

不同种类大米黄酒酿造的差异性分析

油卉丹^{1,2,3,5}, 毛健^{*1,2,3,4,5}, 周志磊^{1,2,3,4,5}

(1. 粮食发酵工艺与技术国家工程实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 3. 江南大学 食品安全与营养协同创新中心, 江苏 无锡 214122; 4. 国家黄酒工程技术研究中心, 浙江 绍兴 312000; 5. 江南大学(如皋)食品生物技术研究所, 江苏 如皋 226500)

摘要: 为探究不同种类大米的酿酒特性,以粳糯米、籼糯米、粳米和籼米 4 种大米为原料,采用绍兴工艺进行了酿酒实验,监测发酵过程中基本理化指标(乙醇体积分数、还原糖、总酸等)的动态变化,并对发酵液中醇、醛、酸、酯类挥发性风味物质的质量浓度进行分析。结果表明,采用粳糯米进行酿酒时易糖化,发酵速度较快,产乙醇速率高,后酵结束时醪液乙醇体积分数达到 18%,且残糖质量浓度相对较高。发酵结束时,不同种类大米原料黄酒发酵液中的氨基酸主要是甜味氨基酸和苦味氨基酸,甜、苦、鲜、涩氨基酸质量浓度均存在显著性差异($p < 0.01$);籼米发酵液中氨基酸质量浓度最高,其次是粳糯米;粳糯米发酵液的挥发性风味物质的质量浓度及醇类化合物质量浓度上有明显优势,而籼糯米酿造原酒的酯类化合物质量浓度最高。

关键词: 大米品种;黄酒;风味物质;发酵

中图分类号:TS 262.4 文章编号:1673-1689(2019)03-0039-07 DOI:10.3969/j.issn.1673-1689.2019.03.006

Characteristics of Chinese Rice Wine with Different Varieties of Rice

YOU Huidan^{1,2,3,5}, MAO Jian^{*1,2,3,4,5}, ZHOU Zhilei^{1,2,3,4,5}

(1. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. Collaborative Innovation Center for Food Safety and Nutrition, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 4. National Engineering Research Center for Rice Wine, Shaoxing 312000, China; 5. Institute of Food Biotechnology, Jiangnan University, Rugao 226500, China)

Abstract: In order to study the characteristics of brewing properties of different rice varieties, four kinds of rice (round-glutinous, long-glutinous, japonica and indica rice) were used as the raw materials for Shaoxing Process brewing. By monitoring the basic physical and chemical indicators (alcohol content, reducing sugar, total acid, etc.) in fermentation process and the content of fermentation liquid alcohols, aldehydes, acids, esters of volatile flavor compounds were analyzed. The results showed that round-glutinous rice performed easier saccharification and fermentation with high alcohol yield; alcohol content reaches 18% at the end of fermentation, and the residual sugar

收稿日期: 2016-01-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(31571823, 31271839); 国家 863 计划项目(2013AA102203-06); 中央高校基本科研业务专项资金项目(JUSRP11509)。

* 通信作者: 毛健(1970—), 男, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品生物技术方面的研究。E-mail: biomao@263.net

引用本文: 油卉丹, 毛健, 周志磊. 不同种类大米黄酒酿造的差异性分析[J]. 食品与生物技术学报, 2019, 38(03): 39-45.

content was relatively high. At the end of fermentation, the amino acids in rice wine fermentation liquor of different rice varieties were mainly sweet and bitter amino acids, and there were significant differences in the contents of sweet, bitter, fresh and astringent amino acids ($p < 0.01$). The fermentation liquid of amino acid content is the highest, followed by japonica rice. Japonica glutinous rice fermentation broth of volatile flavor compounds of the total content and alcohols content has obvious advantages, and indica rice in brewing wine esters content is the highest.

