

麦曲添加量对黄酒酿造及其风味的影响

Effect of addition of wheat koji on brewing and flavor of yellow rice wine

张晶^{1,2} 刘双平^{1,2} 周志磊^{1,2} 毛健^{1,2}

ZHANG Jing^{1,2} LIU Shuang-ping^{1,2} ZHOU Zhi-lei^{1,2} MAO Jian^{1,2}

(1. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122;

2. 粮食发酵工艺与技术国家工程实验室, 江苏 无锡 214122)

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:通过在黄酒发酵中添加不同比例的麦曲,研究了麦曲添加量对黄酒发酵过程中理化指标、有机酸、游离氨基酸和挥发性风味物质的影响,并与添加酶制剂的黄酒发酵试验进行了对比。试验结果表明,麦曲的添加量对总酸、氨基酸态氮、有机酸、游离氨基酸和挥发性风味物质的含量影响明显,对 pH 和还原糖的影响不大;酶制剂发酵样品中的氨基酸态氮、酒精度、有机酸、游离氨基酸和挥发性风味物质的含量显著低于麦曲发酵样品,且样品中有 64.04 g/L 的还原糖未转化。说明酶制剂不能替代麦曲在黄酒发酵中的作用,在实际生产中可以根据麦曲的添加量来调控黄酒风味。

关键词:麦曲;挥发性风味;GC-MS;理化指标

Abstract: The effect of different amount of wheat koji on conventional physical and chemical parameters, organic acid, free amino acid and volatile composition during yellow rice wine fermentation were studied, and experiment of fermentation was compared with enzyme preparations. The result indicated the amount of wheat koji had significant influence on total acid, amino acid nitrogen, organic acid, free amino acid compounds and volatile flavor compounds, with less influences on pH value and reducing sugar con-

tent. The contents of amino acid nitrogen, alcohol, organic acid, free amino acid and volatile flavor compounds in the enzyme fermentation samples were found significantly lower than those in the wheat koji fermented samples, and 64.04 g/L of reducing sugar in the sample was not converted. This showed that enzyme preparation could not replace the role of wheat koji in yellow rice wine fermentation, and the flavor of yellow rice wine could be regulated according to the amount of wheat koji added in actual production. Our results should provide theoretical support for the role of wheat koji in yellow rice wine brewing.

Keywords: wheat qu; volatile flavor; GC-MS; physical and chemical parameters.

传统黄酒酿造是以糯米、麦曲等为原料,经酵母、细菌、霉菌等微生物共同作用酿造而成的发酵原酒。“以麦制曲,用曲酿酒”是中国黄酒的特色,麦曲在黄酒酿造过程中至关重要,可作为黄酒酿造的糖化、发酵和生香剂,被称为“酒之骨”^[1-2]。麦曲是在破碎的小麦粒上培养繁殖微生物而制成的黄酒生产用糖化剂和发酵剂^[3]。它可以为黄酒酿造提供丰富的酶类,如淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶等,这些酶类可以分解原料中的淀粉、蛋白质、脂肪等高分子物质;而在制曲过程中形成的各种代谢产物,以及由这些代谢产物相互作用产生的色泽、香味等,则可以赋予黄酒酒体独特的风格^[4-5]。

近年来,酶制剂因其高效能在发酵工业中得到了广泛的应用^[6]。应用于黄酒酿造中的酶制剂主要有糖化酶、酸性蛋白酶、耐高温 α -淀粉酶等^[7]。目前中国对于酶制剂的应用主要集中在添加酶制剂辅助麦曲,提高发酵原料利用率和降低出糟,以及酶制剂对黄酒风味的影响方面,而酶制剂对黄酒发酵过程的影响等相关报道尚无。

试验拟通过添加不同比例的麦曲或商业酶制剂进行传统黄酒发酵,跟踪测定黄酒发酵过程中理化指标的变

基金项目: 国家重点研发计划(编号:2018YFD0400401; 2017YFD0400103);国家自然科学基金面上项目(编号:31771968,31571823);国家自然科学基金青年项目(编号:31701593);中央高校基本科研业务费专项资金资助(编号:2050205);2019江苏省科协青年科技人才托举工程(编号:2019-82);国家轻工技术与工程一流学科自主课题(编号:LITE2018-13);江苏省自然科学基金(编号:BK20171405);江苏省研究生科研与实践创新计划项目(编号:KYCX18_1770)

