

# 苹果白兰地生产工艺的研究

黄 洁, 宋纪蓉, 张建刚

(西北大学 化学工程学系, 陕西 西安 710069)

**摘要:**采用经试验所筛选的菌种,进行了分批发酵生产苹果白兰地的研究,选择了适宜的培养基配方和蒸馏方案,确定了较佳的生产工艺条件,对生产过程中酵母的分离进行了初步探讨。

**关键词:**酵母; 苹果; 苹果白兰地

**中图分类号:**TS262.3<sup>+</sup>8 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2001)02-0131-04

苹果白兰地是利用落果与残次果经打浆机破碎后,直接固相发酵,经前期发酵与后发酵,离心分离,液相蒸馏,精馏而得到的中度酒,酒度为43~45。苹果中碳源、氮源含量低,除还原糖外杂质多,产酒还原糖利用率平均为60%,糖酒转化率约为50%<sup>[1]</sup>。本实验致力于提高还原糖的利用率,提高酒精的转化率以期获得适宜的工艺条件,为工业生产作准备。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

1)原料:苹果(陕西本地产的秦冠),其总糖含量为22%,还原糖含量为9.64%;

2)试验菌株:采用经实验选育的,发酵速度快,且耐温性和耐酒精性高的酿酒酵母;

3)培养基配方:试管斜面培养基用10%浓缩苹果汁,2%琼脂,蒸馏水100 mL;液体培养基(100 mL三角瓶装培养基):10%浓缩苹果汁,蒸馏水50 mL。

### 1.2 方 法

1)实验方法:苹果经洗涤,打浆,调整组分含量后,分装于经蒸汽灭菌的三角瓶中接种,置于20~35℃的LRH-250A生化培养箱中固相发酵,发酵完全后进行固液分离,液相蒸馏。

2)分析方法:酒度(质量分数,%)用密度法;总糖(以葡萄糖计,%)用折光法;残还原糖(以葡萄糖计,%)用分光光度法;总酸度(以酒石酸计,g/L)用

滴定法<sup>[2]</sup>。

### 1.3 生产工艺流程

苹果→清洗→打浆→调整糖含量→酒精发酵←酵母菌  
↓  
苹果白兰地←陈化←膜分离←蒸馏←固液分离

## 2 结果与讨论

### 2.1 发酵工艺参数的选择

2.1.1 温度的选择 温度对发酵起决定性作用<sup>[2,3]</sup>。一般微生物细胞利用细胞膜内外氢离子浓度梯度的能量吸收基质,排出细胞外的氢离子浓度越高,细胞活性越强,发酵速率也就越快。说明随着温度的上升,酸度升高,单位细胞的发酵活性增强,故低温条件下单位细胞的发酵活性比高温条件下低。因此,在一定的温度范围内,高温有利于发酵,在20~40℃范围内酵母菌对葡萄糖的发酵率几乎呈线性增加,温度进一步提高,发酵率则迅速下降。酒精酵母的最高生长温度为35℃,但在25℃下发酵时,其酒精产量最高,这时为发酵旺盛期,但芳香物质和酒精的损失也随之增高。本试验中采用A(20℃),B(25℃),C(30℃)3种温度发酵,结果如图1所示。当温度为30℃时,酸度较大,但酒度不高,口感风味不佳;当温度为20℃时,发酵时间较长;当温度为25℃时,产酒最多且酸度适中,故为最佳发酵温度。

2.1.2 接种量的选择 在发酵的过程中,接种量大,发酵较快,因为接种量大,菌体繁殖率高,则产

收稿日期:2000-09-08

基金项目:陕西省科技攻关重点项目(2000K12-G9)和陕西省教委重点科研计划项目(99JK05)

