

滴定酸对苹果酒酿造的影响

杜金华¹ 张开利² 鞠允东²

(¹ 山东农业大学食品学院, 泰安, 271018) (² 泰安泰山啤酒公司, 泰安, 271000)

摘 要 用柠檬酸分别将浓缩苹果汁稀释至约 12°Bx 滴定酸调节至 1.94~3.15 g/L 以苹果酸计 5 个水平, 添加苹果酒酵母于 18~20℃ 发酵。随着发酵的进行, 各发酵液的酸度升高。发酵降糖快, 增酸速度快, 并于发酵 3~4 d 升至峰值。过后, 滴定酸降低, 最终趋于稳定。成品酒滴定酸均高于对应果汁酸度。果汁滴定酸度越高, 起发越快, 升酸幅度越小, 发酵后期降酸幅度也小。连二酮于发酵前期升至峰值后, 迅速被还原至阈值以下。感官分析表明, 高发酵度苹果酒的滴定酸以 3.0 g/L 左右为宜。

关键词 滴定酸, 苹果汁, 苹果酒, 酿造

苹果汁的滴定酸度对苹果酒的酿造与苹果酒的感官质量具有重要意义。滴定酸影响发酵液的 pH 值, 继而影响到酵母细胞的繁殖能力、细胞活性、营养物质的吸收、产物的代谢与分泌。酸会产生新鲜感, 保持苹果酒新鲜的果香、降低甜度、修饰其他滋味和口感。高酸产生的低 pH 值有利于酒的抗菌作用^[1]。

苹果汁含苹果酸及少量的柠檬酸^[2]。酿造用汁的理想酸度为 3.0~5.0 g/L 以苹果酸计, pH 3.3~3.8^[3]。我国苹果产量高居世界首位, 1999 年总产 2300 万 t。国内新型苹果酒的研究与生产尚处于起步阶段, 在诸多方面缺乏研究。本文研究了不同滴定酸对苹果酒酿造和苹果酒感官质量的影响。

1 材料与方法

1.1 原 料

浓缩苹果汁, 柠檬酸, 果酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)

1.2 苹果酒发酵方法

1.2.1 酵母种子的培养

保藏菌株活化, 接入 12°Bx 苹果汁中, 25℃ 振荡培养至对数生长期。酵母细胞浓度为 $10^7 \sim 10^8$ /mL。

1.2.2 发酵条件

将浓缩苹果汁稀释至苹果原汁浓度, 用柠檬酸将苹果汁酸度调整至 2.0~3.2, 添加适量 $K_2S_2O_5$ 以抑制杂菌的生长。24 h 后加入培养好的酵母, 接种浓度为 10^5 /mL 左右。18~20℃ 密闭发酵。降温, 除酵母, 隔氧贮存 3 月以上。进行理化分析、感官品尝。

1.3 理化分析^[4]

- (1) 苹果汁浓度: 比重瓶法;
- (2) 酒精度: 比重瓶法;
- (3) 连二酮: 蒸馏比色法;
- (4) 滴定酸、pH 值: 电位滴定法。

2 结果与讨论

苹果汁的滴定酸影响酵母细胞膜电位、胞内酶活性、营养物质的吸收与代谢产物的分泌。由此影响到苹果汁中酿酒酵母的代谢活动, 即整个发酵过程。鉴于此, 用浓缩苹果汁酿酒风味不逊于鲜汁^[3, 5, 6], 本试验使用浓缩苹果汁。

2.1 发酵过程中滴定酸与 pH 值的变化

研究中试验了滴定酸在 1.94~3.15 g/L 之间的 5 个样品。在试验范围内, 随着发酵的进行, 发酵液中滴定酸逐渐升高至最高值, 随后缓慢下降, 最后趋于稳定。而且, 初始滴

定酸低的样品,发酵过程中增酸幅度大;初始滴定酸高的样品,发酵过程中增酸幅度小。滴定酸峰值到来的也早,峰值过后,降酸幅度也比低酸样品小(见图 1)。成品酒的滴定酸均高于苹果汁的初始酸度。

Herrero 的研究表明^[7],在苹果酒发酵过程中,酵母代谢途径中间产物丙酮酸、L-乳酸、乙酸、琥珀酸、延胡索酸增加,苹果酸无多大变化,单宁酸减少。发酵后期,某些有机酸被吸收代谢而导致酸度下降。发酵开始时分泌柠檬酸,后期被酵母吸收^[8]。Romon 等^[9]的研究认为,发酵过程中各种有机酸的分泌与微生物的生长有关。Vyas 等^[10]报道,发酵后,苹果酒的滴定酸上升了 2~2.5 g/L。所有这些结果都有助于解释图 1 中的现象。