作者简介:张晶,女,江南大学在读博士研究生。

通信作者:毛健(1970—),男,江南大学教授,博士。

E-mail: maojian@jiangnan.edu.cn

收稿日期:2020-03-14

化,并利用高效液相色谱(HPLC)和气质联用(GC-MS)技术分析不同发酵黄酒的主要风味物质组成,探究麦曲添加量对黄酒发酵过程的影响规律。以期进一步认识麦曲在黄酒酿造中的作用,为黄酒的实际生产提供指导。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

麦曲和酿酒酵母:浙江省绍兴市黄酒厂;

糯米:无锡粮油中心批发市场;

3,5-二硝基水杨酸、NaOH、酒石酸钾钠、苯酚、亚硫酸钠等:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

2-辛醇、甲醇、乙腈、氨基酸和有机酸等标品:色谱纯,安谱实验科技股份有限公司;

酶制剂(糖化酶): 1×10^5 U/mL,上海阿拉丁生化科技股份有限公司。

1.2 仪器与设备

高效液相色谱系统:Waters e2695型,美国Waters科技有限公司;

萃取头:50/30 μ m DVB/CAR/PDMS型,美国Supelco公司;

气相色谱质谱联用仪:Thermo Fisher TRACE 1300型,美国Thermo Fisher科技公司;

水浴恒温振荡器:DSHZ-300A型,太仓市强乐实验设备有限公司;

全自动立式蒸汽灭菌器:CT88A型,驰通仪器(上海)有限公司;

pH计:FE28型,瑞士Mettler Toledo公司;

紫外可见分光光度计:UV-1800型,上海美谱达仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 传统黄酒发酵 参照绍兴某酒厂黄酒发酵工艺,在其他条件不变的情况下,采用单因素试验,发酵投料时控制麦曲添加量分别为5%,8%,12%,16%(以麦曲占原料米的比例计),研究麦曲添加量对黄酒发酵过程及风味的影响,各样品分别命名为5% WQ、8% WQ、12% WQ和16% WQ;试验中同时采用商业酶制剂(糖化酶,该发酵样品命名为0% WQ+Enzyme)代替麦曲进行发酵,并与传统酿造工艺发酵结果进行对比。

分别在发酵时间为1,2,3,4,7,10,14,23 d时取样,检测发酵液的理化指标、游离氨基酸、有机酸和挥发性风味物质含量。

1.3.2 理化指标的测定

(1) 总酸、pH、酒精度、氨基酸态氮:按 GB/T 13662—2018 执行。

(2) 还原糖:采用-3,5-二硝基水杨酸(DNS)比色法^[8]。

1.3.3 有机酸和游离氨基酸含量的测定

(1) 黄酒发酵醪中有机酸含量:采用 HPLC 法^[9]。

(2) 游离氨基酸:按 GB/T 13662—2018 执行。

1.3.4 挥发性风味物质的测定

(1) 挥发性风味物质:采用顶空固相微萃取(HS-SPME)结合 GC-MS 的方法测定发酵样品中的挥发性风味物质含量,测定方法参考文献^[10]。

(2) 样品前处理:取 1.5 mL 发酵液,加入 4.5 mL 去离子水,2.5 g 氯化钠以及 10 μ L 内标溶液(2-辛醇,101.8 mg/L),于 50 $^{\circ}$ C 下使用 50/30 μ m DVB-CAR-PDMS 固相微萃取头平衡吸附 50 min,270 $^{\circ}$ C 解吸 6 min,用于 GC-MS 测定。

(3) 物质定性和定量分析:采用 NIST 质谱数据库检索结合标准物质进行定性分析,有标样的物质采用标准曲线定量,没有标样的物质以内标面积为参照进行半定量。

1.4 数据统计

采用 Microsoft Office Excel 2016、SPSS statistics 22.0、GraphPad Prism 8.0 软件进行数据处理分析。所有试验均重复 3 次,结果采用(平均值 \pm 标准差)表示。

2 结果与分析

2.1 黄酒发酵过程中理化指标的变化

2.1.1 麦曲添加量对黄酒发酵过程中酒精度的影响 如图 1 所示,发酵前期(0~4 d),酒精度与麦曲的添加量呈正相关,即麦曲添加量越多,其产酒精的速率越快;发酵后期(4~23 d),不同样品的酒精度呈缓慢上升趋势,至发酵结束除样品 0% WQ+Enzyme 酒精度只有 12.5% vol 外,其余样品的酒精度均达到较高水平。其中,样品 5% WQ 的酒精度最高,达 18.8% vol,而添加麦曲最多的样品 16% WQ 的酒精度最低为 17.1% vol。发酵前期,麦曲添加量越多的样品的起始发酵速度更快,可能是由于麦曲中有大量的微生物和酶,而麦曲添加量多的样品发

