

Cider Beer 关键酿造工艺的研究

张 箐^{1,2}, 刘春风^{1,2}, 郑飞云^{1,2}, 李永仙^{1,2}, 王金晶^{1,2}, 李 崎^{*1,2}

(1. 江南大学 教育部工业生物技术重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 生物工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: Cider Beer 是一种以苹果汁为原料, 结合啤酒酿造工艺研制的发酵型特种啤酒。通过发酵实验, 发酵度、乙醇体积分数等指标检测, 本产品选取 7 号浓缩苹果汁作为原料; 通过对比贫氮条件下不同酵母的生长情况和发酵实验结果, 最终确定酵母 C 作为发酵菌株。以感官品质为考察指标, 采用单因素正交实验法考察发酵温度、发酵时间和酵母接种量对感官品质的影响。结果表明: Cider Beer 的较佳发酵工艺条件为: 发酵温度 11 ℃, 发酵时间 7 d, 酵母接种量 8×10^6 个/mL, 所得产品的总糖质量浓度为 13.28 g/L, 总酸质量浓度为 6.5 g/L, 乙醇体积分数为 2.85%, 游离氨基酸质量浓度为 3.60 g/L, 多酚质量浓度为 1.04 g/L, 色香味俱佳。

关键词: Cider Beer; 苹果汁; 工艺; 正交优化

中图分类号: Q 815 文章编号: 1673-1689(2019)02-0065-07 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.02.010

Development of the Brewing Technology of Cider Beer

ZHANG Jing^{1,2}, LIU Chunfeng^{1,2}, ZHENG Feiyun^{1,2}, LI Yongxian^{1,2}, WANG Jinjing^{1,2}, LI Qi^{*1,2}

(1. Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. School of Biotechnology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Cider Beer is a kind of special beer fermented with apple juice. Through fermentation experiment and detection of fermentation degree, alcohol content, the sample 7 is selected as the raw material of cider beer. By comparing the growth situation of different yeasts under the conditions of poor nitrogen and the fermentation experiment results, the yeast C is selected as the best suitable yeast of cider beer. Using sensory quality of product as evaluation index, based on the orthogonal test, the optimal brewing technology conditions are: fermentation temperature 11 ℃, fermentation time 7 d and yeast inoculation quantity 8×10^6 /mL. The product has fruit aroma and a unique taste style and its total sugar content is 13.28 g/L, the total acid content is 6.5 g/L, the alcohol content is 2.85%, the free amino acid content is 3.60 g/L, the polyphenol content is 1.04 g/L.

Keywords: cider beer, apple juice, technology, orthogonal optimization

苹果中富含多种酚类物质, 包括类黄酮、原花色素^[1]和酚酸类物质, 可以有效预防癌症、心脏病^[2]、

糖尿病^[3]等心血管疾病, 并有抑制人体衰老、抗肿瘤等功效。苹果作为我国第一大果品, 大多以鲜食为

收稿日期: 2016-04-06

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD); 国家高新技术研究发展计划(863 计划)(2013AA102106-03); 国家自然科学基金项目(31271919; 31571942; 31301539); 江苏省自然科学基金项目(BK20150159); 江苏省第四期“333 高层次人才培养工程”(BRA2012048)。

* 通信作者: 李 崎(1971—), 女, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事啤酒科学与工程研究。E-mail: liqi@jiangnan.edu.cn

引用本文: 张箐, 刘春风, 郑飞云, 等. Cider Beer 关键酿造工艺的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2019, 38(02): 65-71.

主,占苹果总量的80%以上^[4];而苹果的深加工主要为苹果浓缩汁加工业,目前也出现严重的产能过剩,苹果二、三级深加工是限制苹果加工产业提高附加值的主要因素^[5]。科学研究表明啤酒中约含有17种氨基酸,营养物质丰富,适量饮用啤酒有助于人体健康^[6-7]。根据“2015中国啤酒业年度高峰论坛”报告显示,我国啤酒在持续发展的情况下,2014年啤酒行业产量为4 921.9万千升,出现了24年以来的首次负增长,预示着啤酒行业进入发展成熟期^[7]。啤酒企业将从产品差异化、产品品质化和产品高端化等方面发力,满足啤酒市场“低酒精、果味型、低浓度、功能型”的发展趋势。