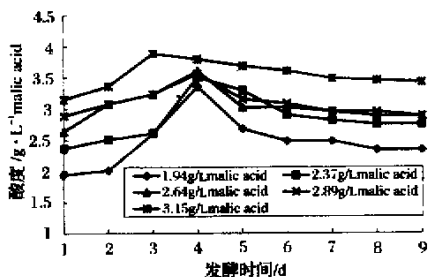


图 1 苹果汁发酵过程中滴定酸的变化

与发酵过程中滴定酸的变化相对应, pH 值在苹果汁发酵过程中也发生着有规律的变化。如图 2 所示,在发酵初期,随着酵母产酸量的增多,发酵液 pH 值迅速下降,并于发酵 3 d 后降至最低值。这与 Czyzycki^[11]的研究相似。到达最低值后,随着发酵的继续,部分滴定酸被酵母利用,发酵液滴定酸度降低, pH 回升,最后稳定在一定范围内。

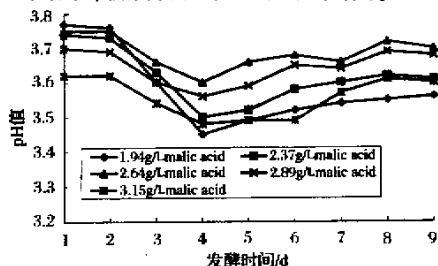


图 2 苹果汁发酵过程中 pH 值的变化

2.2 发酵过程中可发酵性糖的转化

苹果汁可溶性固形物主要有糖类组成。总糖在 9%~15% 之间,包括葡萄糖、果糖及蔗糖等,其中果糖占 50%~60%。本文实验中测得,苹果汁中总糖可占到总可溶性固形物的 90% 以上,可发酵性糖占 85% 左右。因此,试验中通过测定苹果汁中可溶性固形物的变化来研究不同滴定酸条件下,酵母的发酵过程。苹果汁发酵过程中可溶性固形物的变化情况如图 3、图 4 所示。图中的 5 个样品,降糖速度均在发酵 3 d 达到最大值。苹果汁初始滴定酸度高,降糖速度快,发酵迅速。与降糖速度相对应,产酒速度也于发酵 3 d 起最为迅速。4 d 后,随着发酵液中酒精的积累,酵母发酵速度变缓、停止。

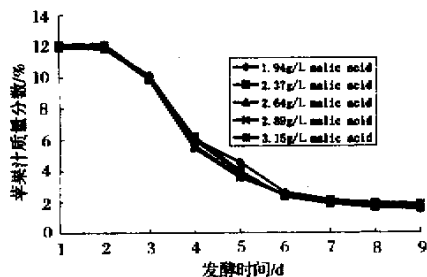


图 3 发酵过程中苹果汁浓度的变化

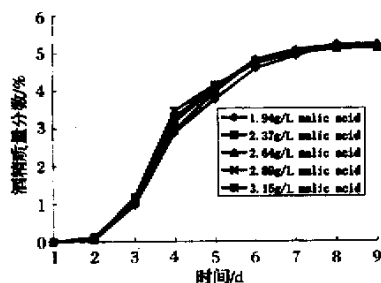


图 4 发酵过程中酒精度的变化

结合图 1、图 3、图 4,发酵液中有机酸增至发酵旺盛期后减少。由此可以看出,酵母种子接入苹果汁后,汁中的有机酸随酵母细胞的生长、繁殖、发酵而产生、分泌,随着发酵液中的营养物质消耗而重新被细胞吸收、利用。

2.3 发酵过程中连二酮的变化

研究与控制连二酮的生成与还原,对终止发酵苹果酒生产工艺具有重要意义。众所周知,连二酮是酵母正常代谢副产物,发酵后期在酵母细胞内还原成相应的醇类。如图5所示,连二酮含量在发酵初期迅速增加,维持较短时间的峰值后,迅速被酵母还原。苹果汁初始滴定酸低,连二酮峰值高。

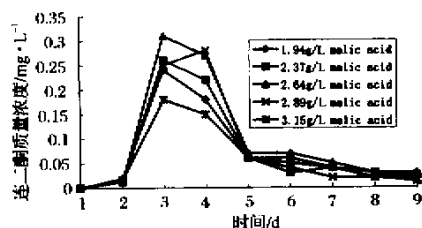


图5 发酵过程中连二酮的变化

在本文试验中发现,使用同一滴定酸度的苹果汁发酵苹果酒,发酵温度高,连二酮峰值高;发酵温度低,连二酮峰值低。因此终止发酵法生产苹果酒时,只有确定好适宜的发酵温度,发酵降糖速度才能和连二酮的生成、还原速度相适应。当然对某些果酒酵母而言,只要发酵温度适宜,发酵过程中连二酮峰值可维持在一个很低的水平。

2.4 对苹果酒感官质量的影响

如前所述,滴定酸对苹果酒的风味具有重要意义。成品苹果酒理化与感官分析结果如表1所示。酿造高发酵度苹果酒,果汁初始酸度2.89 g/L时酿出的苹果酒风味最佳,此时,成品酒滴定酸为3.02 g/L。