作者简介:黄洁(1969-),女,陕西西安人,西北大学硕士生,从事精细化工研究。

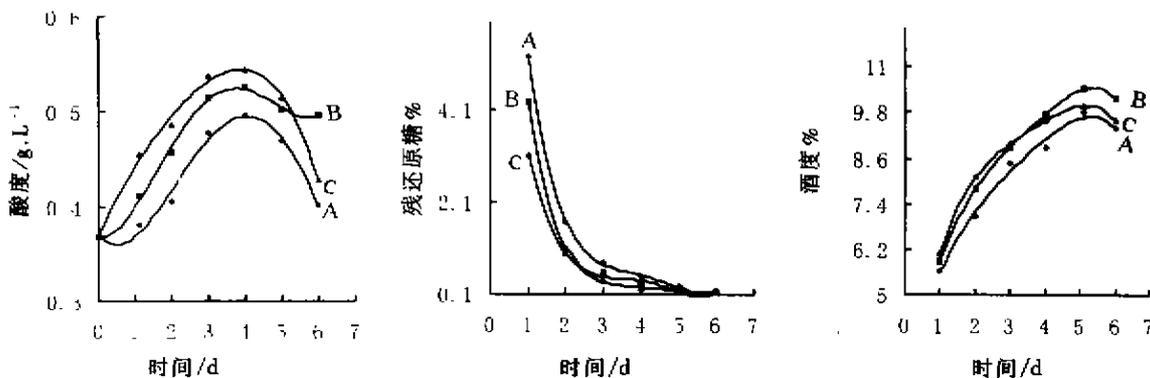


图 1 不同温度下发酵过程中的酸度、酒度与残糖

Fig. 1 The concentration of acid, alcohol and reducing sugar residue in fermentation at different temperature

酒也较快而多,还可避免杂菌感染,但接种量过大,发酵培养基中的营养物质多消耗在菌体细胞的生长繁殖上,结果使得用于生成酒的底物量减少,而且由于营养物质的迅速消耗和较多代谢产物的产生,使菌体细胞所处环境恶化,过早衰老并发生自溶,最终

酒的产量低,所以要选取适接种量,以利于缩短发酵周期和提高产酒量。本实验采用的接种量为 A (2%),B(6%),C(10%)。结果如图 2 所示。

从图 2 可看出,接种量为 6% 的发酵较好,产酒量也大,故 6% 为最佳接种量。

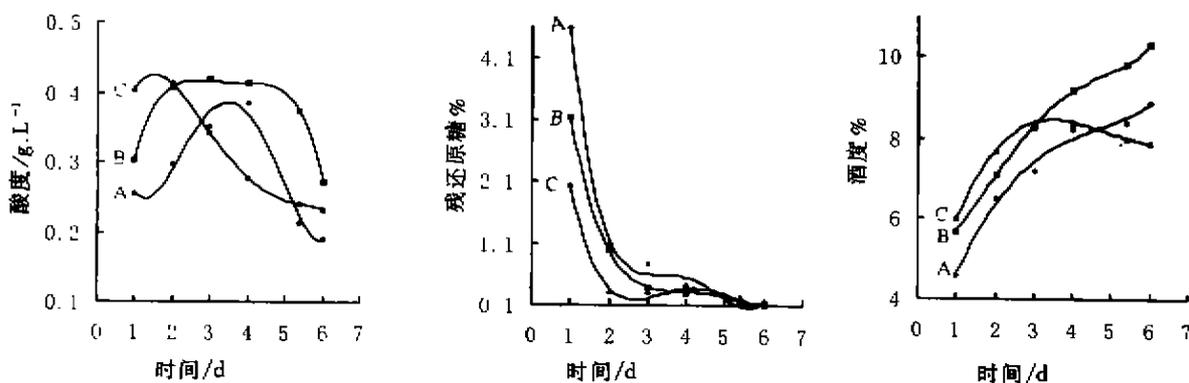


图 2 不同接种量下发酵过程中的酸度、酒度与残糖

Fig. 2 The concentration of acid, alcohol and reducing sugar residue in fermentation at different inoculation volume