Keywords: rice varieties, Chinese rice wine, flavor compounds, fermentation

中国黄酒酿造的主要原料为大米、小麦和水。在浙江绍兴酒的酿制中,形象地把米比喻为“酒之肉”,可见米对酿造黄酒的重要性。南方酿制黄酒所用的大米主要有糯米、粳米和籼米等,不同特性的稻米酿造的黄酒品质也有很大差异^[2]。

黄桂东等基于 DR-FTIR 和 SIMCA 法建立了不同原料米酿造黄酒的模式识别模型,该模型对预测集样本的识别率和拒绝率均达到了 100%,表明黄酒的品质与原料米的种类之间存在一定的联系^[3]。对不同浸米时间酿造的黄酒样品进行感官评定,证明糯米是酿造优质黄酒的最佳原料^[4]。蒋世云^[5]对不同淀粉质大米发酵酿制米甜酒进行了研究,发现淀粉支/直链之比越大,米甜酒的感官品质越好。不同原料对机械化酿制而成的香雪酒也有很大影响,以糯米为原料采用机械化酿制的香雪酒为最佳,其中以粳糯米为最佳^[6]。在清酒酿造试验中也发现,低直链淀粉大米的发酵风格比较好,而且发酵后期酒糟的量少^[7]。

不同大米的酿酒相关性能如吸水速率、酶解特性等虽有报道^[8],但原料大米对黄酒发酵的影响还没有详细的研究,只有一些经验性的简单描述。为此,作者以 4 种大米为原料采用相同工艺进行酿酒实验,探究不同种类大米的发酵性能及发酵结束时酒液的挥发性风味物质,寻求不同种类大米黄酒酿造的差异性以及粳糯米的酿酒优势,为黄酒生产中原料的选择及生产工艺的优化提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 原料 粳糯米:购自无为县永盛米业有限公司,产地安徽芜湖;籼糯米:购于京山金泉溪米厂;粳米为鑫裕禾东北珍珠米;购于方正县利海米业有

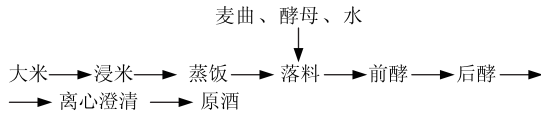
限公司,产地哈尔滨市方正县;籼米为淮南王泰味金丝米:购于淮南市潘玉粮油加工有限公司,产地安徽淮南;生麦曲:取自浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司;安琪酿酒高活性干酵母(黄酒专用,产品批号 SY0050 13:47):安琪酵母股份有限公司。

1.1.2 主要试剂 硫酸铜、次甲基蓝、酒石酸钾钠、氢氧化钠、硫酸锌、亚铁氰化钾、无水葡萄糖、盐酸、甲醛溶液、二硝基水杨酸、甲基红、氯化钠、亚硫酸钠、三氯乙酸、正己烷:均为分析纯,甲醇、乙腈:色谱纯,国药集团化学试剂有限公司;2,3-丁二醇、棕榈酸乙酯、十五酸乙酯、苯甲酸乙酯、2,4-二叔丁基苯酚、辛酸乙酯、癸酸乙酯、苯乙醛、月桂酸乙酯、乙醛、愈创木酚、4-乙基愈创木酚、庚酸、月桂酸、异戊醛、异丁醛、 γ -壬内酯等:色谱纯,购自上海安谱实验科技股份有限公司;异戊醇、 β -苯乙醇、异丁醇、正丁醇、正庚醇、正己醇、1-辛醇、丁酸乙酯、乙酸乙酯、乳酸乙酯、正己酸乙酯、苯乙酸乙酯、苯甲醛、己酸、辛酸、壬酸、癸酸:色谱纯,购于国药集团化学试剂有限公司;2-辛醇(内标)、乙酸等:色谱纯,购于 Sigma 公司。

1.1.3 主要仪器 Waters e2695 高效液相色谱系统:美国 Waters 公司;Thermo Fisher Trace 气相色谱质谱联用仪:美国 Thermo 公司;50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头:美国 Supelco 公司;HH-S2 系列恒温水浴锅:江苏金坛市环宇科学仪器厂;FE20k pH 计:梅特勒-托利多仪器有限公司;5804R 高速离心机:艾本德中国有限公司;DGG-9240B 鼓风干燥箱:上海森信实验仪器有限公司;EL3002 电子天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;85-2 型磁力搅拌器:上海司乐仪器有限公司;UV-2100 紫外分光光度计:尤尼科(上海)仪器有限公司;红外加热炉:河南重量科学仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 黄酒酿造工艺流程



