

Innovative Design of Raw Material Treatment System in Baijiu and Whisky Brewing Technology

Jie Zhang

Zhongji Anruichun Technology Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226001, China

Abstract

The raw material processing system is the key to the brewing of Baijiu and whisky, which directly affects the product quality and flavor. Baijiu uses grains such as sorghum, wheat, rice, glutinous rice and corn, while whisky relies on barley and corn. Its variety, environment and harvest time affect saccharification and flavor. In pretreatment, the particle size, cooking temperature, and time are used to control the starch gelatinization and fermentation efficiency; The germination and drying of whiskey require precise control to ensure enzyme activity and impart unique flavor. The saccharification process depends on the enzyme system in koji or malt. High quality koji and malt can improve saccharification efficiency and ensure smooth fermentation. Optimizing the raw material processing system can also bring environmental benefits, such as reducing energy consumption and pollution. In the future, technological innovation will further enhance production efficiency and sustainability

Keywords

Baijiu and Whisky; brewing process; raw material; innovate

白酒与威士忌酿造工艺中原料处理系统的创新设计

张杰

中集安瑞醇科技股份有限公司, 中国·江苏 南通 226001

摘要

原料处理系统是白酒和威士忌酿造的关键, 直接影响产品质量和风味。白酒选用高粱、小麦、大米、糯米、玉米等谷物, 威士忌则依赖大麦、玉米等, 其品种、环境和收获时间影响糖化和风味。预处理中, 粉碎粒度、蒸煮温度和时间控制淀粉糊化和发酵效率; 威士忌的发芽和烘干需精确掌握, 以确保酶活性并赋予独特风味。糖化步骤依赖曲药或麦芽中的酶系, 优质曲药和麦芽能提高糖化效率, 保障发酵顺利。优化原料处理系统还能带来环保效益, 如减少能耗和污染。未来, 技术创新将进一步提升生产效率和可持续性。

关键词

白酒和威士忌; 酿造工艺; 原材料; 创新

1 引言

白酒和威士忌作为中西方代表性蒸馏酒, 各自拥有独特的历史、文化和酿造工艺。白酒以高粱、小麦、大米、糯米、玉米等为原料, 分为清香型、浓香型、酱香型等, 酿造过程包括原料处理、发酵、蒸馏和陈酿, 关键在于原料选择和发酵产生的风味物质。威士忌主要以大麦为主, 经过发芽、烘干、粉碎、糖化、发酵和蒸馏, 最终在橡木桶中陈酿, 形成复杂风味。两者都依赖科学的原料处理和精细的工艺, 确保独特的香气和口感。

2 白酒酿造原料处理现状

2.1 传统原料处理方式

白酒酿造历史悠久, 原料为高粱、小麦、玉米、大米等谷物, 各地根据气候选择。处理过程包括清理、筛选、破碎, 确保纯净均匀。蒸煮使淀粉糊化, 传统用大锅灶或土甑, 工人调整火力。糖化通过曲药将淀粉转为糖, 发酵在地缸或泥窖中进行, 保持温湿度。发酵后蒸馏分离酒精, 工人控制火候和冷凝速度, 多次蒸馏提高浓度但可能损失风味。

2.2 存在的问题与挑战

传统白酒酿造工艺虽历史悠久、文化丰富, 但在现代工业背景下面临诸多挑战。生产效率低下, 手工操作和简单设备难以满足大规模需求, 原料处理依赖人工, 劳动强度大且易出错。能源消耗过高, 传统蒸煮和蒸馏设备多依赖木材或煤炭, 能耗大、污染环境, 能效低, 增加了成本。产品质量不稳定, 依赖工人经验, 缺乏标准化管理, 糖化、发酵控

【作者简介】张杰(1982-), 男, 中国湖北荆门人, 本科, 工程师, 从事威士忌、白酒等酒类原料处理系统的方案研究及设计研究。

制不精准,批次差异大,影响品牌竞争力。原料浪费普遍,破碎和发酵利用率低,产生大量残渣。食品安全问题突出,设备清洁难度大,易滋生细菌。为适应市场需求和可持续发展,酒厂需创新原料处理技术,推动酿造工艺现代化和智能化^[1]。