2.2 发酵培养基的选择

发酵培养基的组成是微生物生长代谢的物质基础,对于苹果白兰地发酵,只有适宜的培养基组成才能使发酵料中酒精含量高,且口感好,为此设计正交试验,选取的因素为还原糖的质量分数(A);pH

值(B);氮源质量分数%(C)和二氧化硫质量分数%(D)。采用 6% 的接种量,在 25℃ 下进行发酵实验,定时取样测定还原糖,酒度及总酸,结果如表 1~4 所示。

表 1 正交试验设计 L9(3<sup>4</sup>)

Tab. 1 Orthogonal experimental design

实验号	因 素							
	A		B		C		D	
1	1	11.3	1	4.0	1	0.3	1	0.5
2	1	11.3	2	4.5	2	0.5	2	0.8
3	1	11.3	3	5.0	3	0.8	3	1.0
4	2	15.0	1	4.0	2	0.5	3	1.0
5	2	15.0	2	4.5	3	0.8	1	0.5
6	2	15.0	3	5.0	1	0.3	2	0.8
7	3	20.0	1	4.0	3	0.8	2	0.8
8	3	20.0	2	4.5	1	0.3	3	1.0
9	3	20.0	3	5.0	2	0.5	1	0.5

表 2 发酵过程中酒度随发酵时间的变化(质量分数)

Tab. 2 The change of alcohol content with time during the fermentation process

时间/h	酒 精 质 量 分 数 / %								
	实 验 号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	4.56	4.97	4.32	5.36	5.27	5.24	6.02	5.59	5.54
48	7.29	7.85	7.34	8.52	8.76	8.39	8.97	9.01	9.23
72	11.96	11.32	11.54	12.98	12.36	12.59	13.26	13.57	13.69
96	13.51	12.15	12.97	14.52	14.24	14.02	14.92	14.85	14.39
120	13.23	13.98	13.95	15.88	15.03	15.14	15.54	15.24	15.26
144	12.26	13.06	12.27	14.69	14.23	14.03	16.03	16.36	16.32

表 3 最佳发酵条件试验结果

Tab. 3 The experimental result under conditions of the optimum fermentation

实验号	发酵抑制期		发酵产酒率		最高产酒值		总分
	时间/h	评分*	产酒率	评分*	酒度/%	评分*	
1	19	9	0.140	10	13.51	3	22
2	22	6	0.122	7	13.98	3	16
3	23	5	0.119	6	13.95	3	14
4	19	9	0.132	8	15.88	9	26
5	18	10	0.125	6	15.03	7	23
6	23	5	0.126	7	15.14	7	19
7	21	7	0.111	4	16.03	9	20
8	19	9	0.114	4	16.36	10	23
9	22	6	0.113	4	16.32	10	20

\* 发酵抑制期最短、发酵产酒率最高、产酒值最大为 10 分,其余类推<sup>[4]</sup>。

表 4 试验结果分析

Tab. 4 Analysis of experimental results

结 果	因 素			
	A	B	C	D
K1	52	68	64	65
K2	68	62	62	55
K3	63	53	57	63
R	16	15	7	10

实验采用补加葡萄糖调整糖度,加酒石酸调整酸度,加氯化铵调整碳源,二氧化硫的添加有杀菌、抗氧化、溶解、增酸作用。但是,在发酵过程中应尽量减少二氧化硫的用量,因其在溶液中会与醛类物质结合,对苹果白兰地的酒质有损害<sup>[5]</sup>。由表 4 所得数据进行极差 R 分析可见,用 6% 接种量,在 25℃ 下对酒精发酵影响的因素次序为糖度、起始 pH 值、氮

源、二氧化硫含量。在本试验范围内,最优方案为 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>,即糖度为 15%,起始 pH 值为 4.0, NH<sub>4</sub>Cl 为 0.3%, SO<sub>2</sub> 为 0.5%。