1.2.2 发酵过程中基本理化指标测定方法 黄酒发酵醪经 10 000 r/min 离心 10 min 后,取上清液留样;还原糖、总糖、酒精度、总酸、氨基酸态氮、pH 按《GB/T 13662-2008 黄酒》进行测定。

1.2.3 发酵液中游离氨基酸的测定方法 发酵液中游离氨基酸的测定按照《QB/ 4356-2012 黄酒中游离氨基酸的测定 高效液相色谱法》进行。

1.2.4 发酵液中风味物质的测定方法 发酵液的主要挥发性风味物质采用顶空固相微萃取-气质联用测定,具体方法参照文献[9],并略有改动。

2 结果与讨论

2.1 黄酒发酵过程中基本理化指标变化

2.1.1 不同品种大米酿造黄酒发酵过程中乙醇体积分数、还原糖分析 由图 1(a)可知,不同大米原料酿造黄酒的醪液乙醇体积分数的变化趋势整体一致。前酵期间(0~5 d)温度控制在 28 ℃左右,乙醇体积分数迅速增至 13.1%~15.7%;转入后酵后由于发酵温度的降低,乙醇体积分数升高的趋势减缓,发酵结束时 4 种大米发酵液乙醇体积分数存在显著性差异($p < 0.01$)。较其它品种大米,采用粳糯米酿造黄酒前酵的发酵速率较快,后酵结束时乙醇体积分数最高达到 18%,其次是粳米、籼米和籼糯米。

图 1(b)中还原糖质量浓度在发酵中的变化趋势与乙醇体积分数相反,整体呈下降趋势,至发酵结束时质量浓度为 3.0~5.5 g/L。粳糯米和籼糯米发酵醪液中还原糖处于较高水平,尤其粳糯米为最高,原因是所含淀粉中 98%以上都是支链淀粉,易糊化^[10]及被麦曲中的液化酶、糖化酶等酶解^[11]。粳米发酵醪的还原糖含量相对较低,可能原因是发酵醪液由于淀粉粒原因而成糨糊状态^[12],醪液的粘度太大导致液化不彻底,妨碍糖化酶对淀粉链进一步作用,进而影响了淀粉的利用率^[13]。而籼米蒸饭后回生老化现象严重,影响糖化发酵作用^[14]。醪液中还原糖的质量浓度直接影响酵母的酒精发酵速率。

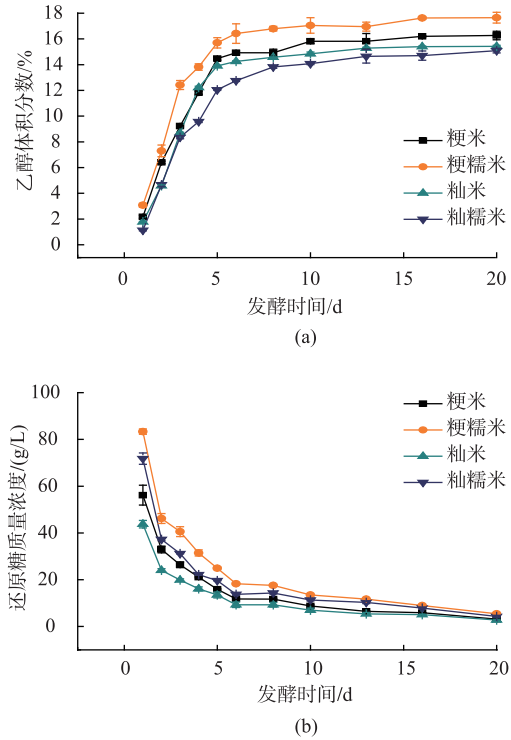


图 1 不同大米原料酿造黄酒发酵过程中乙醇体积分数和还原糖质量浓度的变化

Fig. 1 Changes of alcohol and reducing sugar during fermentation of different rice varieties

