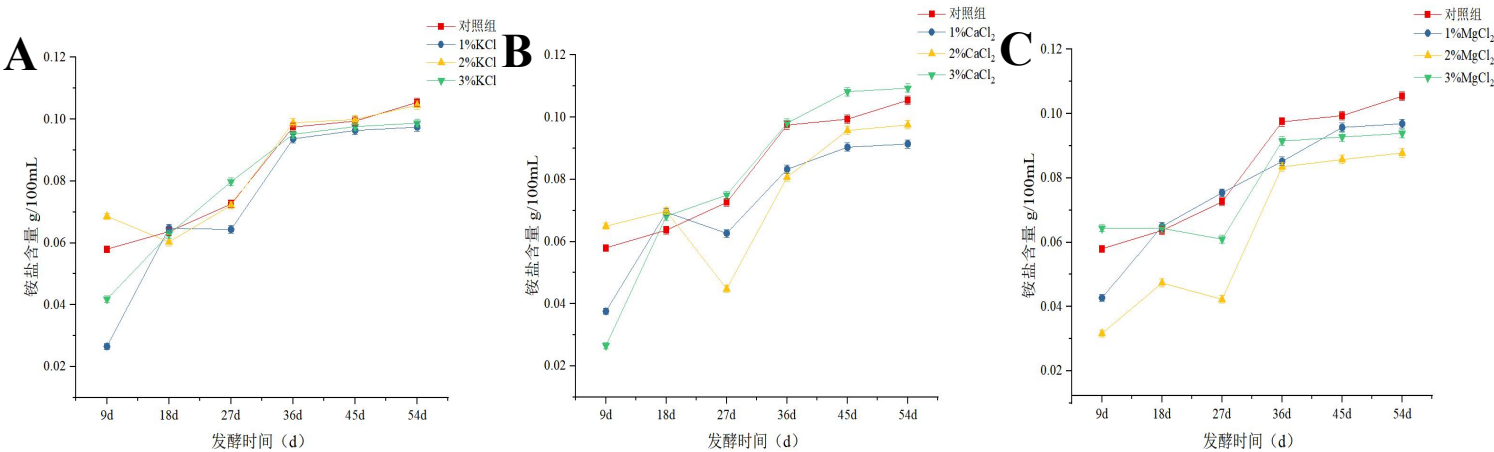


图 2-15 在不同元素盐替代量下发酵过程中铵盐含量的变化

如图 2-15 是在不同元素盐替代量下固稀结合发酵酱油 54d 的铵盐含量变化。在酱油发酵过程中，不同的微生物通过分解酶将原料水解为小分子，如氨基酸、多肽和葡萄糖等。在这些复杂的生化反应过程中，可能会导致蛋白质过度分解，分解产物被微生物所产生的氨基酸脱氨酶作用产生氨，氨与氢离子结合生成铵根离子从而产生潜在的有害物质铵盐。铵盐含量都较低，在发酵过程中未被细菌严重污染，铵盐含量均未超过对应氨基酸态氮的 30%，符合国家标准，不会因为盐的替代、粒径、形态而使酱油染菌。

图 A 为 KCl 替代组，从第 36d 开始均低于对照组，可能是由于 KCl 的替代导致微生物优先利用其他氮源，而减少对铵盐的生成和积累，使酱油中潜在的有害物质减少。

图 B 为 CaCl₂ 替代组，3%替代量始终高于对照组，1%和 2%均低于对照组，说明达到一定替代量，会抑制能利用铵盐的微生物的生长或相关酶活性，使铵盐积累，导致酱油中的有害物质略微升高。

图 C 为 MgCl₂ 替代组，整体上均低于对照组，MgCl₂ 替代可能与发酵过程中的一些含氮中间产物发生络合或者其他化学反应，使这些物质难以进一步转化为铵盐，从而降低铵盐的生成量，导致酱油中的有害物质略微降低。