目前,国际上Cider Beer的酿造工艺主要有3种:1)果味型,通过在啤酒中添加香精、柠檬酸等香料制成,其果香非天然发酵型香气;2)勾兑型,把啤酒与苹果汁以不同比例勾兑制成,这种方法制得的产品稳定性差,较难推广;3)发酵型,是以苹果汁为主要原料,通过发酵和调配等方法酿造苹果啤酒,在国际市场上比例逐渐提高。

本研究选取苹果汁为原料,以贫氮条件下具有良好增殖能力和发酵能力的啤酒酵母为发酵菌株,同时结合啤酒酿造工艺研制而成。通过单因素实验确定发酵工艺条件,利用正交实验优化出产品较佳的发酵条件,为进一步大批量工业化生产提供依据。开展此研究,将有助于促进苹果深加工,提高苹果产业附加值,丰富饮料酒市场品类,加强啤酒市场的活跃度,具有很高的实用价值^[8]。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

材料:10种不同品牌市售不含防腐剂的天然浓缩苹果汁,6种不同品种市售苹果,酒花(青岛大花),3株啤酒酵母(Q-03、D-8、C-05分别编号为A、B、C)为本实验室保藏。

试剂:果糖、酒石酸钾钠、碘酸钾、氢氧化钠、硫酸铜、甘氨酸、亚铁氰化钾、磷酸氢二钠和磷酸二氢钾等试剂均购于国药集团(上海)化学试剂有限公司,分析纯。

1.2 仪器与设备

Agilent 1100 高效液相色谱仪,美国安捷伦公司;生化培养箱 BSP-250,上海博迅公司;阿贝折光仪,泰光有限公司;Kjeltec TM 8400 全自动凯氏定

氮仪,FOSS公司;低温水浴槽,上海博迅公司;UV-2000 分光光度计,FOSS公司。

1.3 实验方法

1.3.1 制作工艺 浓缩苹果汁→稀释→调整 pH→添加酒花→灭菌、冷却→接菌发酵→过滤→Cider Beer 成品。

1.3.2 苹果汁的制备 苹果汁可以通过浓缩苹果汁稀释和苹果榨汁后过滤两种方式获得。

1.3.3 常规指标检测 总氮(凯氏定氮法)、 α -氨基氮、游离氨基酸和多酚采用 ASBC 分析方法进行检测^[9]。原麦汁质量浓度(密度瓶法)、还原糖(菲林试剂)、乙醇体积分数(密度瓶法)、总酸(电位滴定法)采用国标法进行检测^[10]。

1.3.4 苹果汁糖组分检测 采用高效液相色谱法(HPLC),具体检测条件为:色谱柱:Xbridge Amide 色谱柱(3.5 μ m,4.6 mm $\times$ 250 mm i.d.)。流速 1.0 mL/min;柱温 35 $^{\circ}$ C;载气压力 350 kPa;漂移管温度 50 $^{\circ}$ C;增益 6。

1.3.5 发酵菌株的选择

1)贫氮条件下菌株增殖能力检测。取初始糖度为 10%的纯苹果汁制作固体培养基,取 5 μ L 菌液,分别以 1×10^5 个/mL、 1×10^4 个/mL、 1×10^3 个/mL 菌液,在培养基上进行菌落涂布培养,并随时间记录平板菌落个数。

2)贫氮条件下菌株发酵能力检测。利用发酵菌株在 10%的苹果汁中进行发酵实验,通过 CO_2 失重法记录每天失重量;主酵结束后检测残糖和 α -氨基氮的质量浓度,并计算其利用率。

1.3.6 发酵 取酵母泥接种于无菌苹果汁中,用灭菌后的发酵栓将瓶口密封,11 $^{\circ}$ C下发酵,每 24 h 摇瓶一次排出 CO_2 后称重,主酵结束后过滤发酵液,低温保存待测。

1.3.7 单因素实验 选用较佳的苹果汁原料和较佳的酵母菌株,在其他条件相同的情况下,采用不同的发酵温度、发酵时间和酵母接种量用“1.3.6”进行发酵实验,以“1.3.9”为标准进行感官品评,逐个考察各发酵条件对感官品评的影响,确定每一因素的最佳水平。