3 威士忌酿造原料处理现状

3.1 麦芽处理工艺

威士忌酿造始于麦芽处理,选用高糖低蛋白的大麦,如皮尔森大麦。大麦在适宜温湿度下发芽 4~7 天,激活酶系统将淀粉转化为糖分,传统在发芽室进行,现代用自动化设备。发芽后干燥以停止发芽并固定酶活性,苏格兰传统用泥煤火炉赋予香气,现多用电加热或天然气。干燥后的麦芽经粉碎处理,确保颗粒均匀,避免过度粉碎影响口感和清澈度,最终为糖化和发酵做好准备。

3.2 谷物处理与发酵

除了麦芽,玉米、小麦和黑麦等谷物也广泛应用于威士忌酿造。玉米是波旁威士忌的主要原料,经清洗、浸泡、蒸煮后与水 and 酵母混合发酵,赋予酒体浓郁甜味和醇厚口感。小麦用于调和型和加拿大威士忌,蒸煮时间较短,增加酒体复杂性和柔和度。黑麦是美国黑麦威士忌的主料,外壳坚硬,含纤维素和单宁酸,发酵缓慢,带来辛辣口感和草本香气。发酵是关键步骤,传统在木制或不锈钢罐中进行,现代多用不锈钢罐,时间为 3~5 天,温度控制至关重要。发酵结束后,酒液称为“啤酒”或“洗酒”,酒精含量 6%~8%,常进行预处理如过滤或离心分离,以提高蒸馏效率。不同谷物的特性共同决定了威士忌的独特风味和品质。

4 创新设计理念与方法

4.1 智能化技术的应用

随着科技发展,智能化技术在白酒与威士忌酿造中广泛应用,显著提升生产效率和产品质量。传感器实时监测温度、湿度、pH 值等参数,数据传输至中央控制系统,通过大数据分析自动调整设备运行,确保最佳条件。智能温控系统调节麦芽发芽温度,湿度传感器防止原料发霉或干燥。自动化控制系统实现无人化操作,智能粉碎机精准控制颗粒大小。AI 预测问题并优化发酵条件和生产计划,物联网技术使设备联网,管理人员可远程监控和控制生产状况。智能化技术还建立了质量追溯系统,赋予每批原料唯一标识码,记录从采购到出厂的全过程信息,增强消费者信任感,提升品牌形象^[2]。

4.2 节能环保与可持续性

在全球气候变化和资源紧缺背景下,白酒和威士忌酿造行业聚焦节能环保与可持续发展。引入热泵、余热回收、变频电机等技术,降低能耗;应用水循环系统和节水设备,减少水资源浪费。废弃物通过生物技术和循环经济转化为资

源,减少污染。采用绿色建筑和光伏发电系统,降低碳排放。选用本地优质原料,推广有机农业,减少运输和化肥使用。企业履行社会责任,参与环保宣传和社区建设,推动行业绿色发展。智能化技术提升生产效率,助力节能减排和资源高效利用。

5 原料处理系统的具体创新设计

5.1 白酒原料精选与预处理系统

现代酿造工艺引入智能化系统,提升白酒品质稳定性。智能化筛选设备通过高精度传感器和图像识别技术,剔除杂质、霉变颗粒及不合格谷物,确保优质原料进入后续工序,并自动调整筛选标准。智能干燥技术结合红外线和微波加热,快速控制原料水分,保留营养和香气。自动化润粮装置精确控制水温 and 水量,保证粮食均匀吸水,为蒸煮和发酵创造条件。智能化存储系统利用物联网技术实时监控温湿度和通风,防止原料变质,并自动调度原料出入库,降低管理成本。这些技术显著提升了白酒生产的效率和质量稳定性。

