

# 微集芬对堆积酱酒酒醅的理化特性的影响

杨恩<sup>1</sup> 万勇<sup>2</sup> 杨志龙<sup>2</sup> 余有贵<sup>1\*</sup>

1 邵阳学院 食品与化学工程学院, 湖南邵阳, 422000;

2 湖南湘窖酒业有限公司, 湖南邵阳, 422000;

**摘要:** 为了探究“微集芬”对不同轮次堆积酱酒酒醅的理化特性的影响。在酱香型白酒第 3-7 轮次生产中添加微集芬酱香白酒复合功能菌, 以不同轮次堆积酒醅为研究对象, 采用恒温干燥法、酸碱中和滴定法等测定其理化指标, 分析了理化指标的变化规律。结果表明: (1) 实验组与对照组的水分含量无显著差异 ( $P>0.05$ ), 但实验组的酸度高于对照组, 尤其在第 3、4 轮次堆积中, 酸度分别提高了 10.71% ( $P>0.05$ )、6.15% ( $P>0.05$ )。 (2) 在淀粉消耗方面, 实验组在第 3-5 轮次堆积中较对照组多消耗了 3.8%、2.5%、6.9% 的淀粉; 还原糖含量在第 4、6 轮次堆积中分别增长了 26.92% ( $P>0.05$ )、36.59% ( $P<0.05$ )。 (3) 实验组在第 3-5 轮次堆积后的发酵力和糖化力均较高, 其中第 4、5 轮次的发酵力分别提高了 29.99%、10.29%; 糖化力在第 3-5 轮次分别提高了 12.09%、10.69%、14.14%。因此, 微集芬的添加对堆积酒醅的理化特性有积极影响, 为提升酱香型白酒品质提供了基础数据支撑和理论依据。

**关键词:** 微集芬; 酱香型白酒; 堆积发酵; 理化指标

**DOI:** 10.69979/3041-0673.25.07.041

白酒是中国历史悠久且文化内涵丰富的酒类, 也是世界六大蒸馏酒之一。酱香型白酒以高粱和小麦为主要原料, 采用传统酱香型白酒酿造工艺, 因其突出的酱香和细腻口感而深受消费者的喜爱, 其中高温堆积发酵过程中, 酒醅被摊晾并拌入高温大曲, 堆成特定形状在开放式环境中堆放一定时间。研究表明, 延长堆积时间可以增加酒醅中的总细菌数、总真菌数和酵母菌活菌率, 同时提高基酒的总酸和总酯含量, 从而提升基酒的品质<sup>[1]</sup>。因此堆积工艺又被称为酱香型白酒生产的“二次制曲”<sup>[2]</sup>。

目前对酱香型白酒发酵过程的检测主要有理化指标与微生物指标。其中对酒醅理化指标的研究大多数是针对酒醅的水分、酸度、淀粉含量、还原糖含量和酒精度等理化指标的变化<sup>[3]</sup>, 李潮云等<sup>[4]</sup>发现温度和水分均与堆积时间呈显著正相关 ( $P<0.05$ )。研究发现从下沙到四轮次, 发现一、二轮次的理化指标变化明显, 其中造沙到一轮次的酸度、葡萄糖、发酵力、糖化力的指标变化显著, 一轮次到二轮次的水分、淀粉、葡萄糖含量、发酵力的指标变化显著<sup>[3]</sup>。

微集芬是安琪酵母股份有限公司开发的一款白酒功能菌产品, 主要用于强化风味物质、提高健康因子、改善酒质, 黄治国等首次将其使用在酱酒第 7 轮次中,

结果表明添加在第 7 轮次中不会影响酒醅原有微生物的正常发酵过程<sup>[5]</sup>。本研究通过在酱香型白酒不同轮次堆积酒醅中添加微集芬, 探究其对酒醅理化特性的影响, 为提升酱香型白酒品质提供了基础数据支撑和理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

#### 1.1.1 曲药

大曲, 某酿酒厂自产; “微集芬”酱香白酒复合功能菌, 安琪酵母股份有限公司。酒醅样品采集自某酿酒厂酱酒酿酒车间第 3 轮次至第 7 轮次堆积前的酒醅、堆积终点后的发酵酒醅。