1.3.8 正交实验 根据“1.3.7”单因素实验结果,使用发酵时间、发酵温度和酵母接种量 3 个因素,进行 $L_9(3^4)$ 正交实验,以感官评价作为评价指标(见表1)。

1.3.9 感官品评 该研究组织本校经过感觉品评培

训的老师及学生共 40 位,由品评小组打分(见表 1)。

表 1 Cider Beer 感官评分标准表

Table 1 Sensory evaluation criteria of Cider Beer

项目	标准	最高分	扣分
外观	色泽: 金黄色或淡黄色	10	—
	透明度: 清亮透明, 无悬浮物	—	5
	轻微失光, 严重失光	—	5
泡沫	泡沫高, 细腻, 洁白, 挂杯	20	—
	泡沫高度低, 粗大	—	15
	泡沫持性差	—	5
香气	有明显的苹果香气, 且新鲜, 无老化味	20	—
	无果香或果香味太淡	—	15
	果香太重	—	5
口味	口味醇正, 爽口, 醇厚而杀口	50	—
	口味不协调, 不柔和及可发酵糖的甜味	—	20
	轻微甜味感	—	5
	中等甜味感	—	5
	很强甜味感	—	10
	杀口力不强	—	10
合计		100	100

表 2 浓缩苹果汁成分分析

Table 2 Analysis of components in concentrated apple juice

样品编号	产地品种	初始糖度/ %	还原糖/ (g/L)	α -氨基氮/ (mg/L)	样品编号	产地品种	初始糖度/ %	还原糖/ (g/L)	α -氨基氮/ (mg/L)
样品 1	内蒙古	8	81.0	7.4	样品 9	河南商丘	8	57.8	—
样品 2	山东青岛	8	75.9	4.5	样品 10	广东佛山	8	65.5	3.3
样品 3	甘肃天水	8	70.9	11.8	样品 11	山东富士	8	80.1	6.3
样品 4	甘肃天水	8	73.9	11.1	样品 12	陕西富士	8	52.3	5.2
样品 5	陕西西安	8	60.8	11.6	样品 13	山东金帅	8	69.5	4.5
样品 6	山东烟台	8	54.3	11	样品 14	法国姬娜	8	76.5	4.2
样品 7	陕西渭南	8	57.1	22.5	样品 15	江苏香蕉	8	71.8	5.1
样品 8	中国上海	8	69.2	—	样品 16	山东黄冠	8	70.3	2.9

注:样品 1~10 为市售不含防腐剂的浓缩苹果汁,样品 11~16 为不同品种的市售苹果鲜榨果汁,“—”表示未检出。

上,本实验选取样品 7 为酿制 Cider Beer 的原料。

表 3 样品 7 糖组分分析表

Table 3 Analysis of carbohydrate components in concentrated apple juice 7

名称	质量分数/(mg/g)	百分比/%
葡萄糖	91.27	32.95
果糖	176.96	63.88
蔗糖	8.79	3.17
总计	277.02	100

2.2 酵母菌株对 Cider Beer 发酵的影响

酿酒酵母是影响啤酒品质的重要因素之一,不

2.1 苹果汁原料的选择

在酵母增殖和发酵的前期, α -氨基氮是酵母所利用的重要氮源。啤酒酵母对 α -氨基氮的质量浓度要求在 160 mg/L 左右,质量浓度过低会影响酵母的增殖和发酵^[11-12]。针对不同来源的苹果汁,检测其还原糖和 α -氨基氮质量浓度,结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出,苹果汁中 α -氨基氮远低于普通啤酒酵母对其要求,在相同条件下,浓缩苹果汁的 α -氨基氮质量浓度普遍高于鲜榨苹果汁的 α -氨基氮质量浓度,这可能与苹果榨汁不彻底、过滤损失有关。刚榨出的苹果汁中,含有大量的多糖、果胶和果皮果肉等固形物,会影响果汁的稳定性、阻碍酒液的澄清并且影响成品酒的风味和口感^[13-14],样品 7 在 α -氨基氮质量浓度上最高,进一步检测其糖组分,检测结果如表 3 所示。