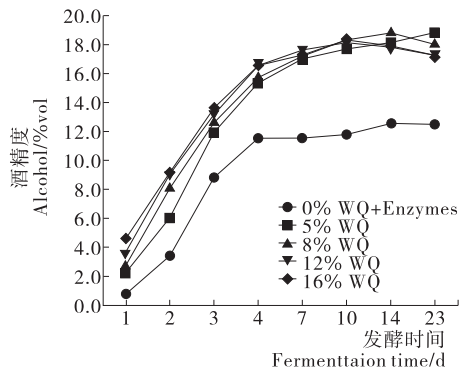


图 1 黄酒发酵过程中酒精度的变化

Figure 1 Changes in alcohol content during huangjiu fermentation

酵液中的糖化酶含量也较多,可以更快地将原料中的淀粉分解为可发酵糖;同时大量的微生物快速繁殖后,能够分泌更多的糖化酶;但发酵后期,由于微生物更多,其较多的糖类用于微生物的生长代谢,而麦曲添加量少的样品的微生物生长消耗的糖类也较少,更多的糖可用于酒精的转化。而添加商业酶制剂的样品(0% WQ + Enzyme),可能由于缺少由麦曲带入的部分微生物,其发酵速度慢,酒精度低。

2.1.2 麦曲添加量对黄酒发酵过程中还原糖的影响 如图 2 所示,随发酵的进行,样品中的还原糖含量快速降低,前发酵结束(4 d)时添加麦曲的样品的还原糖含量均降至 40 g/L 以下,发酵结束(23 d)时样品 5% WQ、8% WQ、12% WQ 和 16% WQ 中的还原糖分别降至 1.64, 1.46, 1.31, 1.68 g/L,已基本消耗殆尽。而样品 0% WQ + Enzyme 中的还原糖含量在发酵前期先上升后下降,但一直保持在 150 g/L 以上,说明添加的糖化酶充分发挥了糖化作用,但是酿酒酵母将糖转化为酒精的转化速率较慢,发酵结束时样品中仍有 64.04 g/L 的还原糖未完成转化。这可能由于商业酶制剂糖化效率较高,快速糖化产生了大量的还原糖,过高的糖浓度抑制了酵母的生长和代谢而导致。因此,麦曲在黄酒发酵中不仅作为糖化剂,还可以促进酵母的生长代谢^[11]。

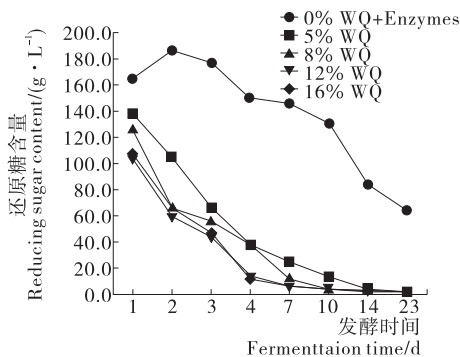


图 2 黄酒发酵过程中还原糖含量的变化

Figure 2 Changes in reducing sugar content during Huangjiu fermentation

2.1.3 麦曲添加量对黄酒发酵过程中氨基酸态氮的影响

如图 3 所示,添加麦曲的样品中的氨基酸态氮呈动态上升的趋势,发酵结束(23 d)时各样品的含量为 0.26~0.44 g/L,均符合 GB/T 13662—2018《黄酒》标准。氨基酸态氮在发酵过程中呈动态变化,产生这一现象的原因可能是:蛋白酶不断的水解原料中的蛋白质产生低分子肽和氨基酸等,使氨基酸态氮的含量上升,同时酵母、霉菌等微生物又将这些肽类和氨基酸作为营养物质而消耗掉,使得样品中氨基酸态氮的含量下降,发酵后期在酒精等因素作用下酵母等微生物发生自溶,内容物析出,使得氨基酸态氮的含量再次增加。氨基酸态氮的含量与麦曲的