2.2.2 不同品种大米酿造黄酒发酵过程中总酸、pH 分析 由图 2 可知,4 种大米酿造的黄酒发酵醪液的总酸及 pH 均随着发酵的进行逐渐增加,后酵结束时虽有波动但基本趋于平稳。粳糯米的总酸质量浓度在整个发酵阶段一直处于最低水平,总酸质量浓度从 4.07 g/L 上升到 6.16 g/L,这和傅金泉^[15]等报道的采用粳糯米酿酒具有产酸少的特性是一致的。蒋世云^[16]在采用不同淀粉质大米进行酿酒的研究中,将籼米、糯米复配成不同淀粉含量的发酵原料,随着淀粉支/直比的增大,相应酒液的总酸质量浓度会有所降低。而籼糯米总酸质量浓度则处于较高水平,发酵结束时总酸质量浓度达 7.43 g/L;酸度偏高可能会引起酵母的酒精发酵受到抑制,虽然其发酵醪的还原糖质量浓度处于较高水平,但其乙醇体积分数却是最低的。从图 2(b)可以看出,发酵起始 pH 为 3.88~4.05,这为发酵提供酸性环境从而抑制杂菌的生长,保证有益菌的大量繁殖^[16]。不同大米原料的发酵醪液 pH 值虽略有差异,但整体变化趋势一致。

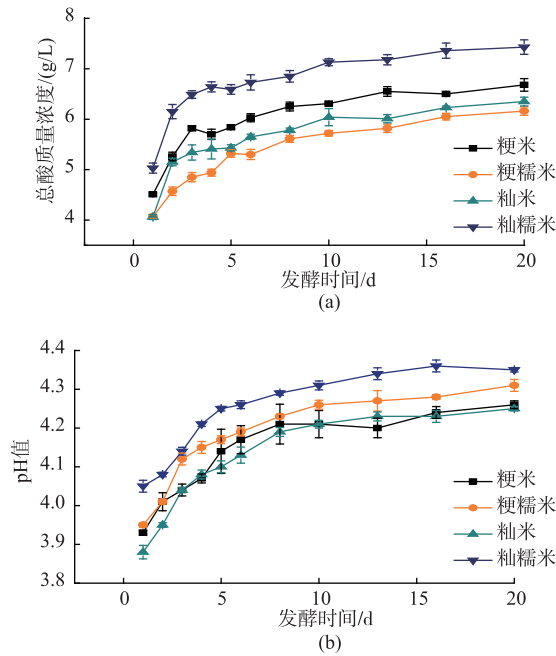


图 2 黄酒发酵过程中总酸、pH 的变化

Fig. 2 Changes of total acids and pH during fermentation of different rice varieties

2.2.3 不同品种大米酿造黄酒发酵过程中氨基酸态氮分析 氨基酸态氮是用来反映氨基酸及小肽总体水平的重要指标,其质量浓度的高低直接影响黄酒的质量等级和整体风格^[7]。从图 3 可以看出,不同大米原料的发酵醪液中氨基酸态氮质量浓度前酵期间增长较快,到后酵阶段则逐渐趋于平稳,且其相对含量与总酸质量浓度的变化有很大一致性。籼糯米酿造原酒的氨基酸态氮质量浓度最高,发酵结束时达 1.27 g/L,而其它 3 种发酵液中的质量浓度为 0.82~0.97 g/L,且粳糯米酿酒醪液的氨基酸态氮质量浓度并未表现出差异性。发酵后期氨基酸态

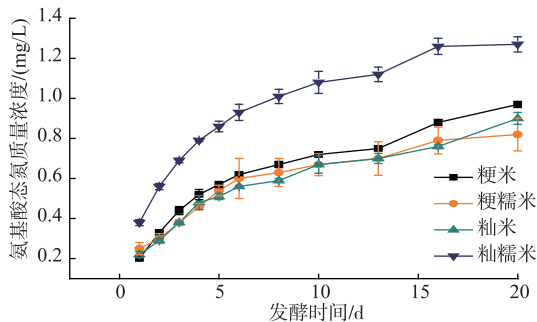


图 3 黄酒发酵过程中氨基酸态氮质量浓度的变化

Fig. 3 Changes of amino acid nitrogen content during fermentation of different rice varieties

氮质量浓度均呈现小幅的升高,赵梅等^[8]认为可能是发酵后期出现大量的菌体自溶,游离于发酵醪液中的菌体蛋白质受蛋白酶的作用,分解成肽和氨基酸,故氨基酸态氮质量浓度逐渐升高。