由表 3 可知,苹果汁中主要糖为果糖(64%)和葡萄糖(33%),符合啤酒酵母发酵对糖的需求;另外,从产品工业化生产的角度考虑,以浓缩苹果汁作为原料有利于原料的长久储存和远距离运输。综

同的酵母菌株有着不同的生理特性,其代谢副产物的种类及质量浓度不同会造成酒体风味和感官的差别,直接影响啤酒的质量^[15]。

2.2.1 贫氮条件下菌株增殖能力检测 选取在贫氮条件下生长状况较强的 A、B 和 C 菌株,通过固体培养基上涂布菌落计数的方式,对比 3 种酵母菌株的增殖能力,见表 4。可发现,B 和 C 两株菌更适应纯苹果汁的贫氮环境,增殖速度快,且增殖能力强。

2.2.2 贫氮条件下菌株发酵能力检测 当发酵温度为 11 ℃,酵母接种量为 1×10^7 个/mL,选取 A、B 和 C 三株菌,在初始糖度为 10% 的纯苹果汁中进行

发酵实验,记录每天 CO₂ 失重情况,主酵结束后对还原糖和 α -氨基氮等指标进行检测。具体发酵失重情况如图 1 所示,对应理化指标检测结果见表 5。

表 4 不同酵母在苹果汁固体培养基上的涂布生长情况

Table 4 Coating growth situation of yeast on solid medium

菌株编号	细胞浓度/(个/mL)	发酵时间/h				
		12	24	36	48	60
A	1×10 ⁵	—	—	108	114	120
	1×10 ⁴	—	—	21	26	31
	1×10 ³	—	—	—	3	5
B	1×10 ⁵	—	300+	300+	300+	300+
	1×10 ⁴	—	—	117	123	149
	1×10 ³	—	—	6	6	6
C	1×10 ⁵	—	55	67	131	220
	1×10 ⁴	—	—	4	9	22
	1×10 ³	—	—	—	3	4

注:酵母涂布生长情况用平板上肉眼可见菌落数来计算,“—”表示无肉眼可见菌落。

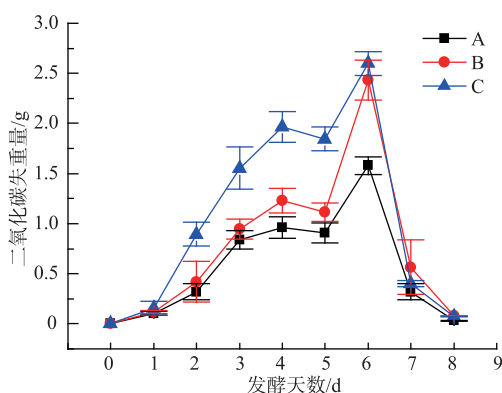


图 1 酵母发酵失重曲线

Fig. 1 Weight loss situation of yeast fermentation

表 5 发酵前后理化指标检测结果

Table 5 Index detection results before and after fermentation

菌株编号	还原糖			α -氨基氮		
	发酵前/(g/L)	发酵后/(g/L)	利用率/%	发酵前/(mg/L)	发酵后/(mg/L)	利用率/%
A	84.15	32.65	61.20	38.77	33.25	14.24
B	84.15	20.11	76.11	38.77	32.83	15.32
C	84.15	15.17	86.07	38.77	19.57	49.52

通过图 1 发现,酵母 A 起酵最慢,在纯苹果汁条件下,不能很快的适应此环境,发酵能力最弱;而酵母 C 起酵最快,整体发酵能力强于酵母 A 和 B,

能够较好的适应纯苹果汁的环境进行增至发酵。通过表 5 发现,贫氮条件下,在 α -氨基氮的利用率以及糖的利用率方面,C 的 α -氨基氮的利用率为 49.52%,而同等情况下 A 为 14.24%,B 为 15.32%。综合考虑,本实验选取发酵菌株为酵母 C。

2.3 单因素实验结果

2.3.1 温度对 Cider Beer 发酵的影响 发酵时间为 7 d,酵母接种量为 1×10⁷ 个/mL,发酵温度分别是 8、11、14、18 ℃。在此条件下进行发酵实验,确定发酵温度,结果如图 2 所示。

