

# 基于麦芽品种和风味特征在啤酒生产中的国产化替代探究

张晋森 詹旭阳 唐钰鹏 严诗杰

(泸州职业技术学院, 四川 泸州 646000)

**摘要:** 麦芽作为啤酒酿造工艺中的传统原料, 是酒体的酿造的基础材料。原料的品种、组分与制麦工艺差异, 对啤酒的风格具有深远影响。近年来酿酒市场的发展对国产酿造谷物的质量提出了更高的要求。本文论述了不同品种国产麦芽的组分差异与制麦工艺对麦芽的影响研究, 旨在为国产麦芽的深加工和酿造产品的开发与应用提供科学依据。

**关键词:** 国产麦芽; 基础麦芽; 特种麦芽

## 引言

中国作为世界最大啤酒生产和消费国, 在酿造中对原辅料有大量需求, 因此原辅料的品质对产品质量的影响是显著的。过去我国啤酒酿造行业对高品质大麦的使用需求主要依赖进口, 国产麦芽在啤酒酿造工艺中的虽有应用, 但受产地与品种的影响, 麦芽质量间的差异缺乏系统性的分析。

本文通过整理国产麦芽品种研究及风味分析方面的研究进展, 旨在挖掘国产麦芽在酿造方面的应用潜力, 为其在啤酒酿造领域的替代化应用提供参考。

### 1 国内麦芽原料品种差异

从产地的角度, 国外的啤酒行业起步早, 麦芽种植业相对成熟, 深色麦芽以慕尼黑麦芽较为著名, 而淡色麦芽的代表则产自皮尔森地区, 此外, 美国等新世界产区也拥有高质量的麦芽产地。国内对啤酒酿造风格的探索起步较晚, 分布于各省份酿造用麦芽的规模化资源不够广泛, 目前主要的研究来自甘肃的甘啤麦、垦啤麦系列和黑龙江的龙啤麦系列<sup>[1, 2]</sup>。

按麦芽种类区分, 则种间差异较大, 应用于啤酒酿造工艺的麦芽主要为大麦, 小麦以及经特殊制麦工艺所得特种麦芽。实际生产中常采用大麦麦芽和小麦麦芽混合投入的方式, 从而达到调控麦汁指标的目的。不同种类的麦芽使酿造过程存在差异性, 为酿造原料的组合提供了一定的参考。

国产麦芽通常来源于蒙古、甘肃等地区, 产地相对集中, 西北和黑龙江地区的大麦产业包括了产于黑龙江的龙啤麦系列、蒙啤系列和甘肃的甘啤系列、甘农大麦系列等。

部分研究根据苏啤3号、G040N092N和甘啤4号的特性, 杂交繁育出龙啤麦6号, 其亲缘后代的产量对比垦啤麦10号产幅上升至11.6%, 证明了国产麦芽在麦种培育方向尚有发展空间。

目前, 对国产麦芽原料品种的研究资料较少。我国东西跨度大, 土壤成分、水源质量及气候差异明显, 国产麦芽质量也随之改变。由于对国产麦芽的成分研究、风格特性等方面开发不足, 国产麦芽在特种酿造谷物方面的开发依然具备许多空间。

### 2 多种麦芽成分差异研究

#### 2.1 不同环境麦芽成分差异

有研究表明, 不同地区环境下的多种麦芽组分会表现出差异, 并直接影响啤酒酿造和发酵进程。产自江苏地区的苏啤4号、6号大麦, 通过盐碱土壤自然选育, 筛选出了耐盐基因麦株。在

保障谷物基础产量的基础上, 保留了酿造糖化酶的活性水平, 并降低了国产麦芽在酿造时产生的浊度。

有研究利用干旱环境筛选出耐旱植株甘啤8号, 在低降水条件下相比于甘啤6号表现出了更高比例的低分子氮, 保证了浸出率的同时加速了糖化进程, 为淡色啤酒的酿造提供了更多选择<sup>[3]</sup>。此外, 张想平研究发现, 甘啤7号该品种具有高抗倒伏性、高抗条纹病、高产优质等特点, 适宜甘肃、新疆等我国北方春大麦区种植, 且在酿造中表现出了蛋白适中、糖化力较高的品种特性。最后, 在太空环境下, 以甘啤4号为母本, 通过辐射诱变选育出的甘啤9号, 原麦品质可和酿造品质达到了行业优级标准。证明国产麦芽正逐步开发出替代进口麦芽特殊性的新途径<sup>[4]</sup>。