2.3 不同品种大米酿造黄酒发酵液中的游离氨基酸分析

不同品种大米酿造黄酒发酵液中常见游离氨基酸和 γ -氨基丁酸的质量浓度测定结果见表 1。

表 1 不同品种大米酿造发酵液的氨基酸质量浓度

Table 1 Content of amino acid in fermented broth of different rice varieties mg/L

氨基酸	粳米	粳糯米	籼米	籼糯米
甜味氨基酸				
丝氨酸	91.193	110.747	102.527	94.853
甘氨酸	133.120	143.783	150.410	133.343
苏氨酸	123.967	121.397	133.077	97.103
丙氨酸	234.040	309.637	297.967	251.613
脯氨酸	476.537	434.023	505.577	451.437
蛋氨酸	171.520	255.283	191.647	105.667
$\Sigma 1$	1 230.377	1 374.870	1 381.203	1 134.017
苦味氨基酸				
组氨酸	240.480	108.337	259.340	60.440
精氨酸	395.247	325.977	466.963	446.200
缬氨酸	156.033	193.697	182.837	144.760
异亮氨酸	76.643	280.550	91.137	277.567
亮氨酸	243.450	132.167	284.957	32.493
苯丙氨酸	335.280	336.440	366.860	303.787
赖氨酸	159.540	271.587	199.407	198.627
(色+鸟)氨酸	90.650	77.713	108.637	60.753
$\Sigma 2$	1 697.323	1 726.467	1 960.137	1 524.627
鲜味氨基酸				
天冬氨酸	84.630	99.573	102.543	93.107
谷氨酸	173.243	205.113	205.183	188.383
$\Sigma 3$	257.873	304.687	307.727	281.490
涩味氨基酸				
酪氨酸	187.153	233.547	209.273	120.803
$\Sigma 4$	187.153	233.547	209.273	120.803
其它氨基酸				
γ -氨基丁酸	89.487	188.160	87.827	129.203
$\Sigma 5$	89.487	188.160	87.827	129.203
Σ	3 462.213	3 827.730	3 946.167	3 190.140

氨基酸具有鲜、甜、苦、涩等多种味感,赋予了黄酒丰富的味觉层次,使黄酒具有鲜美、多滋多味的口感特征^[9]。对 4 种大米的黄酒发酵液中甜、苦、鲜、涩氨基酸的总质量浓度进行显著性分析发现,4 类氨基酸总质量浓度均存在显著性差异 ($p < 0.01$)。从表 2 可以看出,籼米发酵液的氨基酸总质量浓度最高,达 3 946 mg/L,且其甜味氨基酸和苦味氨基酸

也居于最高水平。可能原因是不同来源的大米淀粉结合蛋白质的含量相差很大,而籼米淀粉结合蛋白质的含量要比粳米和糯米淀粉大得多^[20]。粳糯米发酵液中的氨基酸总质量浓度次之,鲜味氨基酸和涩味氨基酸分别达到 304.687 mg/L 和 233.547 mg/L,远高于粳米和籼米酿造原酒中的质量浓度。王树英等人^[20]比较了中国黄酒与日本清酒中的氨基酸,分析氨基酸主要来自于原料及辅料中蛋白酶、肽酶的分解,其次是发酵后期酵母自溶后内容物析出使得氨基酸质量浓度增加。 γ -氨基丁酸(GABA)作为一种非蛋白质氨基酸,是黄酒中的重要生物活性成分,具有良好的抗氧化活性。粳糯米酿造原酒中 GABA 的质量浓度为 188.160 mg/L,远高于其它 3 种酿造原酒。需要指出的是,虽然发酵过程中籼糯米发酵醪液的氨基酸态氮质量浓度最高,但其氨基酸总量却是最低的。原因可能是不同氨基酸的相对分子质量有很大差异^[21],不同黄酒的氨基酸含氮量占氨基酸态氮的比例也不同。氨基酸含氮量占氨基酸态氮比例越高,反映出蛋白质的降解程度越大^[17]。

2.4 不同品种大米酿造黄酒中的挥发性风味物质分析

黄酒中的挥发性风味物质主要包括醇类、酯类、醛酮类以及酸类物质,其中醇类、酯类、醛类是黄酒香气的骨架成分,酸类是黄酒中的重要呈味物质^[23]。因此,作者对不同品种大米酿造原酒中的这几类挥发性物质进行测定分析,具体见表 2。