2.8.2 在不同粒径和形态的盐发酵过程中铵盐含量的变化

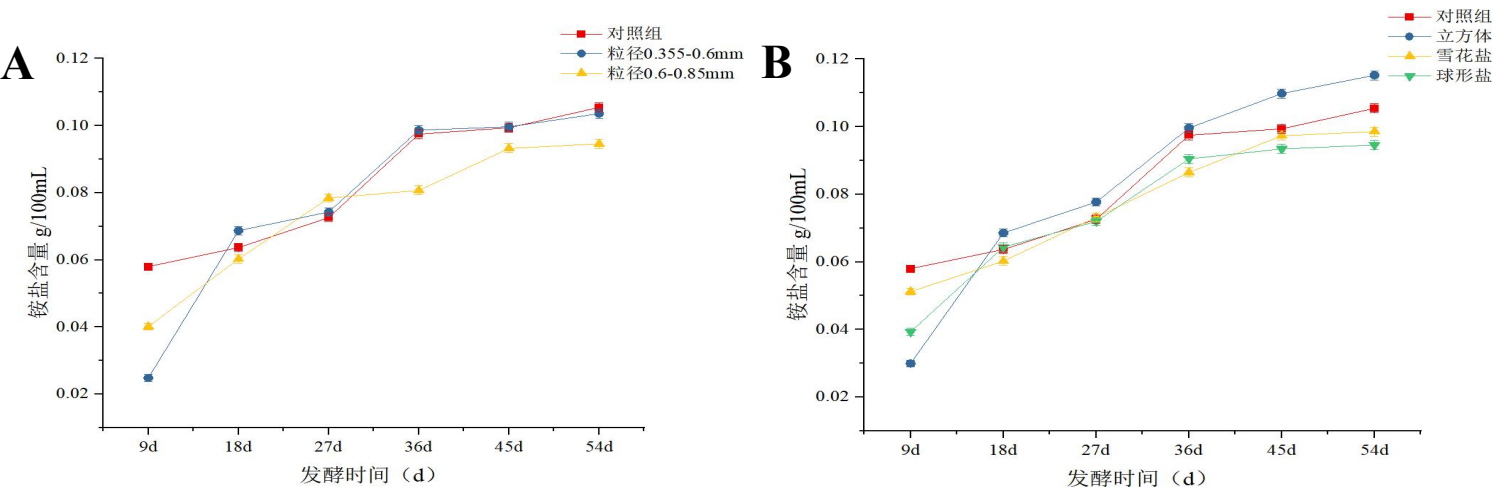


图 2-16 在不同粒径和形态的盐发酵过程中铵盐含量的变化

如图 2-16 是在不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 的铵盐含量变化。

图 A 为不同粒径盐，在发酵后期粒径大的盐低于对照组，说明在发酵后期粒径大的盐酶活性发挥受限，蛋白质分解不完全，铵盐生成量相对较低。

图 B 为不同形态盐，在发酵后期，立方体盐高于对照组，球形盐和雪花盐均低于对照组，说明在发酵后期，限制了其与相关物质的接触和反应，导致铵盐生成量减少。

2.9 发酵结束时颜色指数的测定

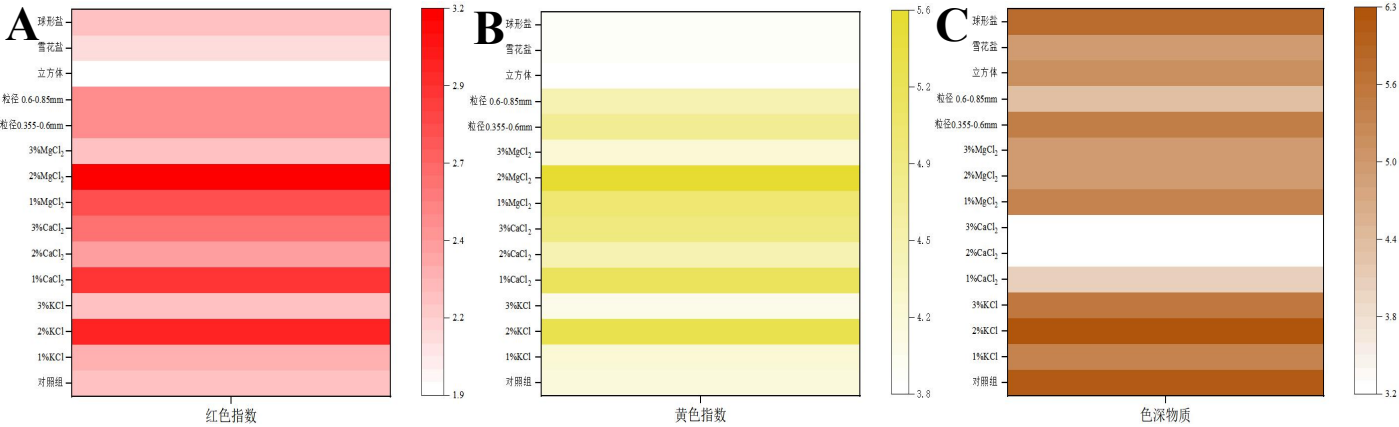


图 2-17 发酵结束时颜色指数的测定

如图 2-17 是 15 种盐固稀结合发酵酱油 54d 结束时的颜色指数，颜色指数在酱油发酵过程中是一个重要的质量控制指标，主要用于评估酱油的色泽特征及其与发酵过程的关系。酱油的颜色不仅是消费者选择产品时的重要感官指标，还与发酵过程中的化学反应、微生物活动及最终产品的风味、品质密切相关。

本实验 15 种盐红色指数均超过 2.0，说明红色指数显著，2%KCl 替代和球形盐均高于对照组。

黄色指数高则酱颜色柔和。2%KCl 替代黄色指数显著高于对照组，而球形盐略低于对照组。

色深物质影响酱颜色深浅，指数越高颜色越发黑，其形成过程与发酵过程的美拉德反应有关。2%KCl 替代色深物质显著高于对照组，而球形盐与对照组相似。

2.10 发酵结束时氨氮转化率的测定

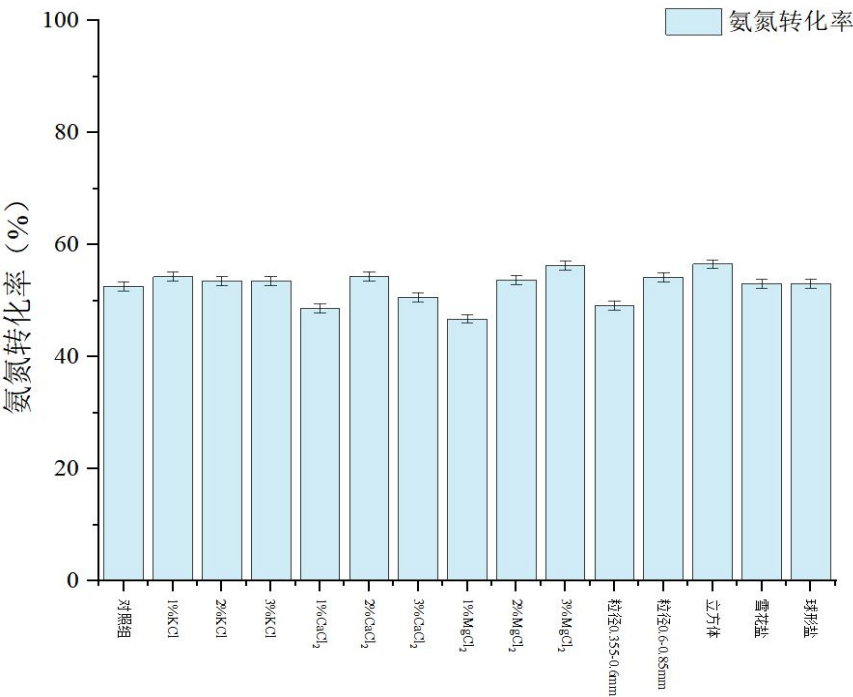


图 2-18 发酵结束时氨氮转化率的测定

如图 2-18 是 15 种盐固稀结合发酵 54d 结束时对氨氮转化率的测定，氨基酸态氮反映了酱油中蛋白质被酶解为氨基酸的效率。转化率越高，说明微生物的酶活性和发酵条件越适宜，能更充分地将大豆蛋白转化为呈味氨基酸和寡肽。

在 KCl 替代组中，氨氮转化率均略高于对照组，推测可能是通过酶活性增强、盐胁迫缓解、代谢途径优化及理化条件改善等多维度作用导致氨氮转化率提高。

在 CaCl₂ 替代组中，1%和 3%替代量氨氮转化率高高于对照组，而 2%替代量氨氮转化率低于对照组，推测 1%和 3%替代量通过酶激活、微生物代谢优化、理化环境调控等多途径协同作用的结果。

在 MgCl₂ 替代组中，随着替代量的增加而增加，2%和 3%替代量高于对照组，说明 MgCl₂ 有助于氨氮转化率的提高，但只有达到一定

量时才会高于对照组，推测可能通过强化能量代谢、优化微生物群落及改善底物可利用性等多途径协同作用的结果。

在不同粒径盐中，粒径大的盐氨氮转化率高于对照组，粒径小的盐低于对照组，说明粒径大的盐微生物代谢更均衡，提升氮源转化效率。

在不同形态盐中，均高于对照组，推测可能是因为物理结构优化传至效率、激活酶与微生物、减轻高盐抑制效应及调控发酵微环境等，最终导致氨氮转化率略微升高。

2.11 发酵结束时蛋白利用率的测定

2.11.1 在不同元素盐替代量下发酵结束时蛋白利用率的测定

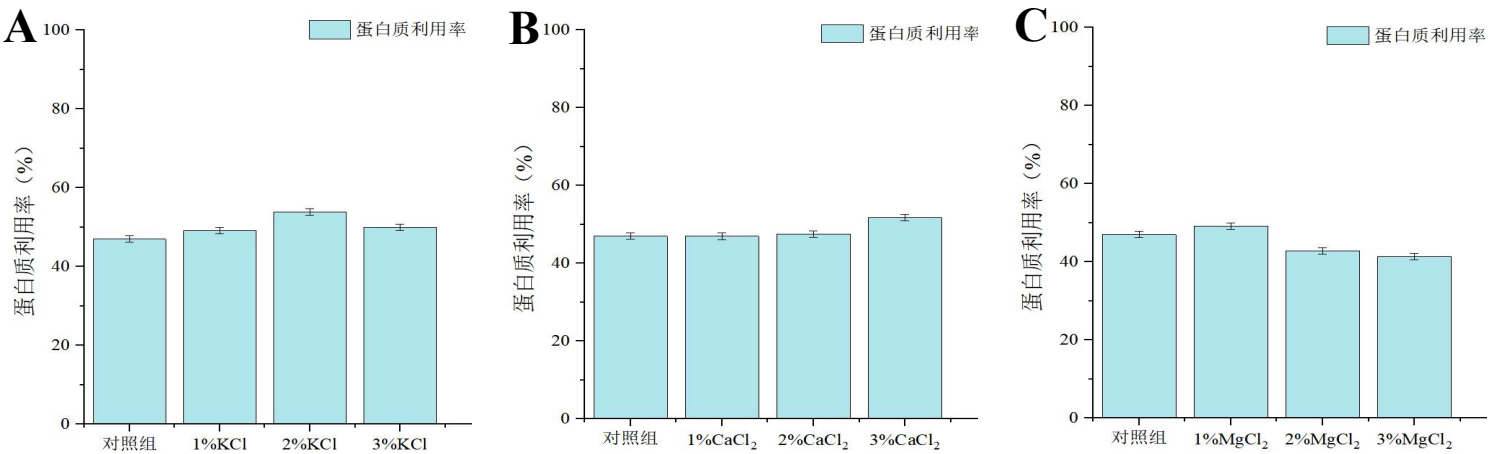


图 2-19 在不同元素盐替代量下发酵结束时蛋白利用率的测定

如图 2-19 是不同元素盐替代量固稀结合发酵酱油 54d 结束时蛋白利用率的测定。蛋白利用率在酱油发酵过程中是衡量原料中蛋白转化为可利用氮源头效率的关键指标，直接影响酱油的品质、风味及生产效益。