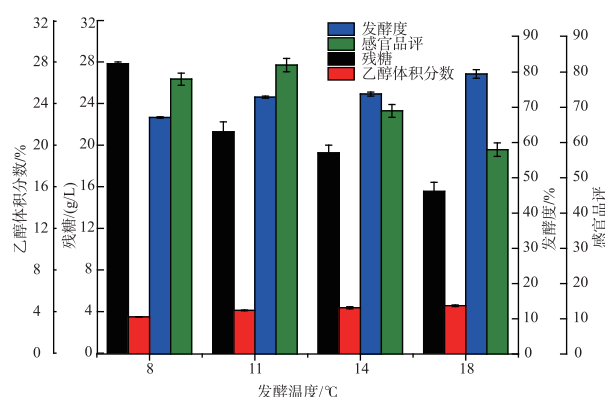


图 2 发酵温度对 Cider Beer 的影响

Fig. 2 Effect of fermentation temperature on cider beer

由图 2 可见,一定发酵时间内,随着发酵温度的增加,Cider Beer 的感官品评的分值先增加后减少。在低温发酵条件下,发酵周期较长,可使得苹果汁中特有的挥发性香味物质生成,并且使酒体口感更协调,但是过低的发酵温度,酵母起酵晚,发酵速率过低,而高温发酵会造成挥发损失,使酒体淡薄^[16]。

在发酵过程中,随着温度的升高,Cider Beer 中的含糖量先增加后减少,当 8 ℃条件下发酵,酵母起酵晚而造成发酵迟滞;综合以上的因素,选择发酵温度为 11 ℃。

2.3.2 发酵时间对 Cider Beer 的影响 调整发酵温度 11 ℃、酵母接种量为 1×10⁷ 个/mL,发酵时间分别是 4、6、8 d 和 10 d。在此条件下进行发酵实验,并检测其乙醇体积分、糖度并进行感官品评实验,结果见图 3。

发酵时间是影响啤酒外观、口感和风味的重要因素,在一定的发酵时间内,啤酒外观清亮度会随时间增加而提高,香气更协调,风味口感也会更宜人^[17]。由图 3 可见,感官品评得分在 0~6 d 内逐渐提高,在第 6 天时达到最大值,之后 6~10 d 感官品评

指标不断下降。在发酵过程中,酵母菌会持续进行代谢将糖分解为酒精,乙醇体积分数会随着发酵时间逐渐升高。综上所述,较适发酵时间为 6 d 左右。

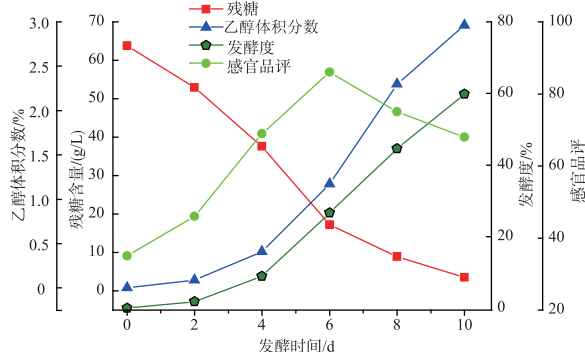


图 3 发酵时间对 Cider Beer 的影响

Fig. 3 Effect of fermentation time on cider beer

2.3.3 酵母接种量对 Cider Beer 的影响 酵母接种量是影响啤酒感官品评的重要因素,它会影响啤酒的风味物质形成和乙醇体积分数^[18]。本研究在 11 ℃ 的发酵温度下,发酵时间 6d,酵母接种量分别是 6×10^6 个/mL、 8×10^6 个/mL、 10×10^6 个/mL、 12×10^6 个/mL 和 16×10^6 个/mL。在此条件下进行发酵实验,确定较佳酵母接种量的范围,结果如图 4 所示。