表 2 不同品种大米酿造发酵液的挥发性风味物质质量浓度
Table 2 Content of volatile flavor compounds in fermented broth of different rice varieties
mg/L

风味物质	粳米	粳糯米	籼米	籼糯米
醇类化合物				
异丁醇	66.367	68.569	47.928	63.732
正丁醇	2.587	2.229	2.038	1.907
异戊醇	113.023	116.185	109.597	81.405
正己醇	0.402	0.813	0.381	0.676
正庚醇	0.022	0.053	0.019	0.031
1-辛醇	0.011	0.028	0.008	0.016
β -苯乙醇	54.291	56.310	51.324	42.534
Σ 醇类	236.703	244.187	211.295	190.301
酯类化合物				
乙酸乙酯	64.628	66.112	61.894	76.598
丁酸乙酯	1.671	0.622	0.985	4.168
3-甲基丁酸乙酯	0.073	0.071	0.073	0.074
乙酸异戊酯	0.262	0.246	0.255	0.193

续表 2

风味物质	粳米	粳糯米	籼米	籼糯米
戊酸乙酯	0.025	0.042	0.024	0.029
己酸乙酯	0.343	0.497	0.317	0.304
乳酸乙酯	36.912	78.256	38.220	80.980
辛酸乙酯	0.128	0.118	0.120	0.024
γ -丁内酯	7.254	9.382	9.691	3.387
癸酸乙酯	0.131	0.064	0.113	0.047
苯甲酸乙酯	0.022	0.024	0.018	0.021
丁二酸二乙酯	3.285	3.115	3.265	3.260
苯乙酸乙酯	0.028	0.022	0.030	0.015
月桂酸乙酯	0.252	0.149	0.195	0.138
γ -壬内酯	0.290	0.704	0.249	0.773
肉桂酸乙酯	1.341	2.193	1.176	1.925
γ -癸内酯	-	-	-	-
十五酸乙酯	0.185	0.152	0.133	0.193
棕榈酸乙酯	0.046	0.036	0.046	0.013
Σ 酯类	116.876	161.805	116.804	172.142
酸类化合物				
正己酸	0.886	1.781	0.689	1.448
正辛酸	0.345	0.368	0.302	0.307
壬酸	0.039	0.109	0.037	0.072
庚酸	0.028	0.076	0.024	0.061
癸酸	0.126	0.128	0.106	0.111
Σ 酸类	1.424	2.462	1.158	1.999
酚类及其衍生物				
苯酚	0.136	0.216	0.104	0.232
4-乙基愈创木酚	0.005	0.008	0.004	0.015
丁香酚	0.014	0.017	0.023	0.021
4-乙基愈创木酚	0.178	0.150	0.169	0.116
2,4-二叔丁基苯酚	0.050	0.064	0.033	0.094
Σ 酚类	0.383	0.455	0.333	0.478
醛酮类化合物				
乙醛	0.956	1.138	1.003	1.034
异丁醛	0.121	0.109	0.094	0.186
异戊醛	0.109	0.411	0.263	0.714
苯甲醛	2.342	3.137	2.189	2.987
Σ 醛酮类	3.528	4.795	3.549	4.921
Σ	358.913 7	413.704 1	333.139 9	369.841

注:“-”表示未检测到。

对 4 种黄酒发酵液中的 41 种挥发性香气化合物进行了定量分析,其中包括 7 种醇类化合物、19 种酯类化合物、5 种酸类化合物、5 种酚类化合物和 5 种醛酮类化合物。由表 2 可以看出,除 γ -癸内酯外,不同香气物质在 4 种大米原料的酿造原酒中均有检出,但质量浓度上却有很大差别。粳糯米酿造原酒的挥发性风味物质的质量浓度最高,其次是籼糯米和粳米。