图 A 为 KCl 替代组，1%和 3%替代量略微高于对照组，2%替代

量显著高于对照组，说明适当替代量有助于蛋白转化率的提高。2%替代量加速蛋白质分解为氨基酸，提高氮源利用率。

图 B 为 CaCl_2 替代组，2%替代组略微高于对照组，3%替代量显著高于对照组，1%替代量低于对照组，说明替代量达到一定量蛋白利用率才会高于对照组， CaCl_2 可以激活蛋白酶活性，优化微生物代谢平衡，加速蛋白质向氨基酸的转化。

图 C 为 MgCl_2 替代组，1%替代量高于对照组而 2%和 3%替代量均低于对照组，说明微量替代有助于蛋白利用率的提高，而过量则会导致蛋白利用率降低。

2.11.2 在不同粒径和形态的盐发酵结束时蛋白利用率的测定

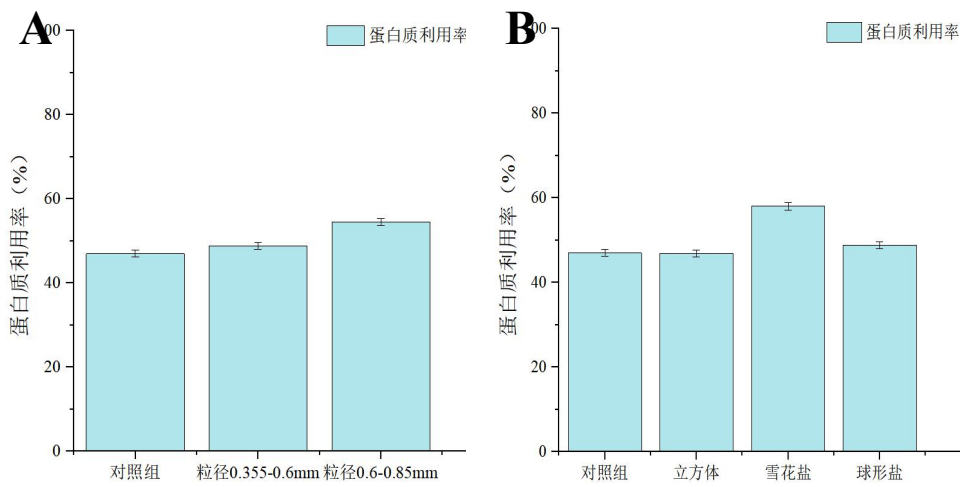


图 2-20 在不同粒径和形态的盐发酵结束时蛋白利用率的测定

如图 2-20 是不同粒径和形态的盐固稀结合发酵酱油 54d 结束时蛋白利用率的测定

图 A 为不同粒径盐，粒径小的盐略微高于对照组，而粒径大的盐显著高于对照组，说明粒径大的盐相比粒径小的盐更有助于蛋白利用率的提高。

图 B 为不同形态盐，雪花盐和球形盐均高于对照组，在不同形态的盐中，这两种盐在物理形态的优化，实现对蛋白酶活性、微生物代谢、发酵环境的多维度调控。

2.12 发酵结束时挥发性风味物质的测定

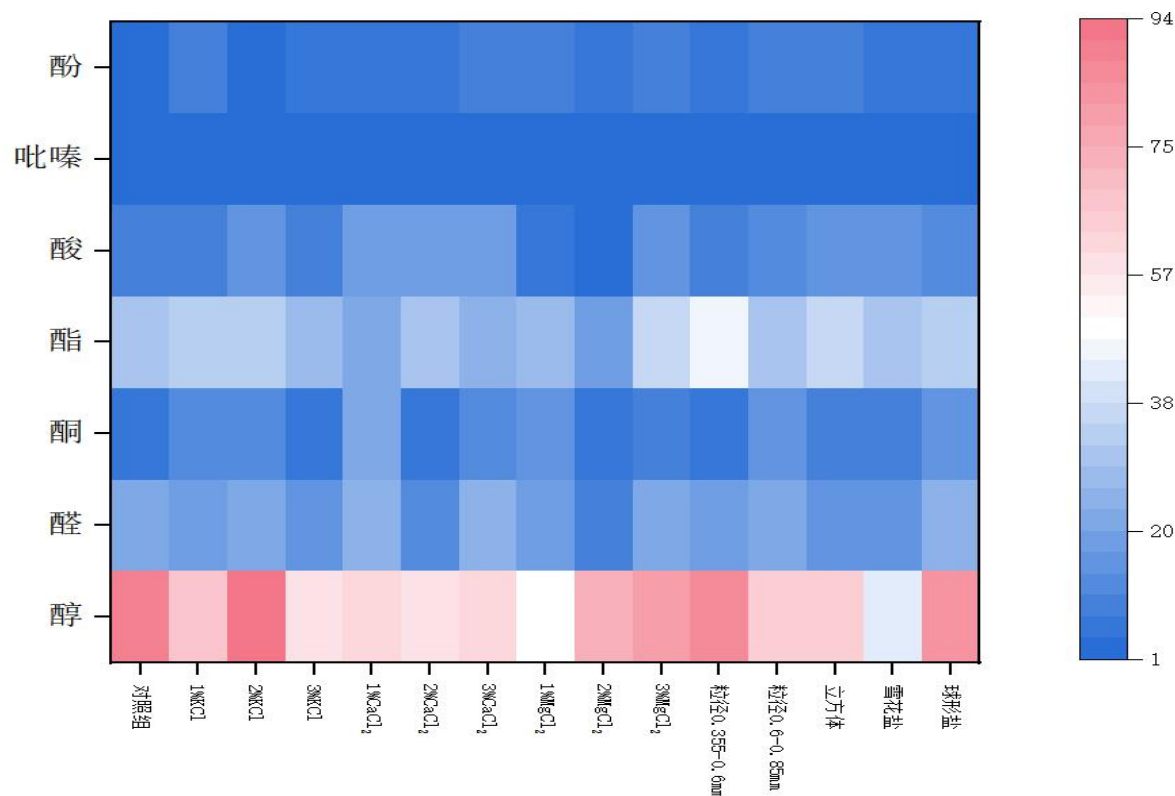


图 2-21 发酵结束时挥发性风味物质的测定

如图是 15 种盐固稀结合发酵 54d 结束时对挥发性风味物质的测定，检测挥发性风味物质是酱油发酵结束时不可或缺的环节，它不仅是品质控制的“嗅觉密码”，更是连接微生物代谢、化学反应与消费者体验的核心纽带。通过科学分析这些物质，可以精准优化工艺、规避风味缺陷，同时为产品创新提供数据支撑，最终在市场竞争中占据风味制高点。

发酵结束时，所有样品醇类物质含量最高，2%KCl 替代显著高于对照组，球形盐略低于对照组，醇类物质是酱油风味的隐形调香师，

通过果香、花香、青草香等多种香气维度，赋予酱油从清新到醇厚的复杂层次。

2%KCl 和球形盐醛类物质均高于对照组，醛类物质在酱油酿造中主要赋予特殊的芳香味道和鲜味，对整体风味起到平衡和烘托作用。

2%KCl 和球形盐均显著高于对照组，酮类物质在酱油酿造中虽然含量通常低于醇类和醛类，但其对风味贡献不可忽视，通过独特的香气和味觉效应，使酱油的风味更立体、协调。

2%KCl 和球形盐略微高于对照组，酯类物质是酱油的“香气灵魂”，其种类和含量直接决定了酱油的香型风格，如果说氨基酸是酱油鲜味的“骨架”，那么酯类就是赋予其“嗅觉灵魂的血肉”，二者共同构筑了酱油复杂而迷人的风味体系。

2%KCl 和球形盐酸类物质均高于对照组，酸类物质是酱油风味的重要组成部分，尤其在味觉平衡、风味层次构建和微生物调控起到关键作用。

2%KCl 和球形盐高于对照组，吡嗪物质是酱油风味体系中重要的挥发性含氮杂环化合物，主要通过美拉德反应和微生物代谢生成，对酱油的香气特征、风味层次和品质辨识度起到关键作用。

2%KCl 略低于对照组，球形盐与对照组没有显著性差异，酚类物质是酱油风味体系中一类含酚羟基的芳香族化合物，对酱油的香气复杂度、口感厚重和品质稳定性具有独特贡献。