### 2.3 苹果白兰地的蒸馏条件

发酵液呈稀浆状,经过离心分离,过滤取得上清液,再进行液相蒸馏,间歇蒸馏两次得到 40 度左右的苹果白兰地。蒸馏条件见表 5。

表 5 蒸馏条件

Tab. 5 Distillation condition

蒸 馏 液	蒸 馏 条 件			流 出 液 中 酒 精 质 量 分 数 / %
	温 度 / °C	压 力 / kPa	火 力	
发 酵 液	<95	101.3	慢 火	10~15
粗 酒	<85	101.3	快 火	40~50

## 2.4 苹果白兰地酒的澄清与陈化

经蒸馏得到的苹果白兰地原酒,其中除了乙醇和少量的高级醇、醛类、酯类、酸类、酚类等物质,同时还有一些酵母菌及与蛋白质结合的大分子物质等,这样使得苹果白兰地口味辛辣,苦涩。我们选用孔径为  $0.45\ \mu\text{m}$  混合纤维素微孔滤膜过滤澄清<sup>[6,7]</sup>,经处理的苹果白兰地涩味减少,酵母臭被消除,但未经陈化的白兰地,品质粗糙,色泽香味均未圆熟,须在橡木桶中存放,令其陈化,白兰地在木桶

陈化前是无色的,在贮存过程中,橡木中的单宁、色素等物质溶于酒中,酒色逐渐转为金黄色;陈化中空气渗过木桶板进入酒中,引起一系列缓慢的氧化作用,致使白兰地的酸、酯含量有所增加;陈化过程中酒精挥发,使白兰地酒度降低,并抽出木桶中的酚类化合物。白兰地在橡木桶中陈酿至少 2 年。这时的白兰地呈金黄色,清亮有光泽,酒质优雅,口味醇和细腻,气息芬芳,幽雅。

## 参考文献:

- [1] 俞俊棠,顾其丰,叶勤.生物化学工程[M].北京:化学工业出版社,1984.
- [2] 秦含章.葡糖酒分析化学[M].北京:中国轻工业出版社,1990.
- [3] 陈思芸,肖照佩.酵母生物化学[M].济南:山东科学技术出版社,1990.
- [4] 林德光.生物统计的数学原理[M].沈阳:辽宁人民出版社,1982.
- [5] LEA A G H. Cidermaking[J]. Fermented Beverage Production, 1995, (1): 66-96.
- [6] 柳萍.液膜技术在发酵产物分离中的应用[J].食品与发酵工业,1994,(1):79-82.
- [7] 王光慈.酒精去杂新工艺的研究[J].食品与发酵工业,1994,(4):1-7.

(编辑 杨丙雨)

## A study of the technology of apple brandy production

HUANG Jie, SONG Ji-rong, ZHANG Jian-gang

(Department of Chemical Engineering, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Apple brandy fermentation with bolting free yeast was studied. Proper medium composition and distillation method were chosen from the result of experiments. The optimum operation condition for brandy fermentation was presented. The brandy produced was of mellow, delicious flavor. A preliminary approach for isolating yeast from fermentation alcohol was set up.

**Key words:** apple; apple brandy; medium

## · 学术动态 ·

### 吴文俊院士、李迪教授访问我校

2000年10月17日下午,我国著名数学家吴文俊院士应邀来我校数学与科学史研究中心参观访问。在气氛热烈融洽的座谈会上,吴先生就科学史方法和数学史研究的前沿问题作了生动有趣、见解深刻的发言,使与会的师生极受启发。

10月23日下午,内蒙古师范大学科学史研究所教授、著名数学史专家李迪先生访问我校数学与科学史研究中心,并作了题为“科学史研究中的不可能和悬案问题”的学术报告,有30多位师生参加了这次报告会,大家就感兴趣的问题展开了热烈的讨论。

参加座谈会和报告会的还有我校双聘教授、中国科学院数学研究所李文林研究员和我校兼职教授、内蒙古师范大学科学史研究所所长罗见今教授等。

(薛 鲍)