#### 1.1.2 试剂

酚酞、浓盐酸, 国药集团化学试剂有限公司; 氢氧化钠、五水硫酸铜、酒石酸钾钠、无水葡萄糖、甲基红、溴甲酚绿、蔗糖、磷酸铵、磷酸二氢钾、乙酸、乙酸钠、可溶性淀粉, 上海麦克林生化科技股份有限公司。所用试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

101-1AB 电热鼓风干燥箱: 北京中兴伟业世纪仪器有限公司; DZKW-4 电热恒温水浴锅: 北京中兴伟业世纪

仪器有限公司；LE204E 分析天平：梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司；DH-420 电热恒温培养箱：北京科伟永兴仪器有限公司；DH-420 高压灭菌锅：上海申央医疗器械厂。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品采集

实验窖池为 3、4 班 2、5、9 号，对照窖池为 3、4 班 3、7、12 号。将第二轮次馏酒后的酒糟在晾堂摊凉至室温后备用，实验组，“微集芬”按照原粮量的添加量 0.2% 与高温大曲混匀后一起撒在糟醅上并混合均匀并收堆，堆积发酵顶温至 42℃ 结束发酵。对照组只添加高温大曲，不添加微集芬，其他条件相同。从发酵开始到发酵结束，采取 5 点取样法从每个堆子中层 20cm 处取样，每个点各取 100g 混合成 1 个样品，样品保存于-20℃ 冰箱中。实验组与对照组各 6 个样。

#### 1.3.2 分析检测

酒醅中水分、酸度、淀粉、还原糖的测定参考地方标准 DB 34/T 2264—2014《固态发酵酒醅分析方法》<sup>[6]</sup>。酒醅中的发酵力参照毛青钟等中的 Meisse 法测定<sup>[7]</sup>。酒

醅中的糖化力和酯化力参照 QB/T 4257-2011《酿酒大曲通用分析方法》<sup>[8]</sup>进行测定。

### 1.4 数据处理

采用 Excel 2021 进行数据统计分析；采用 Graph Pad Prism10 软件作图；采用 IBM SPSS Statistics 26 软件进行数据显著性分析，实验结果以“平均值±标准偏差”表示。

## 2 分析结果

### 2.1 微集芬对不同轮次堆积酒醅的水分影响

由图 1 可知，随着轮次的增加，酒醅中水分含量呈现逐渐增高的趋势，从第 3 轮次堆积到第 7 轮次，酒醅水分含量都较高，均在 40-60% 之间，在同一轮次中，堆积后的水分含量要高于堆积前，这是因为在堆积的过程中，微生物的生长代谢过程会产生一定的水<sup>[9]</sup>。在 3-6 轮次的堆积过程中，实验组的水分含量略低于对照组（ $P > 0.05$ ），结果表明，微集芬的添加对堆积过程中的水分没有影响，不会影响酒醅原有微生物的正常发酵，这与黄治国的研究一致<sup>[5]</sup>。

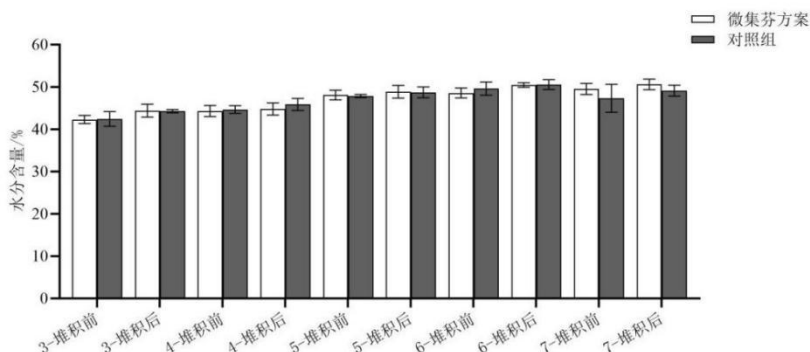


图 1 不同轮次堆积酱酒酒醅的水分比较

### 2.2 微集芬对不同轮次堆积酒醅的酸度影响

酱酒酒醅中的酸包括了挥发酸和非挥发酸，堆积过程中酸度的积累主要源于产酸菌的代谢，适宜的酸度可以抑制杂菌的生长，为各种酯类物质的合成提供前体，为其他微生物的正常生长提供良好的环境<sup>[3]</sup>。由图 2 可知，随着轮次的增加，酒醅中的酸度也逐渐增加。在堆积前后，酸度会有一定的下降，这是因为在堆积过程中