2.13 感官评价

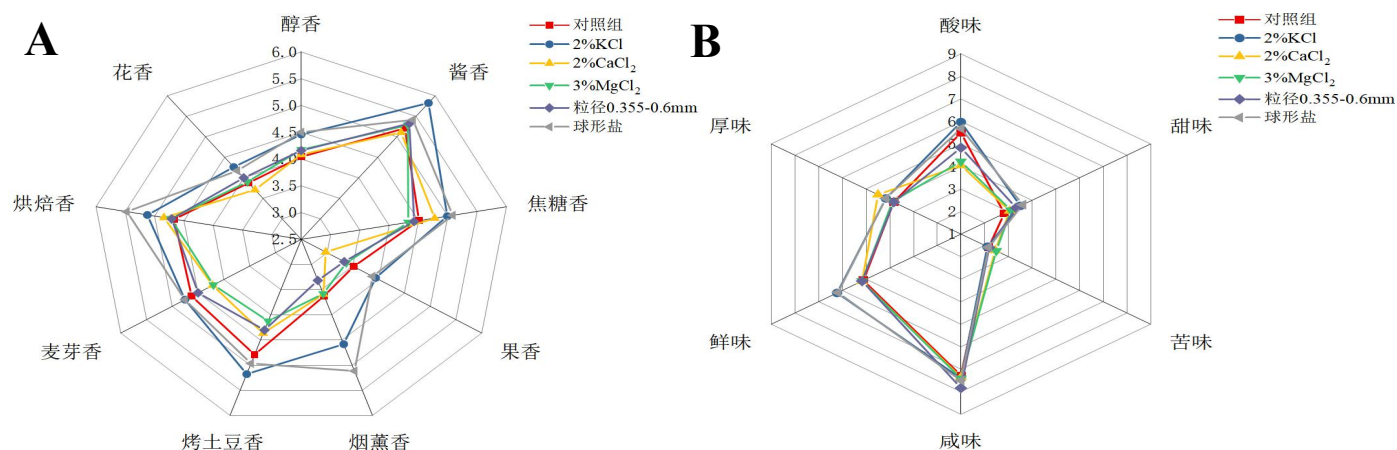


图 2-22 感官评价

图 A 为香气感官评价，2%KCl 和球形盐香气感官评价整体上高于对照组，求其在烘焙香、烟熏香、焦糖香、酱香方面，显著高于对照组

图 B 为滋味感官评价，2%KCl 和球形盐在酸味、甜味、咸味、鲜味、厚味均高于对照组，而 2%KCl 的苦味低于对照组，这说明微量替代并不会带来重金属苦味，整体口感更好。

