

文章编号: 1673 - 9620 (2007) 04 - 0017 - 04

苹果酒酿造工艺研究^{*}

朱 劼, 李尔炆

(江苏工业学院 化学化工学院, 江苏 常州 213164)

摘要: 使用新鲜苹果为主要原料, 利用实验室保藏的果酒用酵母酿造苹果酒。通过监测发酵期间及结束后残糖、酒精度和总酸的变化, 用以确定的最佳发酵条件; 并进一步对原酒澄清方法进行摸索, 分析成品酒香气的主要成分。最后得出, 以起始糖度 20%, pH 4.0, 温度 28℃ 为条件发酵 16 d, 并在得到原酒后采用浓度为 10% 明胶溶液, 添加量为 3.75 mL/1 000 mL (原酒) 以及 6% 单宁溶液, 添加量为 1 mL/1 000 mL (原酒) 的复合澄清剂进行澄清, 最终酿出品质优良, 酒液透亮, 且具有浓郁香味的苹果酒。

关键词: 苹果酒; 发酵; 香气成分; 澄清

中图分类号: TS 262.7

文献标识码: A

Study of the Cider Fermentation Technique

ZHU Jie, LI Er - yang

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

Abstract: Fresh apples were used as the main raw materials to ferment cider with the wine yeast of the laboratory. Through monitoring the residual sugar, alcohol and total acid content during and after the fermentation, the optimal conditions were confirmed. Then, the methods to clarification of the original cider were explored and the fragrance ingredients were analyzed. By using 20% of the initial sugar - containing volume, pH 4.0, 28℃ as the fermentation conditions, and adding 10% gelatin solution (content: 3.75 mL/1 000 mL) and 6% tannins solution (content: 1 mL/1 000 mL) to crude cider as mixed clarification agents, the resulting quality of the cider was excellent, clear and had the strong fragrance.

Key words: cider; fermentation; fragrance ingredients; clarification

苹果酒是一类以纯果汁为原料发酵而成的低度饮料酒, 其营养价值高, 益脑健身、并具有保健功效, 有比葡萄酒更丰富的营养成分, 口感也更为醇和。它富含多种维生素、氨基酸、钙、铁、钾等营养成分和有益微量元素以及其它酒类没有的苹果酸、丙酮酸等有机酸, 从而可以调整新陈代谢, 促进血液循环^[1~3]。苹果酒在国内的生产刚刚起步, 市场潜力巨大, 而相关的研究较少。因此, 本研究对于探索其酿造工艺而言, 具有较大的实际意义。

1 材料与方法

1.1 实验材料

成熟苹果: 市售红富士, 果酒专用酵母: *Saccharomyces cerevisiae* CICC 31001。

1.2 实验试剂

果胶酶 (天津市酶制剂厂); 异 Vc 钠 (德兴

^{*} 收稿日期: 2007 - 03 - 06

作者简介: 朱劼 (1977 -), 男, 江苏常州人, 硕士, 主要从事发酵工程、生物催化等方面研究。

市昇 Vc 钠有限公司); 白砂糖 (市售); 单宁 (上海三爱思试剂有限公司); 明胶 (上海三爱思试剂有限公司)。

1.3 实验仪器

果汁压榨机 (常州安赛尔包装机械公司); 722 型可见分光光度计 (上海市实验仪器厂); 酒精计 (上海牧晨电子有限公司); 糖度计 (北京金紫光科技发展有限公司); 离心机 (80 - 1 型, 上海手术器械厂)。

1.4 生产工艺流程

新鲜苹果 分选 清洗 破碎榨汁 果汁处理 发酵 陈酿 调配
异 Vc 钠 果胶酶 酵母
澄清处理 果酒成分分析

1.5 操作要点

1.5.1 原料选择

选择无销售价值的残、次、落果作原料。选择出汁率高和糖酸含量高的品种。

1.5.2 清洗

先将苹果放入 1 % 至 2 % 稀盐酸溶液浸洗, 去除农药污染。再用清水冲刷洗净, 彻底清除泥土、杂物等, 烂果尽量除去腐烂部分, 最后取出晾干。

1.5.3 破碎榨汁

将清洗并晾干的苹果切成小块送入打浆机中粉碎, 同时加入 0.2 % 异 Vc 钠护色, 然后压榨^[4]。

1.5.4 果汁处理

维持浆液温度为 50 ℃, 添加 250 mg/L 果胶酶, 并调整 pH 为 4.0 左右 (酵母发酵的最适 pH), 静置 1 h; 然后采用 120 目的尼龙筛网过滤, 得到果汁^[5]; 最后调整果汁的糖度。