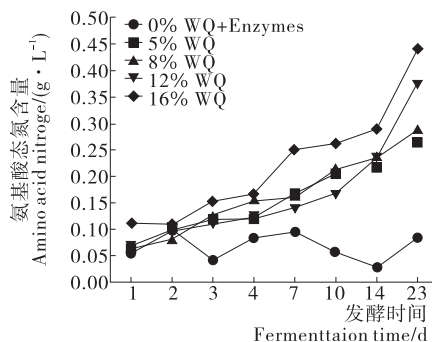


图 3 黄酒发酵过程中氨基酸态氮含量的变化

Figure 3 Changes in amino acid nitrogen content during Huangjiu fermentation

添加量呈正相关,可能有两个原因:① 麦曲中富含蛋白酶,麦曲添加量越多,蛋白酶含量也越多,水解原料中的蛋白产生的氨基酸也就越多;② 小麦中的蛋白含量高于酿酒糯米中的蛋白含量^[12],添加越多的麦曲,也相当于添加了较多的蛋白质。样品 0% WQ + Enzyme 中氨基酸态氮的含量一直在较低水平,发酵结束时发酵醪中的氨基酸态含量仅为 0.08 g/L。这可能是由于发酵醪中缺少蛋白酶,无法将原料中的氨基酸释放出来。

2.1.4 麦曲添加量对黄酒发酵过程中 pH 和总酸的影响

如图 4(a)所示,发酵过程中样品的 pH 处于波动状态,发酵结束时各样品的 pH 值在 3.96~4.35,符合 GB/T 13662—2018《黄酒》标准。如图 4(b)所示,随发酵的进行,样品中总酸含量呈先快速上升,然后波动变化的状态。发酵结束时添加麦曲发酵样品的总酸含量为 4.52~5.84 g/L,符合 GB/T 13662—2018《黄酒》标准;而样品 0% WQ + Enzyme 中的有机酸含量较低,仅为 3.32 g/L。发酵初期,麦曲添加量越多样品的总酸含量增加越快,且增速明显高于样品 0% WQ + Enzyme;发酵结束样品中总酸含量与麦曲添加量呈正相关。推测可能是因为麦曲添加量越多的样品带入了越多的微生物,尤其是产酸的细菌等,这些微生物随发酵的进行大量繁殖,代谢产生较多的酸^[13-14]。样品 0% WQ + Enzyme 发酵结束的总酸含量为 3.32 g/L,是发酵初期(1 d)的 1.5 倍,可能是因为该样品以酵母菌为优势菌,其代谢产生的酸类物质较少的原因。

2.2 麦曲添加量对黄酒风味的影响

2.2.1 有机酸 有机酸不仅是黄酒中重要的呈香、呈味物质,还是许多重要风味物质的前体。它可以降低黄酒的甜度,缓冲、协调其他香味成分,增强黄酒的醇厚感,延长回味时间^[15]。黄酒中的有机酸主要是由发酵过程中微生物代谢产生,也有部分来自于原料带入或勾兑调酸等。有机酸含量少使得酒味单调、寡淡,短口,而有机酸含量过高使得酒味酸、刺舌,粗糙,只有有机酸的含量适当才

能使黄酒清爽利口,醇滑绵柔^[16]。如图5所示,黄酒中有有机酸含量随麦曲添加量的增加而显著增加,其中乳酸、苹果酸、酒石酸和乙酸的含量增加最为明显。麦曲添加量为16%的样品的有机酸总量分别是麦曲添加量为5%,8%,12%的样品的1.85,1.37和1.19倍,是添加复