3 结论

根据以上数据分析，2%KCl 和球形盐在理化指标、氨氮转化率、蛋白质利用率、颜色指数、感官评价、挥发性风味物质等综合指标上更优于对照组。

（二）食用盐成分、粒度和晶型对食醋的影响

食醋发酵比较特殊，食盐是在发酵结束后添加。因此，本实验在食醋酿造结束后，加入 2%的食盐，陈酿 3 个月，进行感官评价和理化指标测定。

1 感官实验

1.1 口感

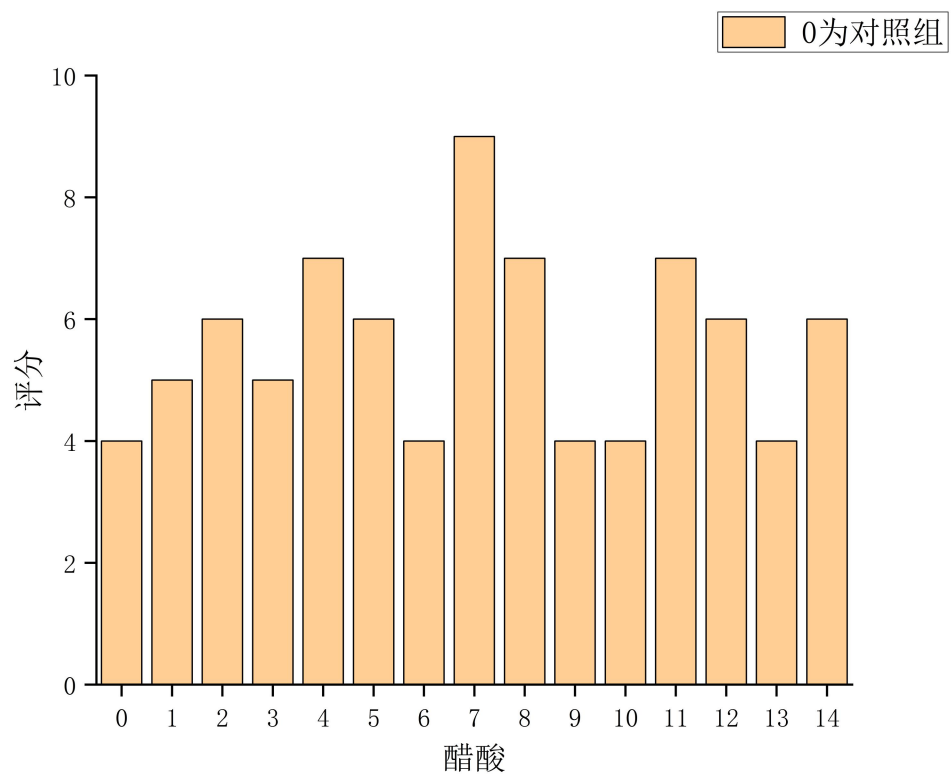


图 1-1 食醋酸味评分图

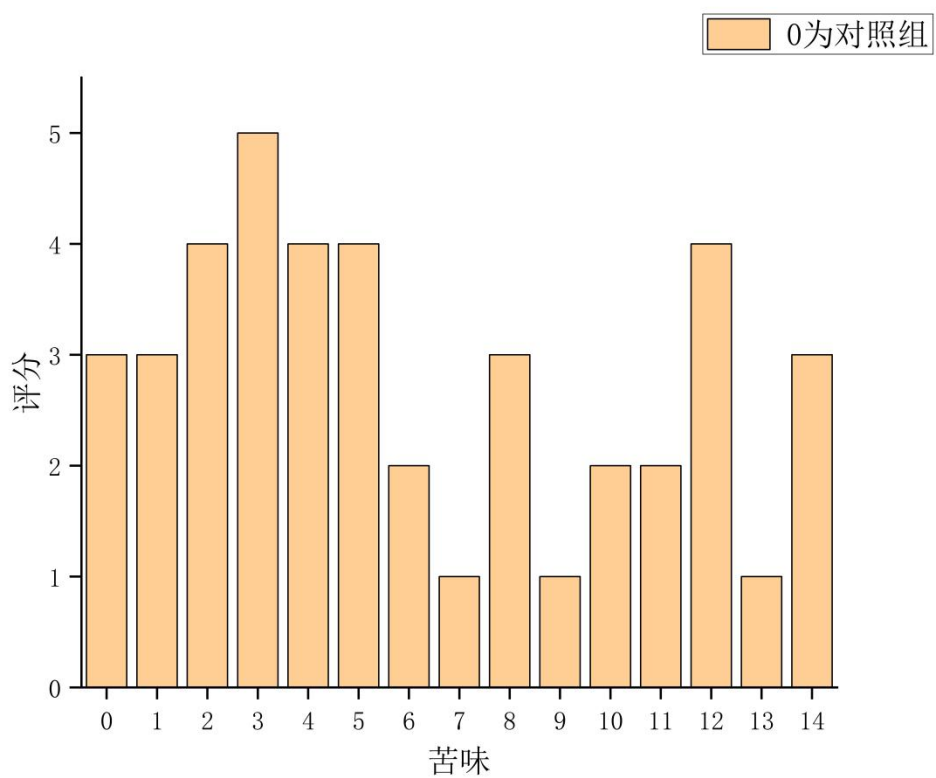


图 1-2 食醋苦味评分图

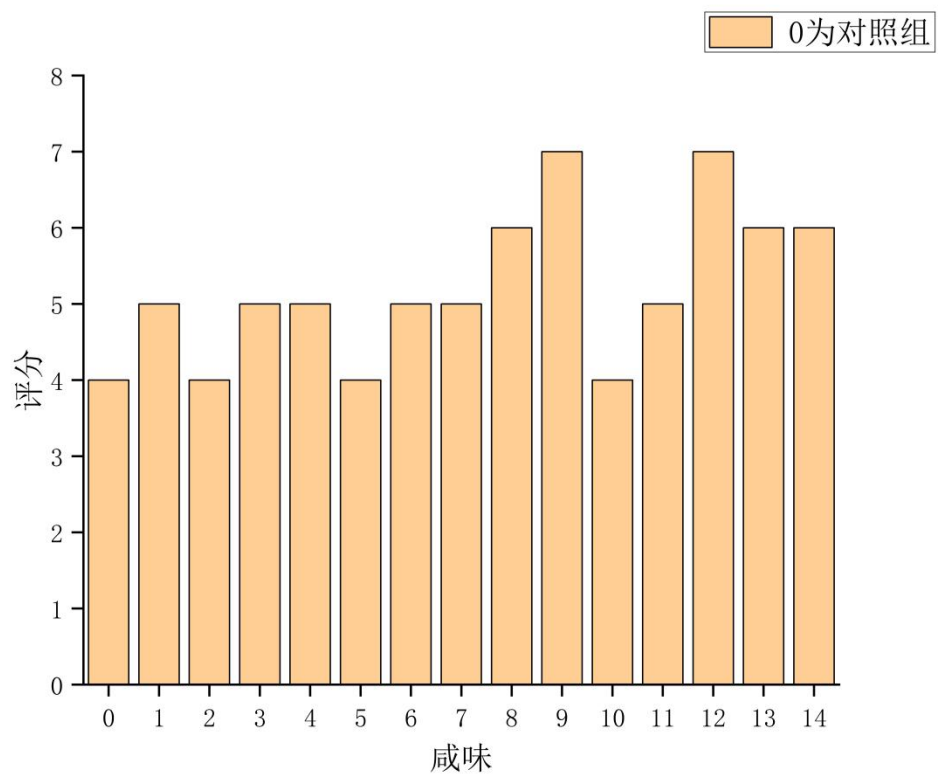


图 1-3 食醋咸味评分图

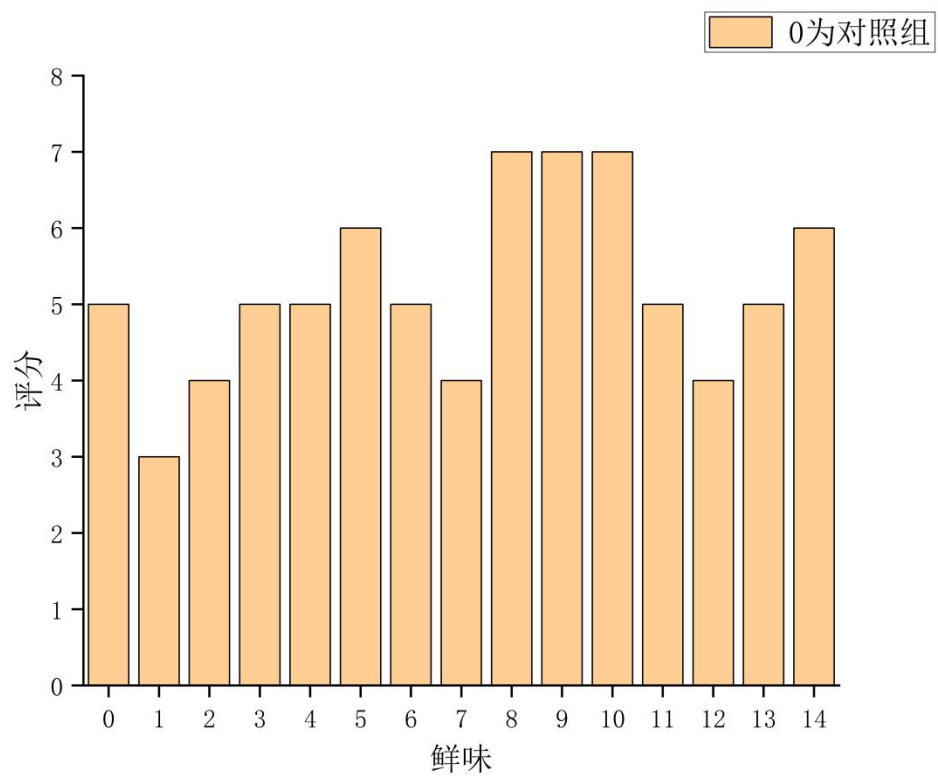


图 1-4 食醋鲜味评分图

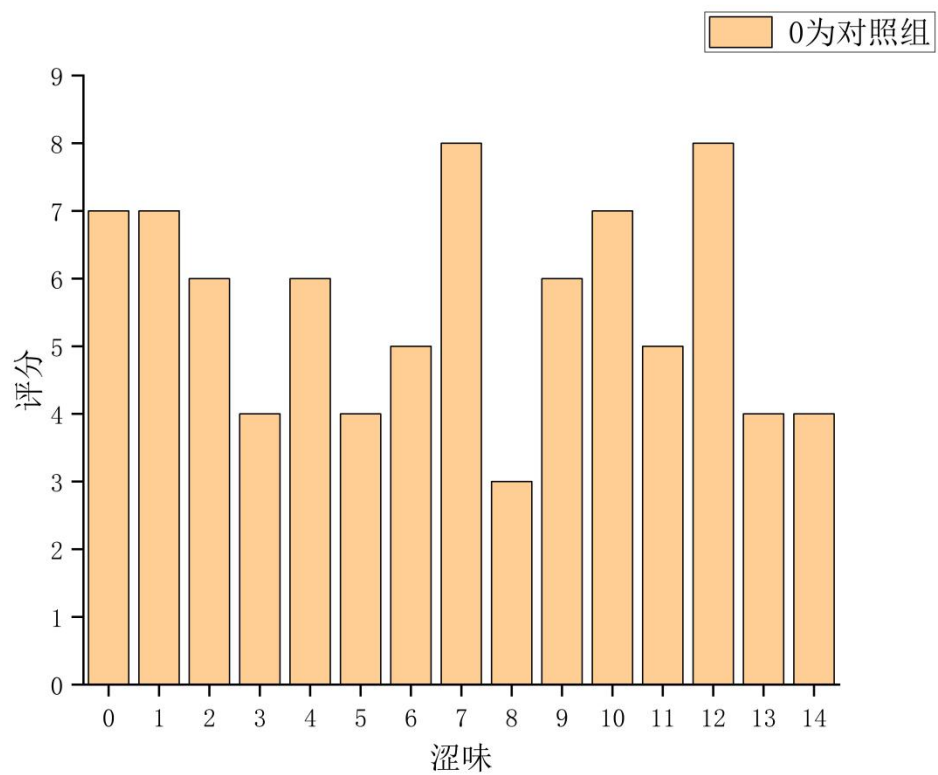


图 1-5 食醋涩味评分图

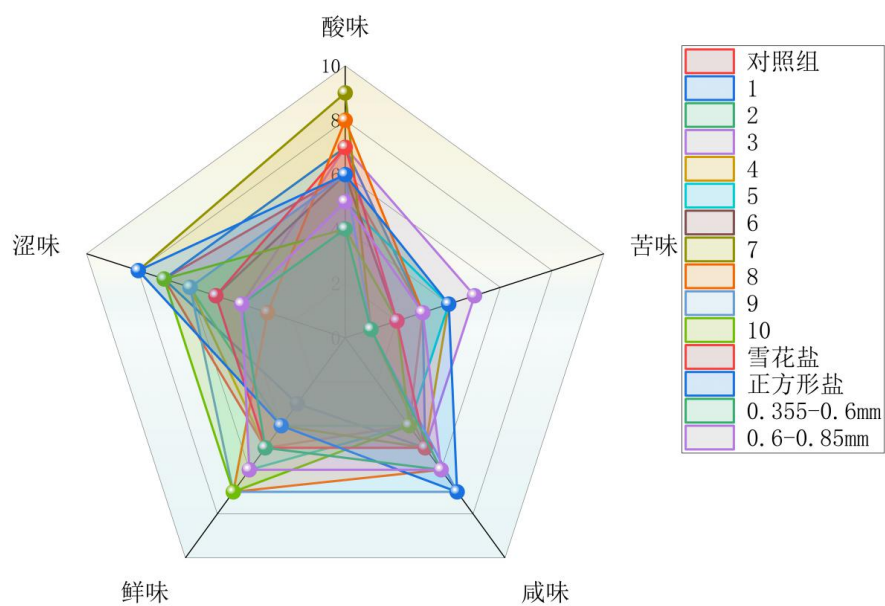


图 1-6 食醋口感综合评分图

该图展示了不同样品在酸味、涩味、鲜味、咸味和苦味五个维度上的味觉特点；大部分样品的酸味都低于对照组，但样品 7 和 8 的酸味较高；苦味在各个样品中有所不同，但样品整体的苦味偏低，其中样品 3 的苦味最高；添加食盐后，每种样品的咸味都有所提升，其中样品 9 和正方形盐对咸味的提升最大；鲜味在每种样品的变化并不同，样品 1、2、7 和正方形中，鲜味有所降低，其余样品中鲜味均有所提升；对照组的涩味最强，添加食盐后，除个别样品涩味保持不变，其余样品涩味都有所降低。