1.5.5 发酵

将调整好糖度和酸度的果汁接入酵母, 封闭灌装, 温度控制在 28 ~ 30 ℃ (专用酵母的最适发酵温度), 发酵 12 ~ 16 d。

1.5.6 倒 罐

当槽渣沉于底部时, 糖度低于 5 % 时停止主发酵, 进行倒桶, 转入后发酵。

1.5.7 陈 酿

视酒脚沉淀状况中间倒桶 2 至 3 次。

1.5.8 澄 清

原酒经陈酿后基本澄清, 因酒的成分非常复杂, 其中还有大量悬浮的胶体物质, 为提高酒体的

稳定性, 仍需加入澄清剂 (10 % 明胶溶液、6 % 单宁溶液) 进行澄清处理或自然沉淀, 静置 24 h 后, 在波长为 720 nm 处测其透光率。

1.6 分析方法^[6,7]

酒精度测定用酒精计法; 总糖及还原糖测定用直接滴定法; 总酸测定用指示剂法; 澄清度测定用分光光度法; 香气成分的分析用 GC - MS 法。

1.7 苹果酒感官指标与理化指标的评定

目前, 我国尚未制定统一的苹果酒标准, 企业参照国家葡萄酒标准 GB/T 15037 - 94 执行。其主要感官指标与理化指标见文献 [8]。

2 结果与分析

2.1 明胶、单宁对苹果酒澄清效果的影响

由于原酒中含有可见的悬浮杂质颗粒, 不可见的胶体微粒以及可溶性蛋白质、多糖等物质, 使得酒液沉淀混浊, 严重影响了苹果酒的感官和品质。本研究采用明胶 - 单宁复合澄清剂对澄清条件进行了摸索。

取发酵后原酒 200 mL, 置于 300 mL 锥形瓶中, 分别加入配好的 10 % 明胶溶液及 6 % 的单宁溶液进行澄清实验, 在静置 24 h 后离心, 取上清液测定其透光率。

2.1.1 明胶的澄清效果

不同明胶用量的澄清效果如表 1 所示。

表 1 不同明胶用量的澄清效果

Table 1 The clarification effects with different gelatin contents

明胶用量/mL	0	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	3.00
透光率/%	81.4	88.6	87.1	91.7	84.2	81.5	76.7	75.5

从表 1 可以看出, 单独使用 10 % 的明胶作为澄清剂, 当用量分别为 0.50 mL, 0.75 mL 及 1 mL 时, 其透光率最高, 说明这些明胶用量条件下的澄清效果较好。

由于单宁带负电荷, 因此, 在果汁生产和配酒中, 利用明胶与带负电荷的单宁相聚合, 可将果汁中其它悬浮物吸附一起下沉, 从而达到更佳的澄清效果。故本实验在这 3 种明胶用量的基础上, 再添加单宁物质, 以考察使用复合澄清剂时对原酒澄清效果的影响。

2.1.2 明胶 - 单宁的澄清效果

不同用量的明胶及单宁混合使用时, 澄清效果

如表 2 所示。

表 2 明胶 - 单宁混合使用的澄清效果

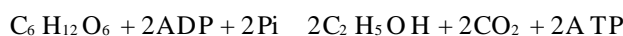
Table 2 The clarification effects with mixed agents: gelatin - tannins

明胶用量/ mL	单宁用量/ mL	透光率/ %
0.50	0.2	92.1
0.50	0.4	94.0
0.50	0.6	94.4
0.75	0.2	95.3
0.75	0.4	95.1
0.75	0.6	94.7
1.00	0.2	94.4
1.00	0.4	94.5
1.00	0.6	94.2

从以上使用复合澄清剂的实验情况可以看出, 当明胶用量为 0.75 mL, 单宁用量为 0.2 mL 时, 澄清效果最佳。因此通过实验, 最终采用明胶 - 单宁混合澄清剂进行苹果酒的澄清。

2.2 初始糖度对发酵结果的影响

酵母酒精发酵的反应方程式如下:



从反应式中看出, 每 1 mol 葡萄糖经过酵母的厌氧发酵, 可生成 2 mol 乙醇, 其理论转化率为 51.1%。在苹果酒主要理化指标中, 酒精度应达到 11 至 12°。根据 1.7 g 糖可发酵出 1°酒精的原理, 经推算, 初始糖度应在 18%~21% 左右。故本实验选择 18%, 20% 及 26% 3 个浓度点作为发酵苹果酒的初始糖度。