从定量分析的不同种类化合物质量浓度上看,醇类化合物和酯类化合物在 4 种黄酒发酵液中质

量浓度较为丰富。醇类化合物中异戊醇、异丁醇和 β -苯乙醇3种高级醇的总质量浓度均占到醇类化合物的98%以上。 β -苯乙醇(玫瑰花香、蜂蜜香)是黄酒中最高级的高级醇,其在黄酒中质量浓度为40~180 mg/L,是黄酒国标规定的黄酒品质鉴定指标之一。粳糯米的黄酒发酵液中 β -苯乙醇的质量浓度最高(达56.310 mg/L),这与陈双等^[24]的报道一致,可能原因是酿酒原料中的L-苯丙氨酸(L-phe)是Ehrlich途径中 β -苯乙醇生成的前体物质,而粳糯米原料中L-phe质量浓度较高,这也说明可以通过原料选择来调控高级醇的含量。

酯类化合物是发酵液中种类最多的一类挥发性风味组分,主要有乙酸乙酯、乳酸乙酯、 γ -丁内酯和丁二酸二乙酯,赋予黄酒浓郁的水果香和花香^[25]。酚类化合物中苯酚和4-乙炔基愈创木酚的质量浓度较高,它们是黄酒中重要的抗氧化活性成分;和其他化合物相比,虽然质量浓度比较低,但因其较低的香气阈值而成为黄酒中重要的呈香物质,赋予黄酒典型的烟香气、草药香及丁香的气味。原酒中的挥发性风味物质主要来自发酵,但酿造原料中含

有一些以前体形式存在的结合态香气物质可能会在发酵过程中释放出来,成为酿造产品风味的组成部分^[26],从而引起酒品质的差异性。

3 结 语

1) 黄酒发酵过程中4种大米发酵醪液的基本理化指标变化趋势一致。采用粳糯米进行酿酒时易糖化,发酵速度较快,产乙醇速率高,后酵结束时醪液乙醇体积分数达到18%,且残糖质量浓度相对较高。粳糯米发酵醪液的总酸、氨基酸态氮和pH在整个发酵过程中一直处于较高水平。

2) 发酵结束时不同品种大米原料黄酒发酵液中的氨基酸主要是甜味氨基酸和苦味氨基酸,甜、苦、鲜、涩氨基酸质量浓度均存在显著性差异($p < 0.01$)。粳糯米发酵液中的氨基酸质量浓度最高,其次是粳糯米。4种大米黄酒发酵液中定量分析的挥发性香气化合物在种类上相同,但质量浓度上也有很大差异。粳糯米的黄酒发酵液的挥发性风味物质的总质量浓度及醇类化合物质量浓度上有明显优势,而粳糯米酿造原酒的酯类化合物质量浓度最高。

参 考 文 献:

- [1] 周家骥. 黄酒生产工艺[M]. 北京:中国轻工业出版社,1996:19-54.
- [2] WANG Jianguo, WANG Luxiang. Discussion on the relationship between rice and rice wine brewing[J]. *China Brewing*, 2006, 162(9):60-63. (in Chinese)
- [3] HUANG Guidong, MAO Jian, JI Zhongwei, et al. Pattern recognition of Chinese rice wine from different rice varieties by DR-FTIR and SIMCA[J]. *Food Science*, 2013, 34(14):285-288. (in Chinese)
- [4] JI Zhongwei, HUANG Guidong, MAO Jian, et al. Effect of soaking time of rice on the quality of Chinese rice wine[J]. *Food & Machinery*, 2013, 29(1):49-52. (in Chinese)
- [5] JIANG Shiyun. Study on the effect of starch on the quality of glutinous rice wine[J]. *China Brewing*, 2003(3):23-25. (in Chinese)
- [6] MAO Qingzhong, CHEN Baoliang, LU Ruigang, et al. Study on the effect of different raw materials on the mechanical brew age of Xiangxue rice wine[J]. *Jiangsu Condiment and Subsidiary Food*, 2009, 23(5):29-25. (in Chinese)
- [7] MIZUMA T, FURUKAWA S, KIYOKAWA Y, WAKAI Y. Characteristics of low-amylose rice cultivars for sake brewing[J]. *Brew Soc Japan*, 2003, 98(4):293.
- [8] YANG Jianguo, LIN Yan, MA Yingying, et al. The brewing properties of several rice[J]. *Food Science and Technology*, 2015, 40(6):198-201. (in Chinese)
- [9] 陈双. 中国黄酒挥发性组分及香气特征研究[D]. 无锡:江南大学,2013.
- [10] 程科. 大米淀粉物化特性、分子结构及其相关性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2006.
- [11] OKUDA M, ARAMAKI I, KOSEKI T, et al. Structural characteristics, properties and in vitro digestibility of rice[J]. *Cereal Chem*, 2005, 82(4):361-368.
- [12] ZHU Weian, WU Qun, LI Jiming, et al. Isolation and analysis of bound aroma compounds in different raw brewing materials[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2015, 34(5):456-462. (in Chinese)
- [13] HUANG Yutong, SUN Zhimou, DU Lianxiang. Study on the viscosity of high density paste solution corn raw material[J]. *Food*