由图 4 可见,酵母接种量在 6×10^6 个/mL~ 10×10^6 个/mL 之间时,感官品评指标随着酵母接种量的增加而提高。当酵母接种量在 10×10^6 个/mL~ 16×10^6 个/mL 之间时,感官品评指标随着酵母接种量的增加而减少。由图 4 还可以看出,在发酵过程中,糖度随着酵母接种量的增加而整体呈现下降的趋势,同时乙醇体积分数整体升高。当接种量在 10×10^6 个/mL 时,糖度下降量和乙醇体积分数的升高量比较小;综上所述,选择较适接种量为 10×10^6 个/mL。

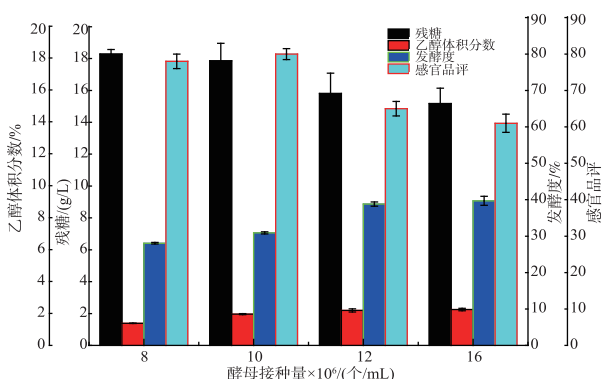


图 4 酵母接种量对 Cider Beer 的影响

Fig. 4 Effect of yeast inoculation quantity on cider beer

2.4 正交实验结果

2.4.1 正交实验结果与分析 根据以上的单因素实验结果,针对发酵温度、发酵时间和酵母菌的接种量 3 个因素进行正交实验,每个因素 3 个水平进行 $L_9(3^4)$ 实验设计,如表 6 所示。

表 6 实验的因素水平表

Table 6 Factors and levels of experiment

水平	因素		
	发酵温度/℃	发酵时间/d	接种量/(10^6 个/mL)
1	8	4	8
2	11	6	10
3	14	8	12

由表 7 中各因素 k 和 R 的大小,对结果进行分析;通过极差 R 分析判断,各因素对感官指标影响的主次顺序是:发酵温度>发酵时间>酵母接种量。并通过感官指标得出较佳条件为 $A_2B_3C_1$,即发酵温度为 11 ℃,发酵时间为 7 d,酵母接种量为 8×10^6 个/mL。

表 7 $L_9(3^4)$ 正交实验结果与分析

Table 7 $L_9(3^4)$ orthogonal experiment results and analysis

实验号	A 发酵温度/℃	B 发酵时间/d	C 接种量/(10^6 个/mL)	D (空列)	感官指标
1	1(8)	1(5)	1(8)	1	71
2	1	2(6)	2(10)	2	72
3	1	3(7)	3(12)	3	79
4	2(11)	1	2	3	70
5	2	2	3	1	78
6	2	3	1	2	80
7	3(14)	1	3	2	48
8	3	2	1	3	60
9	3	3	2	1	71
均值 k_1	74	63	72	73.33	—
均值 k_2	77.67	70	71	68.33	—
均值 k_3	59.67	78.33	68.33	69.67	—
极差 R	18	15.33	3.67	5	—

根据表 8 进行方差分析,其中 C 的平均方差小于 2 倍的误差 e 的平均方差,为了提高 F 检验的灵敏度,我们将 C 的偏差平方和、自由度并入误差 e 的偏差平方和、自由度。通过 F 比值与 F 临界值的对比, A 与 B 为主要因素,而 C 为次要因素,其中 A 与 B 对感官指标有非常显著的影响,并且各因素对感官指标影响的主次顺序是: $A > B > C$,这与极差分析所得结果一致。

表 8 正交实验方差分析

Table 8 Variance analysis of orthogonal experiment

变异来源	偏差平方和	自由度	平均方差	F 比值	F α	显著水平
A	543.16	2	271.58	17.66	F _{0.05(2,4)} =6.94	**
B	353.39	2	176.695	11.49	F _{0.01(2,4)} =18.0	**
C [△]	21.42	2	10.71	—	—	—
误差 e	40.08	2	20.04	—	—	—
误差 e [△]	61.51	4	15.3775	—	—	—
总和	958.05	8	—	—	—	—