发酵过程中糖度、酒精度的变化及总酸如表 3 至表 5 所示。

表 3 发酵过程糖度的变化

Table 3 The changes of the sugar concentrations during the fermentation

初始糖度/ %	时间/ d					
	1	3	7	10	13	16
18.0	17.1	14.1	8.6	3.6	1.6	0.3
20.0	18.9	16.0	11.0	6.2	2.2	0.3
26.0	23.5	20.0	14.2	9.3	6.3	4.9

表 4 发酵过程酒精度的变化

Table 4 The changes of the alcohol concentrations during the fermentation

初始糖度/ %	时间/ d					
	1	3	7	10	13	16
18.0	1.65	3.57	7.10	9.76	10.36	11.19
20.0	1.81	4.22	8.13	10.18	11.25	12.02
26.0	1.95	3.21	7.89	11.12	13.11	13.35

表 5 成品酒总酸 (以苹果酸计)

Table 5 The total acid concentrations of the cider

初始糖度/ %	18	20	26
酸度/ (g/L)	4.72	5.69	5.52

从以上 3 张表可以看出, 当初始糖度为 26%, 发酵结束时的酒精度最高, 但发酵速度慢, 16 d 后残糖依然高达 4.9%; 相比之下, 初始糖度为 18% 和 20% 的苹果酒, 其发酵速度较快。相同时间内, 残糖浓度已降至 0.3%, 基本符合苹果酒标准, 而后的发酵更为稳定, 且成品酒总酸也较为适中。因此, 采用 20% 的初始糖度, 发酵周期为 16 d, 其成品酒的效果较好。

2.3 苹果酒香气组分分析

GC - MS 分析谱图如图 1。

通过对 GC - MS 谱图的分析得出, 苹果酒中的香气组分如表 6 所示。

表 6 苹果酒香气成分 GC - MS 分析结果

Table 6 The analysis results of the cider fragrance ingredients

序号	化合物名称	分子式	相对分子质量
1	乙醇	C ₂ H ₅ O	45
2	乙酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	88
3	异丙醇	C ₄ H ₁₀ O	74
4	3 - 羟基, 2 - 丁酮	C ₄ H ₈ O ₂	88
5	异丁醇	C ₅ H ₁₂ O	88
6	2 - 羟基, 二丁酯	C ₅ H ₁₀ O ₃	118

从表中可以看出, 醇类、酯类和酮类等物质是构成苹果酒香气的主要成分。

2.4 苹果酒的感官及口感评定

初始糖度为 20% 的苹果酒经澄清处理后, 外观浅黄带绿, 澄清透明, 无沉淀物质; 具有淡淡的苹果香味及浓郁的酒味; 口味适中, 清新爽口。

3 结 论

(1) 通过实验, 苹果酒原酒最佳的澄清方法为明胶 - 单宁混合澄清法, 透光率达到 95.3%。具体配比为: 10% 明胶溶液添加量为 3.75 mL/1 000 mL (原酒); 6% 单宁溶液添加量为 1 mL/1 000 mL (原酒)。

(2) 当苹果汁的初始糖度为 20% 时, 其发酵效果最佳。经过 16 d 的发酵, 残糖浓度降为 0.3%, 酒精度达到 12.02%, 总酸则为 5.69 g/L, 基本符合苹果酒的主要理化指标。