1.2 气味

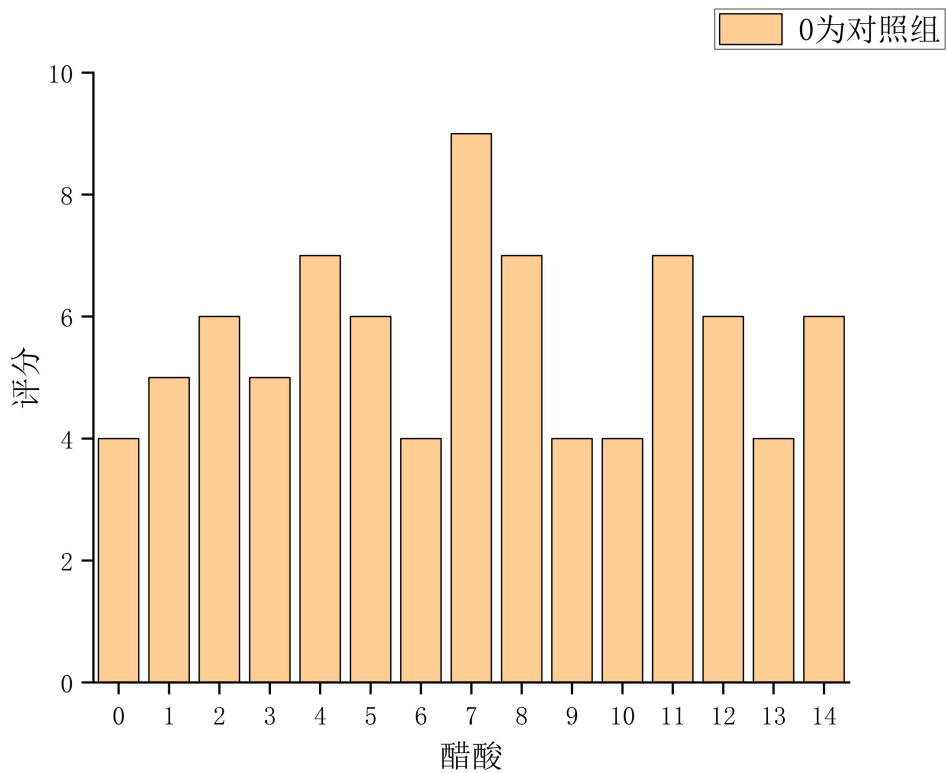


图 1-7 醋酸气味评分图

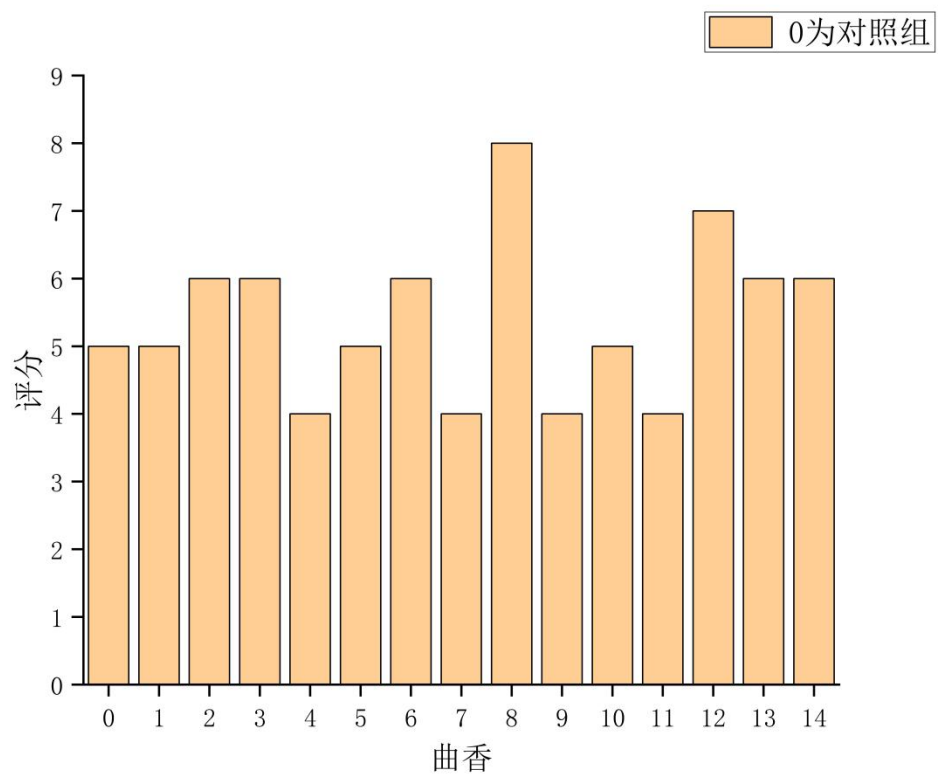


图 1-8 曲香味评分图

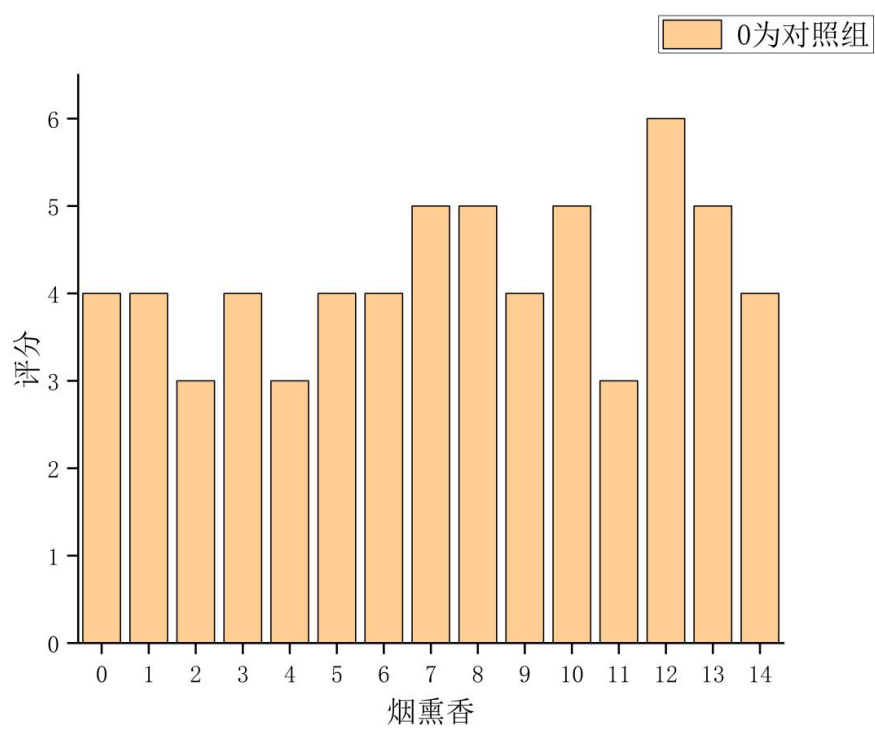


图 1-9 烟熏香味评分图