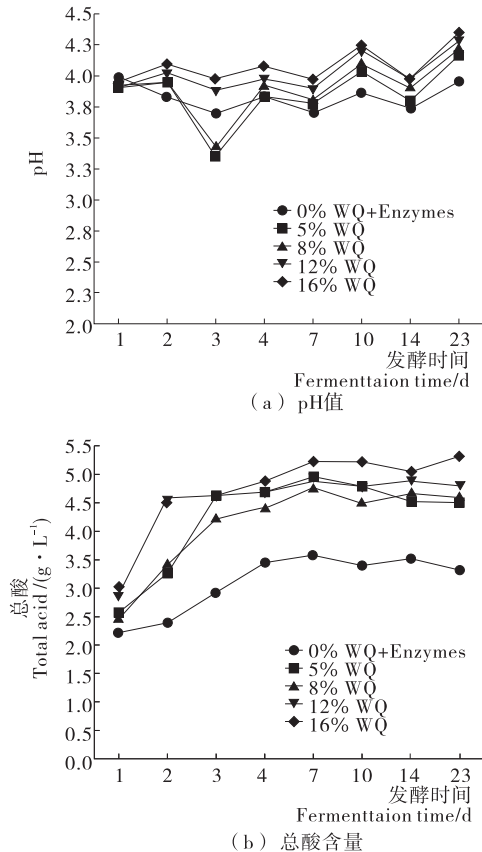


图4 黄酒发酵过程中pH值和总酸含量的变化

Figure 4 Changes in pH and total acid content during Huangjiu fermentation

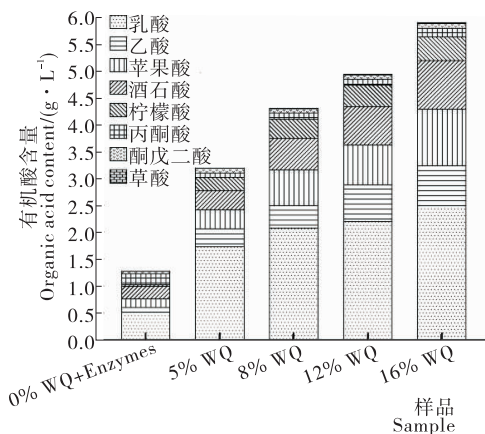


图5 不同麦曲添加量下黄酒中的有机酸含量

Figure 5 Contents of organic acid in Huangjiu brewed with different quantity of wheat qu

合酶(0% WQ+Enzyme)样品的4.57倍。而样品0% WQ+Enzyme中有机酸含量只有1285.87 mg/L,显著低于其他样品。说明黄酒中的有机酸主要是由麦曲带入的其他微生物如霉菌和细菌等代谢产生,而麦曲添加量越多的发酵样品中微生物丰度越高,由微生物代谢产生的酸也就越多。可见麦曲的添加对黄酒中有机酸的影响很大,会影响黄酒风味。

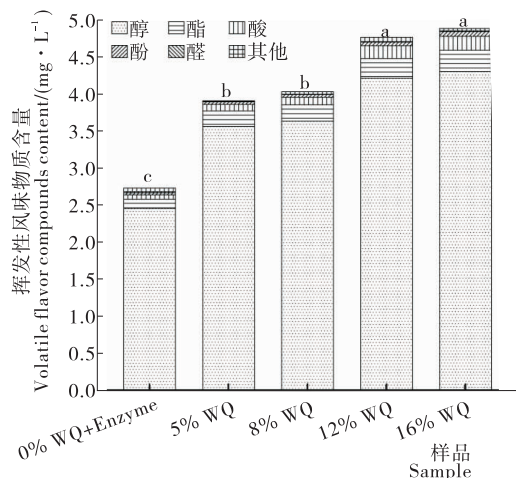
2.2.2 游离氨基酸 氨基酸是黄酒中重要的风味物质,不同的氨基酸可以呈现出不同的味道,如甜味、涩味、鲜味和苦味等。氨基酸可以赋予黄酒较高的营养保健功能和诱人的醇香,是黄酒色泽的重要来源,还可以为发酵中微生物的生长繁殖提供丰富的氮源^[17]。由表1可以看出,不同发酵样品中游离氨基酸的总量与麦曲添加量呈正相关,与氨基酸态氮的测定结果一致。不同氨基酸的增加量区别较大,其中丝氨酸、天冬氨酸和半胱氨酸的含量提高较明显,样品16% WQ中的含量比样品5% WQ的分别提高了191.26%,178.99%,156.48%,而精氨酸、赖氨酸和苯丙氨酸的含量提高较少,分别为77.82%,72.97%,65.81%。这可能与黄酒的酿造原料中蛋白质的组成有关,蛋白质本身含有的氨基酸的含量和种类决定了其水解后黄酒中氨基酸的种类和数量。麦曲的添加既可以提供更多的蛋白质,同时麦曲中的蛋白酶也使得原料中蛋白质水解更为彻底。麦曲添加量为16%的样品中游离氨基酸总量为3537.02 mg/L,是样品0% WQ+Enzyme的12.72倍,故麦曲的添加对氨基酸的含量影响显著,会影响黄酒的风味。