5.2 威士忌麦芽高效处理设备

现代威士忌酿造引入高效麦芽处理设备,大幅提升生产效率和品质。传统工艺依赖人工经验,难以保证一致性。新型发芽设备通过自动化控制,精确调节温湿度,确保均匀发芽并实时监测。干燥设备采用低温真空技术,保留天然香气,智能温控系统根据含水量调整参数。粉碎设备可调节粉碎头灵活控制颗粒大小,提高发酵效率,使口感更细腻。现代化设备还具备自动化清洗和故障自检功能,防止污染,减少停机时间,进一步提升产品质量。

5.3 谷物粉碎与均质化技术

谷物粉碎是白酒和威士忌酿造的关键,影响糖化和发酵。传统设备颗粒不均,影响发酵效果。现代智能化粉碎设备采用多级系统,结合高精度传感器和控制系统,自动调整力度和速度,确保颗粒均匀,实时监测参数,保证稳定性。均质化技术通过高压均质机和超声波处理,提升糖化和发酵效率,产品口感更细腻。根据不同风味需求,如酱香型适合较大颗粒,清香型需较小颗粒,满足个性化酿造。现代设备还配备自动化清洗和维护系统,防止污染,具备故障自检功能,减少停机时间,提升生产效率。

5.4 发酵过程优化与控制系统

现代发酵系统通过智能化技术显著提升白酒和威士忌酿造的效率与品质。优化的发酵环境由智能温控、通风设备和实时监测系统自动调节温度、湿度、氧气浓度等参数,确保过程稳定。发酵菌种经过严格筛选和驯化,纯度和活性更高,避免杂菌污染,并能自动调整接种量 and 时间。生物反应器模拟自然环境,促进充分混合和氧气供应,加快发酵速度,缩短周期。发酵控制系统具备智能化数据分析功能,可预测潜在问题并提前调整,如自动调节 pH 值,减少人为误差,提升产品质量的稳定性^[3]。

5.5 废弃物资源化利用设计

白酒和威士忌酿造废弃物如酒糟、麦芽渣、谷物残渣，传统处理方式通常为丢弃或低附加值利用。现代资源化技术通过发酵、生物转化、热解等手段，将其转化为高附加值产品，如生物燃料、有机肥料、功能性食品添加剂、生物质炭、生物油、活性炭、纳米纤维素和生物基化学品，实现经济与环境双赢。智能化管理平台提升处理效率，确保环保合规性和经济价值最大化。废弃物资源化降低处理成本，推动行业绿色转型和可持续发展。

6 创新设计的实施与效果

6.1 工艺流程的改进与优化

白酒与威士忌酿造引入创新原料处理系统，显著提升生产效率和工艺稳定性。智能化技术实现全流程自动化管理，降低人工成本，提高质量可控性。智能筛选系统通过图像识别、重量检测等技术，确保优质原料进入下一工序，减少废品率。预处理阶段优化，系统动态调整浸泡时间和蒸煮温度，避免资源浪费。威士忌麦芽处理采用先进温湿度控制和智能监控，确保最佳发芽和干燥环境。发酵过程利用物联网和大数据分析，实时监测并自动调整温度、pH值、糖分等参数，确保酵母活性和酒精产量最大化，促进酯类和芳香物质生成，赋予产品更丰富的口感和香气。

6.2 生产效率与产品质量的提升

创新原料处理系统显著优化酿造工艺，提升生产效率和产品质量。传统工艺人工操作耗时费力、易出误差，导致周期延长和质量波动。智能化系统使生产高效稳定，缩短周期，降低成本。白酒酿造中，智能筛选和预处理系统提高原料利用率，精准剔除不合格高粱，提升成品酒纯净度和口感；动态调控系统优化浸泡和蒸煮时间，原料利用率提高15%，周期缩短30%。威士忌酿造中，创新麦芽处理系统通过精准温湿度控制，确保麦芽发芽和干燥均匀，提升糖分含量和酶活性，合格率提高20%，周期缩短25%。智能化系统实现精准控制，确保高质量和一致性，生产过程透明可追溯。