温度升高，酸类物质与醇类物质发生酯化反应生成酯类，在这过程中消耗了部分酸，再就是高温会使部分低沸点的酸挥发。在 3-7 轮次的堆积过程中，实验组的酸度高于对照组（ $P > 0.05$ ），其中，第 3 轮次堆积后，实验组酸度比对照组提高了 10.71%，第 4 轮次提升了 6.15%。表明微集芬的添加对堆积过程中的酸度有一定的促进作用，但不显著。

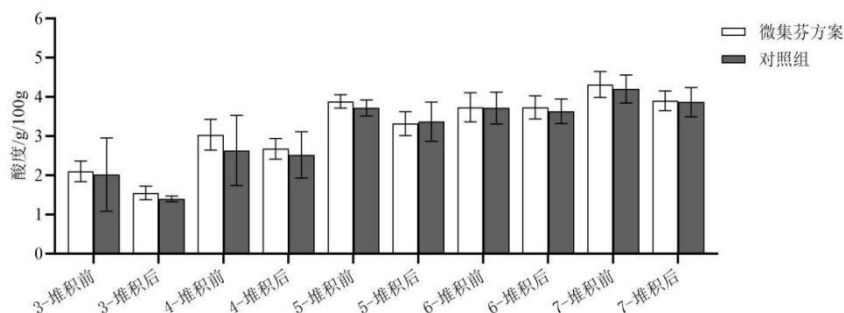


图 2 不同轮次堆积酱酒酒醅的酸度比较

### 2.3 微集芬对不同轮次堆积酒醅的淀粉影响

淀粉是酿酒的主要碳源，也是微生物生长繁殖的主要原料，也是微生物代谢产生酒精及各种风味物质的基础<sup>[10]</sup>。由图 3 可知，随着轮次的增加，淀粉含量呈下降趋势。在堆积前后，淀粉的消耗量也随着轮次的增加而降低，在后几轮中，堆积前后的淀粉含量变化不大，这

是因为在后期，一是微生物可利用分解的淀粉含量较低，二是酒醅中酸度高，不利于微生物生长，所产生的淀粉酶活性受到了限制<sup>[11]</sup>。在 3-7 轮次的堆积过程中，实验组的淀粉含量低于对照组 ( $P>0.05$ )，在前三个轮次中，实验组分别多消耗了 3.8%、2.5%、6.9%，后两个轮次，消耗量大致一样。表明微集芬的添加对堆积过程中淀粉的消耗有一定的促进作用。

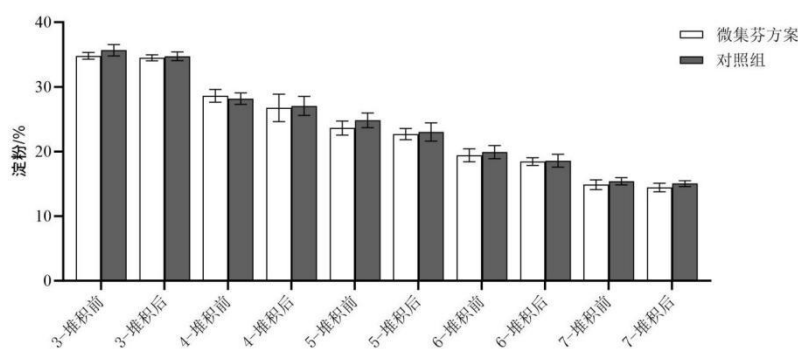


图 3 不同轮次堆积酱酒酒醅的淀粉比较

### 2.4 微集芬对不同轮次堆积酒醅的还原糖影响

由图 4 可知，随着轮次的增加，还原糖的含量趋势为先下降又上升在下降的趋势。在 3 轮次堆积过程中，实验组的还原糖低于对照组 ( $P>0.05$ )，但在 4-7 轮次堆积过程中，实验组的还原糖含量高于对照组，第 4

