

# 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: 上海申尖医疗器械厂。

### 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>。

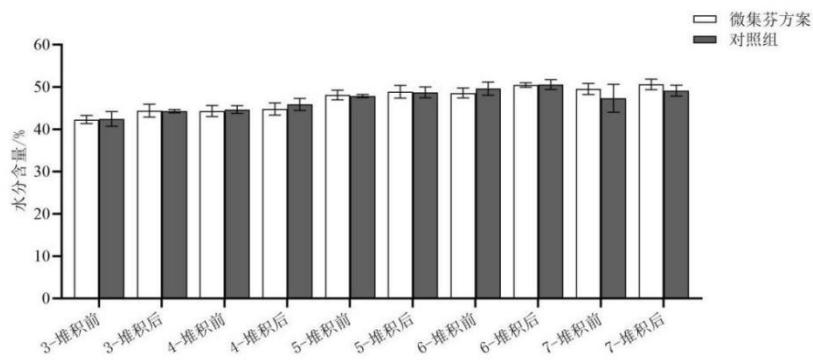


图1 不同轮次堆积酱酒酒醅的水分比较

### 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, 在这个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。

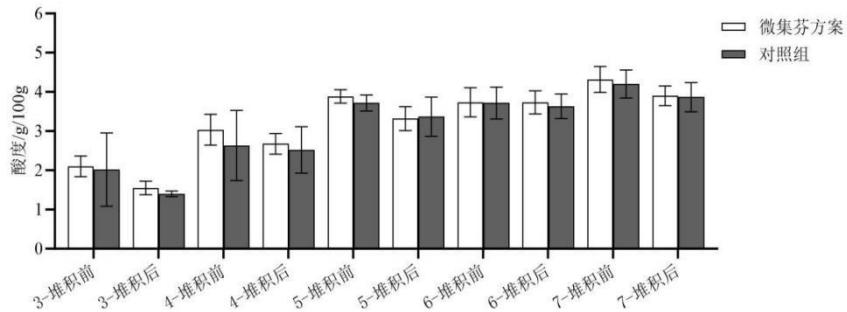


图2 不同轮次堆积酱酒酒醅的酸度比较

### 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。

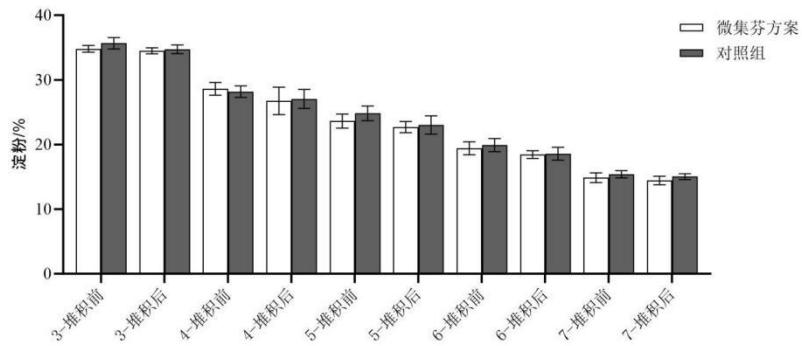


图3 不同轮次堆积酱酒酒醅的淀粉比较

### 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再下降的趋势。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。

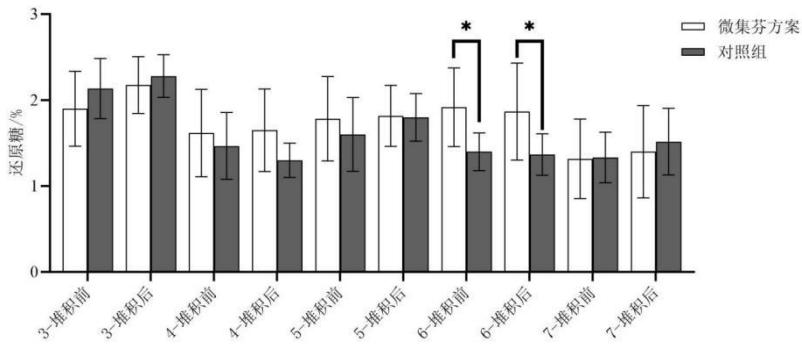


图4 不同轮次堆积酱酒酒醅的还原糖比较

## 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,2021,4  
8 (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。