表1 成品苹果汽酒理化与感官分析结果

苹果酒理化分析	初始滴定酸质量浓度/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$				
	1.94	2.37	2.64	2.89	3.15
果汁质量分数/%	12.01	11.91	12.13	12.08	12.13
酒精质量分数/%	5.29	5.16	5.15	5.08	5.11
滴定酸质量浓度/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	2.41	2.75	2.91	3.02	3.35
苹果酒感官分析	酸低、味淡,无水果香	酸低、味淡,水果香弱	味淡,较协调,水果香好	味协调、适口水果香突出	味协调、适口水果香突出,口感略涩

3 结 论

在所试验的5个滴定酸水平下,随着发酵的进行,发酵液中酸度升高,发酵速度快,增酸速度快,其后,滴定酸降低,最后趋于稳定。成品酒滴定酸均高于对应果汁酸度。果汁滴定酸度高,起发快,升酸幅度小,发酵后期降酸幅度也小。连二酮于发酵前期升至峰值后,迅速降至阈值以下。感官分析结果显示,高发酵度苹果酒的滴定酸以3.0 g/L左右为佳。

参 考 文 献

- Viegas C A, Sa Correia I. International Journal of Food Microbiology, 1997, 34(3): 267~277
- 胡小松,李积宏,崔雨林等. 现代果蔬汁加工工艺学. 中国轻工业出版社, 1995. 8: 46
- Lea A G H. Fermented Beverage Production. London: Chapman & Hall. 1995

- 中国食品工业标准汇编. 饮料酒卷. 北京: 中国标准出版社, 1996
- Annie P and Lew N. Cider: Making, Using & Enjoying Sweet & Hard Cider. 2nd. Vermont: Story Book, 1997
- Joshi V K, Sandhdu, Attri B L, Walia R K. Indian Journal of Horticulture, 1991, 48(4): 321~327
- Herrero M, Cuesta I, Garcia L A, Diaz M. Journal of the Institute of Brewing, 1999, 105(3): 191~195
- Gomis D B, Gutierrez M D, Moran M J. Journal of the Institute of Brewing, 1991, 97(6): 453~456
- Ramon P F, Seiller I, Taillandier P et al. Food Technology and Biotechnology, 1999, 37(4): 235~240
- Vyas K K, Kochhar A P S. Indian Food Packer, 1993, 47(4): 15~21
- Czyzycki A, Laskaowska J, Cytlak D. Przemysl Fermentacyjny i Owocow Warzywny, 1999, 43(5): 26~30

Effects of Acidity on Cider Brewing

Du Jinhua¹ Zhang Kaili² Ju Yundong²¹(College of Food Science , Shandong Agriculture University , Taian , 271018)²(Shandong Taian Taishan Beer Co. , Taian , 271000)

ABSTRACT Must (12°Bx) diluted by apple juice concentrate was adjusted by critic acid to 5 acidity levels from 1.94~3.2 g/L malic acid , inoculated wine yeast(*Saccharomyces cerevisiae*) and fermented at 18~20℃ . During fermentation process , acidities of all the musts were increased. The faster the sugar decreasing , the more the acidity increasing , peak values were gained when fermenting for 3~4 days. Then the acidities were decreased to constant. Finished ciders had higher acidity than that of musts , separately. The must with higher acidity fermented faster , increased less in acidity during fermentation process and decreased less in the end of fermentation. Diactone was reached maximum value in the bengining of fermentation , then decreased rapidly. Sensory evaluation indicated that approximate 3.0 g/L malic acid of cider with high attenuation was preferred.

Key words acidity , apple juice , cider , brewing

2001 年我国各地区啤酒产量 万 t

序 号 地 区	2001 年产量	2000 年产量	序 号 地 区	2001 年产量	2000 年产量
全 国	2 273.81	2 231.32	16 江 西	40.96	45.56
1 山 东	296.51	296.48	17 内 蒙 古	40.69	40.50
2 广 东	170.73	158.89	18 重 庆	40.31	50.92
3 浙 江	165.38	163.69	19 上 海	36.21	33.07
4 辽 宁	144.17	149.66	20 广 西	33.01	31.99
5 黑 龙 江	139.65	143.00	21 湖 南	27.98	26.42
6 河 北	134.86	130.60	22 甘 肃	20.68	23.85
7 安 徽	124.94	115.29	23 新 疆	20.32	21.16
8 北 京	124.39	177.18	24 云 南	17.92	15.68
9 河 南	118.63	101.77	25 山 西	14.87	12.36
10 福 建	115.25	110.40	26 天 津	13.59	8.27
11 湖 北	103.07	81.70	27 贵 州	9.47	9.32
12 江 苏	90.78	76.75	28 宁 夏	5.31	4.67
13 吉 林	84.79	82.61	29 海 南	4.62	5.40
14 四 川	79.86	74.52	30 西 藏	2.75	2.50
15 陕 西	51.69	36.55	31 青 海	0.42	0.56