2.4.2 最佳工艺条件验证 由正交优化实验得到较佳工艺条件,即发酵温度为 11℃,发酵时间为 7 d,酵母接种量为 8×10⁶ 个/mL,为了验证工艺条件可靠性,采用该发酵条件进行发酵实验,并将最终产

品与市售 19 种苹果酒进行同时进行感官品评实验,并分别检测其总糖、总酸、游离氨基酸和多酚质量浓度,结果如表 9 所示。

对 Cider Beer 而言,入口合适的酸味可以让口

表 9 验证结果与市售产品感官品评和理化指标

Table 9 Result of sensory evaluation and index detection of the sample and products

样品编号	产地来源	感官指标	总糖/(g/L)	总酸/(g/L)	乙醇体积分数/%	发酵度/%	游离氨基酸/(g/L)	多酚/(g/L)
1	实验室	83.5	13.28	6.50	2.85	46.51	3.60	1.04
2	法国	79.5	13.60	6.81	3.10	50.94	2.23	1.03
3	美国	85.9	9.47	8.20	3.00	72.69	1.90	0.79
4	美国	79.8	15.00	8.71	5.00	64.86	2.25	1.10
5	法国	53.1	15.42	3.90	5.50	68.47	2.41	1.17
6	法国	61.3	16.89	7.52	5.50	75.32	2.99	1.27
7	法国	70.1	11.58	7.17	3.70	75.32	2.09	0.89
8	德国	73.6	13.83	9.89	5.00	70.32	2.23	1.04
9	美国	73.3	6.64	7.07	4.00	67.99	0.70	0.26
10	德国	76.7	12.98	7.50	3.60	78.39	2.13	0.96
11	比利时	81.0	13.25	8.08	3.10	70.55	2.19	1.00
12	比利时	78.8	15.03	8.01	5.50	62.06	2.32	1.11
13	德国	72.1	9.35	8.25	2.90	69.91	1.79	0.45
14	法国	58.0	17.62	6.17	5.00	39.71	3.61	1.28
15	法国	65.2	10.88	7.07	3.80	68.47	1.93	0.80
16	法国	65.1	11.35	4.17	3.10	52.04	2.00	0.87
17	美国	74.2	12.8	5.94	4.00	72.69	2.12	0.92
18	英国	57.2	16.79	6.93	3.50	78.39	2.52	1.23
19	比利时	74.6	13.44	6.97	4.50	68.19	2.21	1.01
20	英国	40.0	23.37	4.16	3.10	88.19	3.76	1.38

注:样品 1 为本产品,样品 2~20 为国外产品。

腔有“被充满”的感觉,从而构成酒体的框架,让酒体更饱满,适宜的甜味让啤酒更利口,恰当范围的糖酸比是保持酒体协调的重要因素。由表 9 可见,口感品评得分较高的样品(感官品评前 9 个)的总糖质量浓度在 9.5~15 g/L 之间,总酸质量浓度在 7~10 g/L 之间,相应的样品更被消费者喜爱。本产品总糖质量浓度为 13.28 g/L,总酸质量浓度为 6.5 g/L,乙醇体积分数为 2.85%mass,优化后感官品评得分为 83.5,感官品评得分在 20 个样品中排名第 2,产品具有适宜的糖酸比,外观为金黄色,口味醇正爽口,有明显的果香味和酒花香气,为消费者较喜欢

的产品。本产品发酵度为 46.51%,普遍低于其它样品,确保以更低的乙醇体积分数和适宜的总糖来满足国内消费者的口味偏好。

游离氨基酸和多酚是 Cider Beer 中重要的呈味物质和营养物质,氨基酸可以呈现甜、酸、涩、鲜、苦等味感^[18],一定量的多酚可以增加酒体的平衡感,使酒更丰满。由表 9 可见,本产品游离氨基酸质量浓度为 3.60 g/L,在 20 个样品中排名第 3,多酚质量浓度为 1.04 g/L,在 20 个样品中排名第 8,具有丰富的营养。

3 结 语

Cider Beer 是一种以苹果汁为原料,结合低温啤酒酿造工艺研制的发酵型特种啤酒。本产品最终选取 7 号样品的浓缩苹果汁为发酵原料,选取酵母 C 为发酵菌株。通过正交实验证明,发酵温度与发酵时间作为主要因素,对最终发酵产品感官指标具有非常显著的影响,各因素对感官指标影响的主次顺序是:发酵温度>发酵时间>酵母接种量。本产品选