轮次堆积后，实验组还原糖含量比对照增长了 26.92%；第 6 轮次中，实验组中还原糖含量显著高于对照组 ( $P<0.05$ )，实验组还原糖含量比对照增长了 36.59%。表明微集芬的添加对堆积过程中还原糖的生成有一定的促进作用。

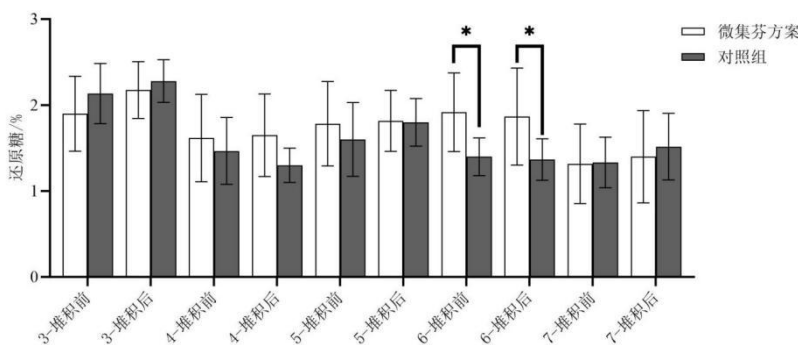


图 4 不同轮次堆积酱酒酒醅的还原糖比较

2.5 微集芬对不同轮次堆积酒醅的发酵力影响

发酵力是指酒醅中的酵母菌和霉菌将淀粉转化为糖，再转化为酒精的能力，由表 1 可知，随着轮次的增加，堆积酒醅的发酵力呈先上升再下降的趋势，从第 6

轮次开始下降。在堆积前后，实验组的发酵力高于对照组（ $P>0.05$ ），其中，第 4 轮次堆积后实验组发酵力比对照组提高了 29.99%，第 5 轮次提高了 10.29%。结果表明微集芬的添加能提升堆积中的发酵力。

表 1 不同轮次堆积酱酒酒醅的发酵力比较/U

		轮次				
		3 轮次	4 轮次	5 轮次	6 轮次	7 轮次
堆积前	实验组	25.82±4.41	34.55±1.27	35.95±7.64	27.80±0.50	18.95±5.05
	对照组	21.73±2.40	24.70±1.39	33.52±1.62	26.85±0.69	13.52±6.07
	P	0.364	0.074	0.539	0.302	0.150
堆积后	实验组	29.87±3.71	36.49±7.26	39.28±4.52	30.43±0.79	21.67±0.11
	对照组	28.46±5.78	28.07±0.71	35.61±4.65	29.32±1.39	19.87±0.45
	P	0.748	0.069	0.310	0.286	0.724

2.6 微集芬对不同轮次堆积酒醅的糖化力影响

糖化力是指大曲中糖化型淀粉酶将淀粉水解成葡萄糖的能力，是衡量大曲糖化作用和品质的重要指标之一<sup>[12]</sup>。由表 2 可知，堆积酒醅的糖化力随着轮次的增加呈先升高后降低的趋势，跟还原糖的含量呈正比。在堆

积前后，实验组的糖化力高于对照组（ $P>0.05$ ），其中，第 3 轮次堆积后，实验组的糖化力显著高于对照组（ $P<0.05$ ），在前三个轮次中，堆积后实验组糖化力比对照组分别提高了 12.09%、10.69%、14.14%。表明微集芬的添加能提升堆积中的糖化力。

表 2 不同轮次堆积酱酒酒醅的糖化力比较/（mg/ g · h）

		轮次				
		3 轮次	4 轮次	5 轮次	6 轮次	7 轮次
堆积前	实验组	45±0.43	66±8.57	51±6.80	56±6.65	43±8.80
	对照组	39±0.43	52±6.37	49±2.55	45±5.16	34±3.00
	P	0.122	0.083	0.818	0.209	0.154
堆积后	实验组	79±5.08	88±4.45	63±3.74	62±1.80	47±0.87
	对照组	71±4.59	80±5.23	55±9.63	58±14.17	38±1.63
	P	0.037	0.127	0.270	0.732	0.097