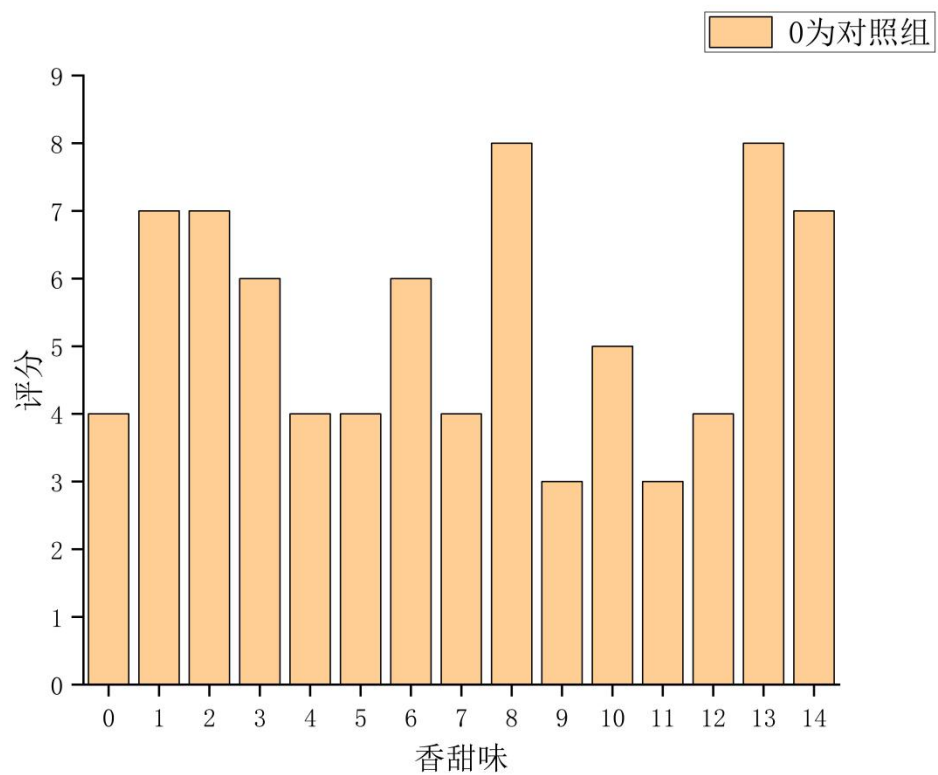


图 1-10 香甜气味评分图

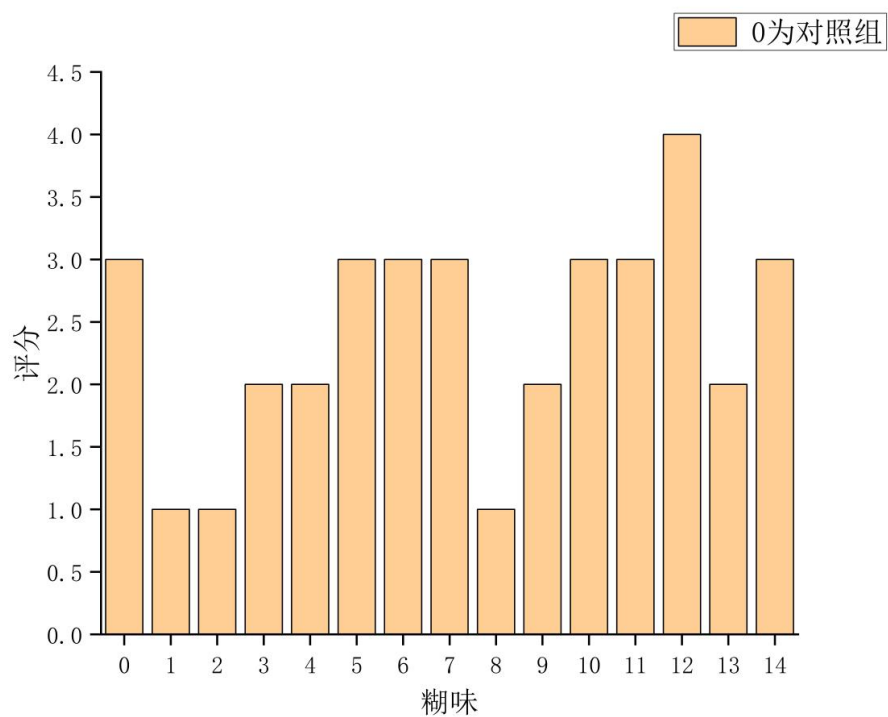


图 1-11 糊气味评分图

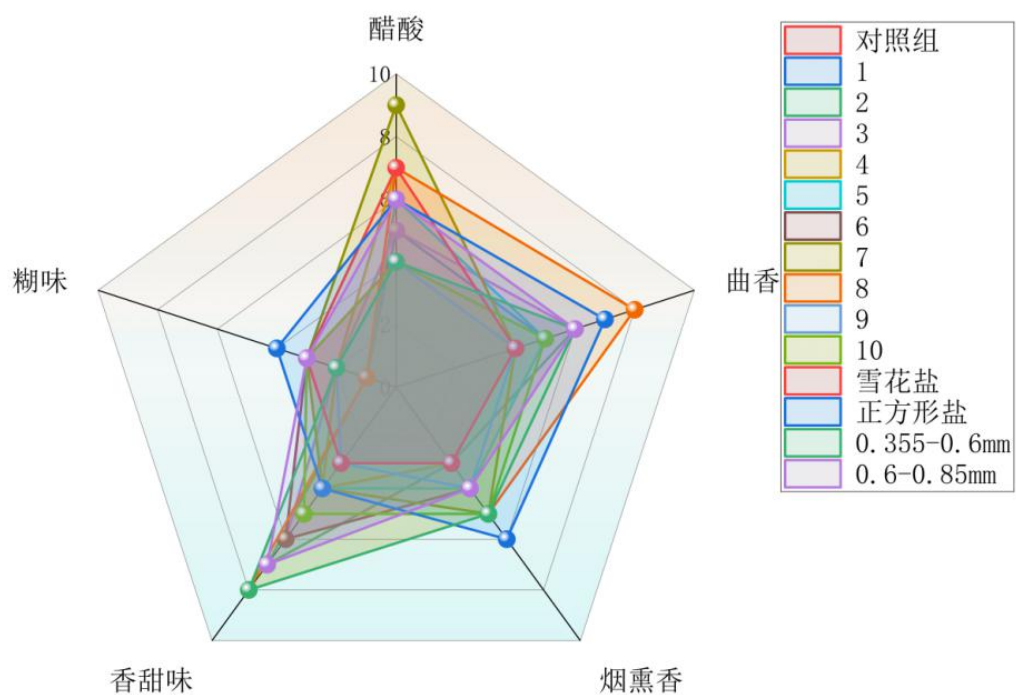
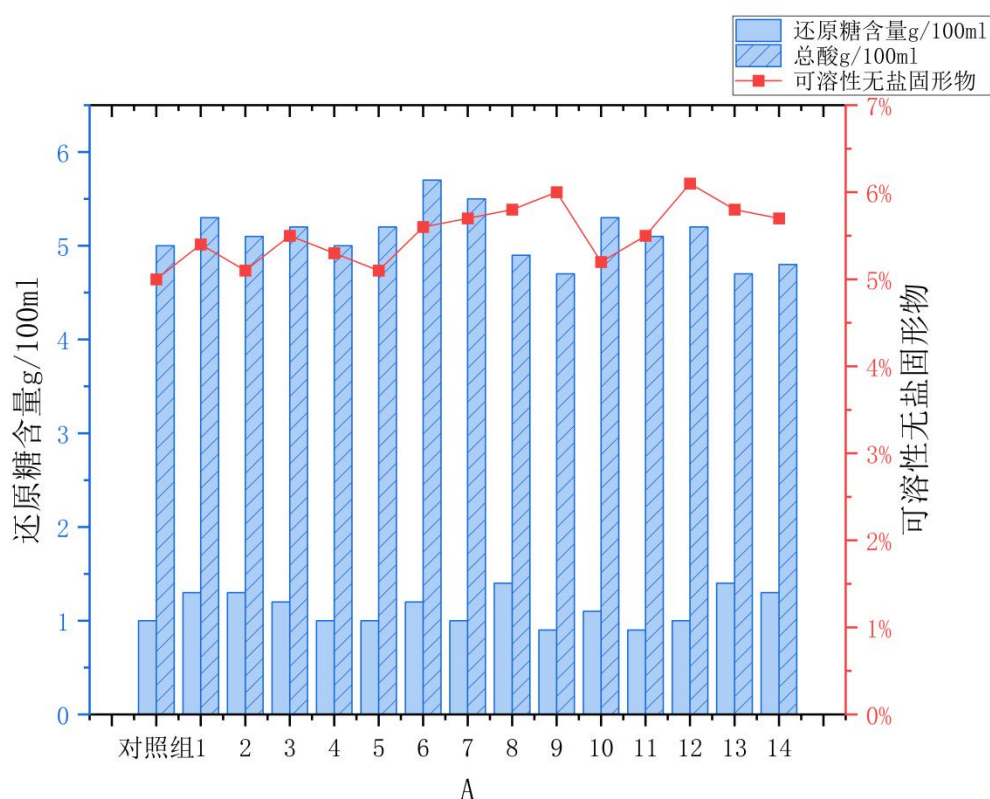