无独有偶, 党爱华研究发现, 垦啤麦17号具有粒型好, 抗根腐病、抗旱、适应性强等特点。经检测表明蛋白质含量3年平均为12.8%, 麦芽无水浸出率为82.2%, 达到优质酿造大麦标准。适宜在黑龙江、内蒙古等寒温带地区种植, 同时, 在种植过程中与多棱麦芽对比, 其产量排在第一位, 表现出较高的产量特性<sup>[5]</sup>。

#### 2.2 麦芽组成对发酵的影响

麦芽中的蛋白质含量是影响啤酒酿造的重要因素之一。麦芽中的蛋白质含量决定了发芽、糖化、发酵以及啤酒的泡沫、质量和风味等方面。

啤酒酿造中所需求的蛋白质含量范围为9.0%~12.0%, 进口麦芽蛋白含量则超过了13%。早有资料证实, 啤酒泡沫的数量与泡持性功能, 和麦芽中糖蛋白的存在有强相关性。而在啤酒糖化工艺中, 谷蛋白和麦醇溶蛋白在转化过程与多酚的相互作用, 影响了啤酒的起泡性和浊度。

在酿造过程中, 麦芽浸出率与原料成本和发酵质量有较大相关性, 而麦芽的浸出率受到品种的影响。殷股荣等人对国内外多种大麦的研究表明, 不同地区的麦芽组分差异明显, 例如在糖化功能方面, 国产麦芽盐麦7号的浸出率酒显著高于北美merit麦芽<sup>[6]</sup>。

此外麦芽的浸出率与糖化能力有显著的正相关性, 与麦芽新鲜度及质量也有强相关性。林亚康等的研究, 即 $\beta$ -淀粉酶与麦芽糖化力的正相关性, 进一步地证明了这个观点。这些研究进一步地为我们指出了国产麦芽在酿造方面的开发潜力。

### 3 多种麦芽制麦工艺化差异对风味的影响

基础麦芽是啤酒酿造的主要原料, 它提供了足够的酶制剂、

营养物质和风味物质。酶制剂将麦芽中的高分子物质转化为可被发酵利用的低分子结构,而风味物质和蛋白为啤酒提供了充实的口感和稳定的泡沫结构。常见的基础麦芽包括皮尔森麦芽、艾尔麦芽、维也纳麦芽和慕尼黑麦芽等,其典型特征是脆度高、浸出率高、色度较低、过滤速度快以及较强的糖化能力<sup>[7]</sup>。

特种麦芽区别于基础麦芽,受焙焦工艺作用,常用作啤酒酿造辅料,通过焙焦工艺突出其风格和香气,使啤酒风格更加多样化,包括焦糖麦芽、焙烤麦芽、结晶麦芽、黑麦芽和巧克力麦芽等。秦奔等通过分别控制焦糖麦芽、焙烤麦芽的烘焙温度、时间和含水量,发现焦糖麦芽在高水分的条件下,经过60-70℃的糖化后,以110-150℃进行高温焙焦,使其生成更强烈的甜味及焦糖味,而更长时间的烘焙则会引导麦芽形成更浓的烘焙风味。

同有研究证明,低温和短时的烘焙方式可获得高香麦芽和结晶麦芽,保留麦芽的香气和风味,而高温长时烘焙,则促使麦芽转化出了浓烈的焦糖、烘烤、巧克力和烟熏等复杂香气。这说明在风味层面,烘焙工艺的差异赋予了麦芽不同的特征。

制麦过程通过非酶褐变反应转化出的风味和色泽化合物,如呋喃酮类化合物、吡嗪类物质、糠醛与糠醇等具有爆米花、坚果、可可及焦糖、杏仁、面包等特殊香气的风味物质,使得特种麦芽的添加为酒体带来了更多可能性<sup>[8]</sup>。

LuisF.Castro等通过调整特种麦芽在糖化工艺中的物料占比,证明了焦糖麦芽和烘焙麦芽的加入使得啤酒中的多酚含量显著提高。

无独有偶,VeselaShopska等利用五种抗氧化测试方法研究证明,较高热处理程度的麦芽会改变酒体的多酚含量且具有较高抗氧化性。

除烘焙工艺外,荣芷铭等人通过尝试在浸麦阶段添加外源物质(如核黄素、甘露醇、壳聚糖等)对麦芽的水解酶活力的提升、蛋白的加速降解产生了积极影响。此外,通过在大麦的发芽初期加入乳酸菌,利用生物转化特性获得了酸麦芽,也可使麦汁的发酵周期缩短,酒体口感带酸,香味更加协调,且风味成分比基础麦芽有显著提高。