3 结论

本研究在酱酒第 3-7 轮次生产中添加微集芬酱香白酒复合功能菌，对不同轮次堆积酒醅的理化特性进行研究。（1）实验组的水分与对照组差别不大（ $P>0.05$ ），表明添加微集芬不会影响酒醅原有微生物的正常发酵。（2）第 3 轮次堆积后，实验组酸度比对照组提高了 10.71%，第 4 轮次提升了 6.15%。表明微集芬的添加对堆积过程中的酸度有一定的促进作用。（3）在 3-5 轮次的堆积过程中，实验组分别多消耗了 3.8%、2.5%、6.9%，表明微集芬的添加对堆积过程中淀粉的消耗有一定的促进作用。（4）第 4 轮次堆积后，实验组还原糖含量比对照增长了 26.92%；第 6 轮次中，实验组中还原糖含量显著高于对照组（ $P<0.05$ ），实验组还原糖含量比

对照增长了 36.59%。表明微集芬的添加对堆积过程中还原糖的生成有一定的促进作用。（5）在第 3-5 轮次中，发酵力和糖化力较高，第 4 轮次堆积后实验组发酵力比对照组提高了 29.99%，第 5 轮次提高了 10.29%。在 3-5 轮次中，堆积后实验组糖化力比对照组分别提高了 12.09%、10.69%、14.14%。表明微集芬的添加能提升堆积中的发酵力、糖化力。本文通过研究微集芬对不同轮次堆积酱酒酒醅的理化指标的影响，为酱香型白酒品质提升提供了基础酒醅数据支撑和理论参考。

参考文献

[1] 李清亮, 王国江, 尹学忠, 等. 不同丢堆时间对酱香型白酒堆积发酵的影响研究[J]. 中国酿造, 2024, 43 (10): 156-160.

- [2] 李喆,冯海燕,吴德光,等. 酱香型白酒堆积发酵过程中不同空间位置酒醅差异性比较[J]. 中国酿造,2023,42(3):58-64.
- [3] 李新涛,胡春红,林良才,等. 酱香型白酒下沙到四轮次酒醅堆积终点特征研究[J]. 中国酿造,2024,43(07):50-57.
- [4] 李潮云,卢君,冯海燕,等. 酱香型白酒二轮次堆积酒醅酵母菌数量与理化指标变化分析[J]. 中国酿造,2024,43(02):48-52.
- [5] 黄治国,聂文强,戴浩林,等. 安琪微集芬在酱香白酒生产中的应用研究[J]. 酿酒科技,2022,(07):76-79+83.
- [6] DB34/T 2264-2014, 固态发酵酒醅分析方法[S]. 2015-01-17.
- [7] 会稽山绍兴酒股份有限公司. 一种黄酒生麦曲中酵母发酵力的测定方法. 201310032078.7[P]. 2016-01-20.
- [8] QB/T 4257-2011, 酿酒大曲通用分析方法[S]. 2011-12-20.
- [9] 郭世鑫,李细芬,卢延想,等. 酱香型白酒轮次酒的醛类物质与对应出窖糟醅的理化指标相关性研究[J]. 中国酿造,2024,43(06):151-155.
- [10] 周新虎,陈翔,杨勇,等. 浓香型白酒窖内参数变化规律及相关性研究(I):理化参数[J]. 酿酒科技,2012,(04):39-43.
- [11] 廖博曦,白钰琨,贾一清,等. 主要操作因素对芝麻香型白酒堆积影响研究[J]. 食品与发酵工业,2024,50(23):62-69.
- [12] 冯雅芳. 凤香型大曲糖化力探究[J]. 酿酒,2021,48(06):56-59.
- 基金项目: 邵阳学院研究生科研创新项目“‘安琪微集芬’对酱酒堆积阶段中的菌落结构、理化生化特征的影响研究”(项目编号CX2023SY042)。
- 作者简介: 杨恩(1998.12),女,土家族,湖北恩施人,硕士研究生,邵阳学院食品与化学工程学院,研究方向:生态酿酒新技术与应用
- 通信作者: 余有贵(1964-),博士,教授,研究方向为生态酿酒新技术与应用。