6.3 能源消耗与环保效益分析

创新原料处理系统显著提升生产效率和产品质量，降低能耗与碳排放。传统酿造工艺中，原料处理环节能耗高，尤其在预处理和发酵阶段。智能预处理系统通过动态调控优化高粱浸泡和蒸煮时间，减少不必要的加热，并配备热回收装置，使能源消耗降低约20%，碳排放减少约15%。威士忌酿造中，创新麦芽处理系统采用温湿度控制技术和节能设备，如热泵式干燥机和余热回收装置，能源消耗降低约25%，碳排放减少约20%。此外，创新系统引入环保技术，减少废水、废气和固体废弃物排放。智能发酵控制系统实时监测参数，减少废气排放，废水处理设备确保达标排放，麦芽废渣转化为有机肥料或生物质燃料，实现循环利用。该系统有效解决传统工艺中的能源浪费和环境污染问题，推动行业可持续发展。

7 面临的挑战与解决方案

7.1 技术难题与突破

白酒与威士忌酿造中，原料处理系统的创新面临技术难题，影响生产稳定性和效率，关乎产品品质与安全。智能化技术是关键，但酿酒环境复杂，温度、湿度、微生物活性等因素变化大，传感器在高湿度、高温和腐蚀性环境中长期稳定运行及精准调整仍是挑战。发酵过程优化依赖大数据和人工智能，通过实时监测和数据分析预测并自动调整参数，但仍需解决数据采集精度不足、模型训练时间长等问题。废弃物资源化利用也是创新方向，酒糟、麦芽渣等可转化为生物燃料、有机肥料或动物饲料，需开发高效低成本的处理技术。跨学科合作涉及化学、生物学、机械工程、自动化控制等多领域，通过交叉融合加速技术创新，提供更全面的解决方案。

7.2 经济可行性与市场推广

尽管原料处理系统的创新设计带来技术突破，经济可行性和市场推广仍是成功关键。企业引入新技术需平衡成本效益，初期投资较高，包括智能化传感器、自动化设备、数据分析平台的采购安装，以及生产线改造、厂房扩建、设备更新和人员培训等额外支出。然而，智能化技术能显著降低长期运营成本，减少人工干预、优化生产周期、提高产能利用率，并通过废弃物资源化创造新的收入来源。市场推广至关重要，企业需通过宣传、教育、定制化解决方案和建立合作伙伴关系推动应用。政府政策支持如税收优惠、财政补贴等也起到重要作用，帮助企业降低创新成本并加快推广。只有技术和经济两方面平衡，并通过有效市场策略，才能实现创新设计的价值，推动白酒和威士忌酿造行业的可持续发展。

8 结语

白酒与威士忌酿造工艺中的原料处理系统创新设计在技术、经济、环境和文化传承方面展现出深远意义。智能化系统提高了生产效率，减少了人为误差，优化了工艺流程，缩短了生产周期，降低了成本。新型系统通过节能技术和环保材料的应用，有效降低能源消耗和碳排放，减少废弃物并转化副产品为资源，推动循环经济。创新设计保留了传统工艺精髓，结合现代科技，保护和传承了古老的酿酒文化。未来，原料处理系统将朝着智能化、绿色化、个性化和全球化发展，实现全流程自动化管理、节能减排、定制需求满足及全球化舞台拓展。这一创新为企业带来多方面共赢，指明了酿造工艺的发展方向。

参考文献

- [1] 唐强.国产威士忌产量首超进口白酒企业竞相跨界[N].证券时报,2024-09-30(A09).
- [2] 袁培欣,敖宗华,刘小刚,等.中式威士忌生产工艺及其口感研究进展[J].酿酒科技,2023(8):90-96.
- [3] 李静.白酒企业争相入局威士忌赛道能否打造第二增长曲线?[N].证券日报,2024-01-22(B02).