取较佳工艺条件是发酵温度为 11℃,发酵时间为 7 d,酵母接种量为 8×10^6 个/mL,所得产品的总糖质量浓度为 13.28 g/L,总酸质量浓度为 6.5 g/L,乙醇体积分数为 2.85% mass,发酵度为 46.51%,游离氨基酸质量浓度为 3.60 g/L,多酚质量浓度为 1.04 g/L;经主酵过滤后所得 Cider Beer 外观为金黄色,口味醇正爽口,果香味和酒花香气明显,口味独特、营养丰富。

参考文献:

- [1] LIU Chunhui, ZHOU Yaping, ZHU Jun, et al. Ultrasound-assisted extraction of proanthocyanidin from apple flesh[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2008(1): 80-83. (in Chinese)
- [2] HERTOGE M G L, FESKENS E J M, KROMHOUT D, et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study[J]. **Lancet**, 1993, 342(8878): 1007-1011.
- [3] STAPLEY L. An apple a day keeps diabetes away: trends in endocrinology & metabolism [J]. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, 2001, 12(4): 146.
- [4] ZHANG Zhenhua, HU Xiaosong, GE Yiqiang, et al. Development ideas of apple processing in China [J]. **China Fruit**, 2004(2): 50-53. (in Chinese)
- [5] QU Heng, SHI Dachuan, SHU Huairui. Current status and developing trend of apple industry in China [J]. **Journal of Fruit Science**, 2007(3): 355-360. (in Chinese)
- [6] ROMEO J, GONZALEZ-GROSS M, WARNBERG J, et al. Effects of moderate beer consumption on blood lipid profile in healthy Spanish adults[J]. **Nutrition Metabolism & Cardiovascular Diseases**, 2008, 18(5): 365-372.
- [7] 墨菲. 2015 中国啤酒业年度峰会“赢在未来,开启后 5000 时代”主题论坛盛大开幕[J]. **中国食品**, 2015(10): 142-143.
- [8] 王福荣. 酿酒分析与检测[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [9] 李崎. ASBC 分析方法[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2012.
- [10] CN-GB. 啤酒分析方法: GBT 4928—2008[S]. 中国, 2008.
- [11] MARCHLER G, SCHULLER C, ADAM G, et al. A *Saccharomyces cerevisiae* UAS element controlled by protein kinase A activates transcription in response to a variety of stress conditions[J]. **EMBO J**, 1993, 12(5): 1997-2003.
- [12] YU Xiaohong. The optimal content of α -aminonitrogen in Wort[J]. **Liquor-Making Science & Technology**, 2003(5): 66-67. (in Chinese)
- [13] PROULX A. Cider: making, using & enjoying sweet & hard cider [J]. **Gastronomica the Journal of Critical Food Studies**, 2005, 5(1): 112.
- [14] HAO Huiying, ZHAO Guangao, XU Yan, et al. The Characterization of the apple polyphenoloxidase [J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry**, 2003, 22(1): 7-11. (in Chinese)
- [15] LURTON L, SNAKKERS G, ROULLAND C, et al. Influence of the fermentation yeast strain on the composition of wine spirits [J]. **Journal of the Science of Food & Agriculture**, 1995, 67(67): 485-491.
- [16] DONG Xinhua. The relationship between the fermentation temperature and quality of beer [J]. **China Brewing**, 2003(2): 33-34. (in Chinese)
- [17] LI Xingge, LI Ying, HU Junxiang, et al. Study on the technology of apple beer [J]. **Liquor Making**, 2008, 35(3): 65-68. (in Chinese)
- [18] LIU Chunfeng, LI Qi. The effect of pitching rate on fermentation and flavour compounds in high gravity brewing [J]. **Beer Science and Technology**, 2007(9): 59-61. (in Chinese)
- [19] YUE Junbo, YANG Dongsong, JIA Yan. Influence of free amino- acid on the flavor of red wine in ageing stage [J]. **Liquor Making**, 2001, 28(3): 83-84. (in Chinese)