- and **Fermentation Industries**, 2001, 27(6):21-24. (in Chinese)
- [14] Qi Jun Wanga, Da-Wen Suna, b, Seok-Tae Jeongc, et al. Screening of rice cultivars for brewing high quality turbid rice wine[J]. **LWT-Food Science and Technology**, 2013, 56(1):145-152.
- [15] FU Jinqun. Analysis and brewing test of glutinous, japonica and indica rice [J]. **Liquor-making Science & Technology**, 1982 (2):6-9. (in Chinese)
- [16] MAO Qingzhong. The characteristics of Chinese rice wine mash[J]. **Shandong Food Ferment**, 2005, 139(4):34-39. (in Chinese)
- [17] 潘慧青. 黄酒中氨基酸态氮的来源及酿造工艺的影响[D]. 无锡:江南大学, 2015.
- [18] ZHAO Mei, LENG Yunwei, LI Peng. Process analysis of yellow rice wine fermentation and its key points control[J]. **Jiangsu Condiment and Subsidiary Food**, 2009, 26(5):30-34. (in Chinese)
- [19] LI Bobin, ZENG Jinhong, LIU Xingquan, et al. Study on quantitative relationships between amino acids and sensory taste of yellow rice wine[J]. **Liquor-Making Science & Technology**, 2010, 196(10):23-25. (in Chinese)
- [20] GU Zhengbiao, LI Zhaofeng, HONG Yan, et al. Structure, composition and application of rice starch[J]. **Chinese Cereals and Oils Association**, 2004, 19(2):21-27. (in Chinese)
- [21] WANG Shuying, XU yan. Genetic research and analysis of amino acid composition of Chinese yellow wine and sake[J]. **Brewing**, 1997(6):10-11. (in Chinese)
- [22] CHEN Jingxian. The relative factors of the content of amino acid nitrogen in yellow rice wine[J]. **Food and Fermentation Industries**, 1992(2):83-88. (in Chinese)
- [23] 郭翔. 黄酒风味物质分析与控制的研究[D]. 无锡:江南大学, 2004.
- [24] CHEN Shuang, LUO Tao, XU Yan, et al. Effects of yeast strains and raw materials on β -phenyl ethanol production in Chinese rice wines[J]. **China Brewing**, 2009, 205(4):23-26. (in Chinese)
- [25] LUO Tao, FAN Wenlai, XU Yan, et al. Aroma components in Chinese rice wines from different regions[J]. **China Brewing**, 2009 (2):14-19. (in Chinese)

会议消息

会议名称:第五届食品与农业工程国际会议(ICFAE 2019)

会议时间:2019-05-27 至 2019-05-29 会议地点:印度尼西亚的巴厘岛

主办单位:ICFAE 2019 联系人:蔺女士 电话:+86-28-86528465

Email:icfae@cbes.net 官方网址:http://www.icfae.org/

会议亮点:

择优发表的文章能被 Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Engineering & Technology Digital Library, Crossref 以及其它数据库检索。来自美国的顶级教授受邀参加会议并将为会议呈现学术前沿的大会报告和研究成果。他是来自美国肯塔基大学的 Youling L. Xiong 教授。2019年5月29日在印度尼西亚的巴厘岛进行为期一日的观光。

会议文章出版:

ICFAE 2019 录用的文章能发表在国际期刊 JOAAT 并被 Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Engineering & Technology Digital Library, Crossref 等数据库检索, 或者是能发表在国际期刊 IJFE 上并被 Engineering & Technology Digital Library and indexed by WorldCat, Google Scholar, Cross ref 等数据库检索。