(3) 经 GC - MS 分析, 苹果酒香气的主要成分为乙醇、乙酸乙酯、异丙醇、3 - 羟基, 2 - 丁

酮、异丁醇、2-羟基，二丁酯等物质。

沉淀物质；具有淡淡的苹果香味及浓郁的酒味；口

(4) 苹果酒成品色泽浅黄带绿，澄清透明，无

味适中，清新爽口。

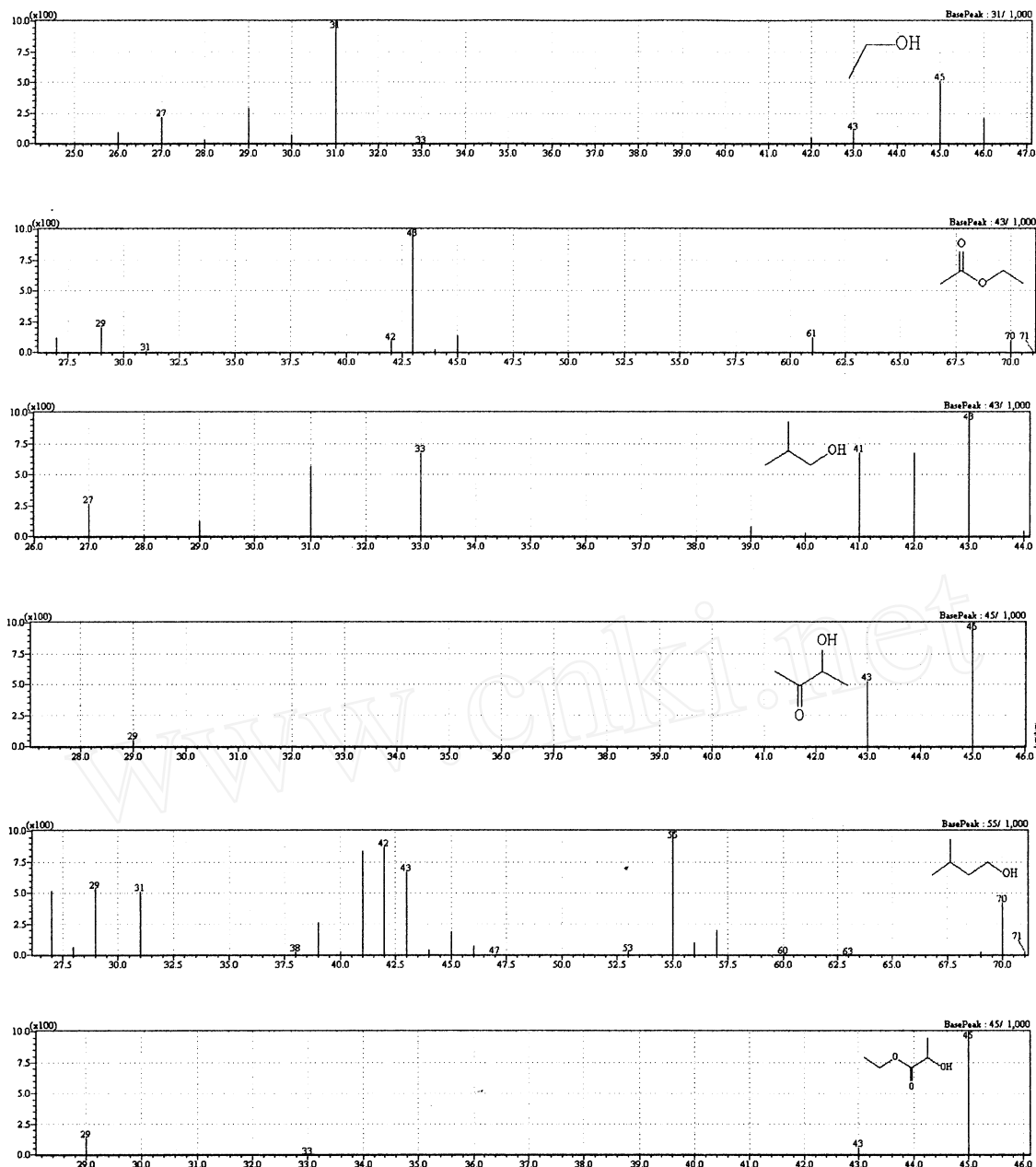


图1 苹果酒香气组分 GC-MS 谱图

Fig 1 GC-MS spectrums of the cider fragrance ingredients

参考文献:

- [1] 张建刚, 宋纪蓉, 董武. 酵母发酵生产苹果酒的研究 [J]. 西北大学学报, 1999, (1): 41 - 45.
- [2] 朱传合, 夏秀梅, 杜金华. 影响苹果酒的品质因素及控制措施 [J]. 酿酒, 2003, 30 (1): 24 - 26.
- [3] 张亚宁, 杜琨, 王宪伟. 苹果酒的研制 [J]. 酿酒, 2005, 32 (5): 62 - 63.
- [4] 陈志周, 张子德, 牟建楼, 等. 苹果酒生产技术研究 [J]. 食品科技, 2005, 6: 64 - 66.
- [5] 杨辉, 陈合, 石振海. 果胶酶在苹果酒生产中的应用 [J]. 食品与发酵工业, 2003, 29 (12): 110 - 112.
- [6] GB/T 15038 - 94, 葡萄酒、果酒通用试验方法 [S].
- [7] 王华, 李华, 等. 菠萝果酒香气成分的 GC-MS 分析 [J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 33 (4): 143 - 146.
- [8] 奚惠萍. 中国果酒 [M]. 北京: 轻工业出版社, 1991.