#### 4 麦芽风味分析研究现状

##### 4.1 麦芽香味成分分析

对麦芽中香味成分的探索随着酿酒分析技术的进步而进一步深入。目前已知的麦芽香味物质组成包括醛、酮、酚、多酚、糖类、硫化物以及类黑素等美拉德反应产物等构成。不同麦芽中含有香味物质成分的含量比例有所不同,例如皮尔森麦芽中主要以麦芽糖散发的香味为主;维也纳麦芽以糠醛和呋喃类化合物为主,体现其蜂蜜香气;黑色麦芽由于其高度烘焙的特性,则是以美拉德反应产物为主。

目前国内的麦芽种植多是淡色麦芽,郭琪对两种国产麦芽和两种进口麦芽风味物质进行对比,两种国产麦芽相比于澳洲麦芽均含有较高2-乙酰基吡咯。此外特种麦芽则可以对啤酒酒体产生显著影响。Castro通过调整多种特殊麦芽与基础麦芽的比例,发现焦糖麦芽提供的可发酵糖和游离氨基氮浓度更低,且双乙酰含量水平也降低了,这代表使用特种麦芽会影响麦芽汁成分和最终

啤酒特性。

此外,麦芽中的风味物质,也并不全对酒体有益。Weronika的研究证明,麦芽中部分物质如陈化醛的存在会损害啤酒风味,且不同麦芽间该物质的成分差异会导致啤酒的稳定性受影响。

##### 4.2 麦芽中的香气分析方法

过去科研学者通过气相色谱-嗅觉检测法,传统气相色谱法等传统检测香味物质分析方法。KatherineWitrick通过气象色谱-嗅觉法需要通过多轮分析且重复分析才能鉴定出21种化合物但无法通过GC-O检测乙酸和乳酸。近年来分析技术的进步科学家一般采用了GC-MS,感官、固相微萃取-气相色谱等方式分析麦芽香味物质组分。

Zhang通过气相色谱法-质谱联用技术分析在冷干,蒸煮,煮沸等不同处理下绿小麦的挥发性物质的研究,结果得到正己醛、壬醛、苯甲醛、2-戊基噻唑等化合物,特别是冻干小麦的醛类最多。Xia等通过气相色谱-感官评估法鉴定芳香活性化合物得到34种香气化合物,由此香气化合物与酿造麦芽的感官高度相关。

##### 结语

本文主要针对近年来国内麦芽在酿造方面的研究进行综述,包括麦芽品种、麦芽组分及制麦所产生的风味特征的研究。

国产麦芽品种较多,但多数亚种都更适用于淡色麦芽和拉格啤酒的生产,尽管在部分地区有规模化种植,但品种间的差异性尚未能被充分开发,国产麦芽在特殊风格麦芽的制备方面的开发仍保留有许多探索空间。

因此,制麦工艺的发展现在以及国产特种麦芽的替代化开发仍没有对啤酒酿造行业起到显著的影响作用。随着啤酒酿造市场的不断扩张,酿酒原料和辅料的综合需求的扩大也间接推动了本土酿酒原料市场的发展,将来酿造行业发展可预见地将影响酿酒原料的创新与开发。

##### 参考文献:

- [1] 包奇军,潘永东,张京,等.优质、高产、广适啤酒大麦新品种—甘啤8号[J].麦类作物学报,2021,41(09):1181.
- [2] 尚佳薇,刁艳玲,孙丹,等.优质抗病啤酒用大麦新品种—龙啤麦5号[J].麦类作物学报,2023,43(01):130.
- [3] 张想平,啤酒专用大麦新品种甘垦啤8号.甘肃省,甘肃省农业工程技术研究院,2021-08-24.
- [4] 张华瑜,包奇军,柳小宁,等.丰产优质广适啤酒酿造大麦新品种——甘啤9号[J].麦类作物学报,2023,43(10):1224.
- [5] 党爱华,周军,李作安,等.高产优质啤酒大麦新品种——垦啤麦17[J].大麦与谷类科学,2019,36(01):61-62.
- [6] 保殷荣,宫雪,窦婷语,等.国内外啤酒大麦品种酿造品质比较分析[J].植物遗传资源学报,2024,25(11):1870-1881.
- [7] 吕吉鸿,刘加强.啤酒特色麦芽的工艺风味特点[J].中外酒业,2023,(11):46-53.
- [8] 曾依浓.酸麦芽的制造及其在啤酒酿造中的应用[D].江南大学,2023.