图 1-12 食醋气味综合评分图

该图展示了不同样品在醋酸味、曲香味、烟熏香、香甜味和糊味五个维度上的味觉特点；大部分样品的醋酸味都有所提升，仅样品 6、9、10 和 0.355-0.6mm 的醋酸味并无明显变化；几乎所有样品中的曲香并无明显变化，但样品 8 和正方形盐中曲香得到了提升；添加食盐后，每种样品的烟熏香并无显变化，其评分都和对照组相差不大；食盐对样品的香甜味有着较为明显的改变，样品 1、2、3、6、8、10、0.355-0.6mm 和 0.6-0.85mm 的香甜味得到了明显的提升，其中样品 8 和 0.355-0.6mm 的食盐对香甜味提升最大；经过长期的陈酿，样品中的仅有微弱的糊味，并且大部分样品在添加食盐后都有降低糊味的效果。

2. 理化指标



这张图表展示了醋的三项理化指标在不同样本中的含量变化，这三项指标分别是还原糖含量（g/100ml）、总酸含量（g/100ml）和可溶性无盐固形物（%）。还原糖含量（g/100ml）方面，对照组的还原糖含量最低，而第7组的还原糖含量最高，整体上不同组之间的还原糖含量有一定的波动。总酸含量（g/100ml）在不同组之间相对较为稳定，大部分组的总酸含量处于5 - 6 g/100ml 之间，不过对照组的总酸含量略低，约为5 g/100ml。对于可溶性无盐固形物（%），其含量在不同组之间波动幅度较大，其中第10组的可溶性无盐固形物含量最高，约为6.5%，对照组1的可溶性无盐固形物含量最低，约为4.5%。

综合来看，不同组的醋在还原糖含量和可溶性无盐固形物含量上有明显的波动情况，而总酸含量相对稳定。这些理化指标能够很好地

反映出醋的品质和发酵程度。

3 结论

根据以上数据分析，1% MgCl 在理化指标和感官评价指标上更优于对照组。

四、标准中涉及专利情况

本标准中不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

《酿造用盐》行业标准的制定，将在社会效益和产业发展等多方面产生深远影响。从社会效益层面来看，它能有力保障消费者权益。过往盐产品种类繁多、质量良莠不齐，而该标准的出台，明确了酿造用盐在生产过程中的卫生、安全标准，从源头把控产品质量，让消费者在购买酿造产品时更加安心，减少因盐质量问题引发的食品安全隐患，切实守护大众健康。

对产业发展而言，此标准是强有力的助推器。一方面，它规范了行业生产流程，使得众多酿造用盐生产企业有了统一遵循，避免了无序竞争，优化了市场环境。通过制定统一的市场准入标准，可有效遏制低质低价盐产品流入市场，让优质产品脱颖而出，促进市场竞争机制的完善。另一方面，它推动了产业升级。为达到标准要求，企业必然加大在生产工艺、技术研发上的投入，不断改进生产方式，从而提升整个行业的技术水平。此外，标准的制定还有助于中国酿造用盐标准与国际接轨，提升我国盐产品在国际市场的竞争力，推动中国

盐业产品和服务走向更广阔的国际舞台，促进产业的可持续发展，为盐行业的长远发展筑牢根基。

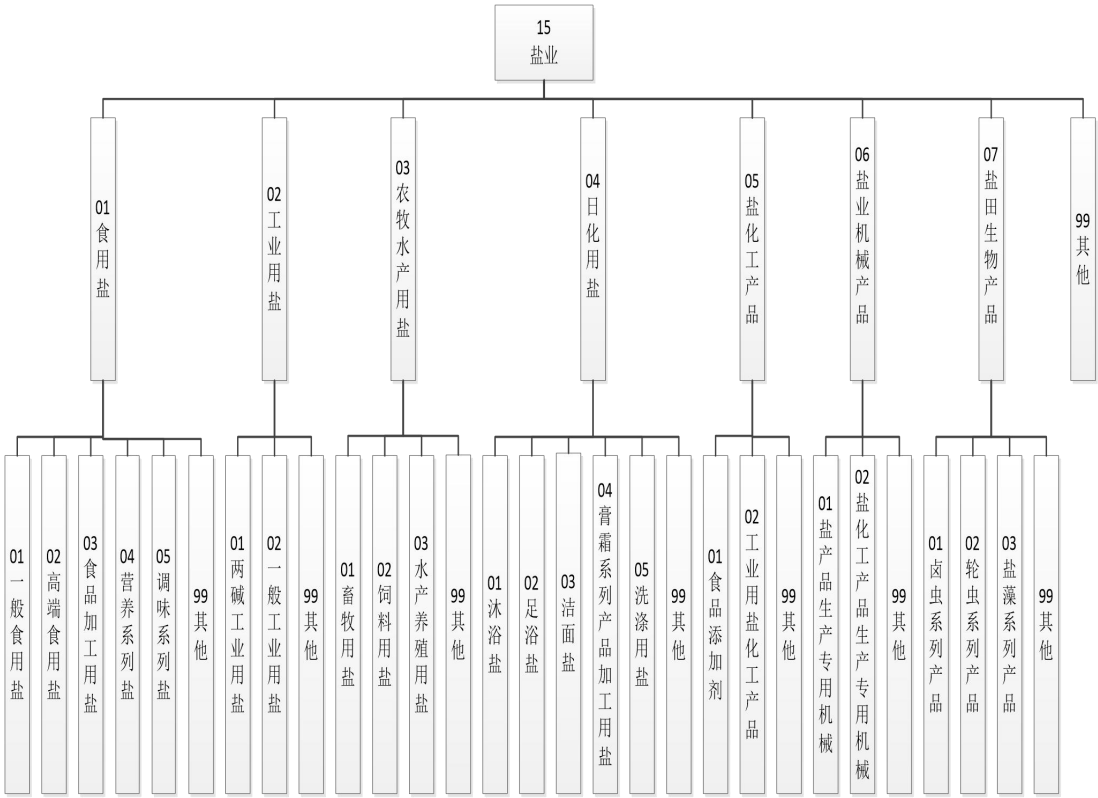
六、与国际、国外对比情况

本标准制定过程中未查到同类国际、国外标准，没有采用国际标准或国外先进标准。

本标准水平为国内领先水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本专业领域的标准体系框架如下图：



本标准属于盐业标准体系“01 食用盐”大类，“03 食品加工用盐”中类，体系编号为：“152950001030000008CP”。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准实施日期为标准发布后的 6 个月。标准发布后，应组织相关人员进行标准的宣贯培训。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

《酿造用盐》行业标准起草工作组

2025 年 9 月 23 日