2.2.3 挥发性风味物质 黄酒所具有的独特香气,不是指某单一化合物的香气,而是由醇类、酯类、酸类、醛类、酚类和羰基化合物等多种成分所构成的,这些风味物质虽然含量低,但是呈香效果显著^[18-20]。由图6可知,样品16% WQ的挥发性化合物含量最高,达4.83 mg/L,分别是样品12% WQ、8% WQ、5% WQ和0% WQ+Enzyme的1.02,1.20,1.24,1.77倍。由此可见,麦曲添加量对黄酒中挥发性风味物质的含量影响显著,其总量与麦曲添加量呈正相关。其中样品16% WQ和12% WQ,样品8% WQ和5% WQ的挥发性风味物质的总量无显著性差异,这一结果可以用于指导实际生产中减少麦曲添加量,降低生产成本。所有样品风味物质均以醇类、酯类和酸类为主。其中,酸类、酯类、醇类和酚类物质含量随麦曲添加量的增加上升明显,而醛类物质含量变化不大。醇类物质可以直接通过糖发酵或氨基酸代谢产生,因此其含量与发酵液中的可发酵糖和氨基酸含量有很大关系,而麦曲添加量越多的样品中氨基酸含量越多,因此麦曲的添加有利于醇类物质的合成。醇类和酸类含量的增多,也会促进酯类物质的合成。麦曲中复杂的微生物菌群,尤其是产酸菌的作用,有助于酸类物质的产生,这一

表 1 不同麦曲添加量酿造黄酒的 17 种游离氨基酸含量

Table 1 Contents of 17 free amino acids in huangjiu brewed with different quantity of wheat qu mg/L

样品	天冬氨酸	谷氨酸	丝氨酸	组氨酸	甘氨酸	苏氨酸
0% WQ+Enzyme	21.32±0.30	37.14±0.44	4.79±0.11	2.14±0.00	5.20±0.00	10.64±0.31
5% WQ	63.88±1.02	159.72±1.69	33.87±0.53	46.29±1.63	53.18±0.92	60.96±2.73
8% WQ	102.57±21.3	207.56±15.46	52.19±8.02	71.20±5.83	78.61±10.76	85.05±7.28
12% WQ	136.60±5.67	247.41±1.32	70.13±3.33	83.93±1.45	93.94±2.98	103.85±3.64
16% WQ	178.22±2.95	305.23±9.15	98.65±2.08	104.32±2.78	122.94±4.35	127.65±3.34
样品	精氨酸	丙氨酸	酪氨酸	半胱氨酸	缬氨酸	甲硫氨酸
0% WQ+Enzyme	34.04±3.10	18.29±0.29	23.09±0.19	0.64±0.03	11.13±0.15	11.88±0.12
5% WQ	315.46±3.32	126.21±0.94	133.74±1.67	4.78±0.17	92.42±0.79	33.58±0.98
8% WQ	406.64±54.67	177.70±14.42	170.54±20.32	6.02±1.21	120.00±20.64	46.16±2.81
12% WQ	457.73±3.36	234.54±4.06	194.45±3.76	8.27±0.87	141.70±3.05	62.27±0.43
16% WQ	560.96±28.28	301.21±3.11	257.32±6.98	12.26±0.63	192.61±10.62	78.10±2.28
样品	苯丙氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	脯氨酸	总量
0% WQ+Enzyme	31.88±1.28	7.11±0.10	28.28±0.59	15.41±1.97	15.54±4.59	278.01±6.43
5% WQ	158.81±1.61	69.81±0.09	161.40±0.34	122.14±0.70	106.47±3.11	1 742.74±13.08
8% WQ	190.35±27.30	88.09±14.51	210.34±29.67	161.82±13.95	143.42±31.53	2 318.27±299.70
12% WQ	210.47±2.14	100.91±1.33	253.85±4.11	189.29±2.37	205.40±6.50	2 794.72±36.65
16% WQ	263.33±11.47	130.45±5.99	328.7±11.49	211.27±1.50	263.79±2.75	3 537.02±109.76



字母不同表示差异显著(P<0.05)

图 6 不同麦曲添加量酿造黄酒中的挥发性风味物质含量

Figure 6 Contents of volatile flavor compounds in huangjiu brewed with different quantity of wheat qu

结果在总酸和有机酸指标的测定中也得到了验证。酚类物质主要有愈创木酚、苯酚和 4-乙基愈创木酚等,其含量偏低,有研究^[21]表明黄酒中的酚类物质主要来源于麦曲,因此,麦曲的添加可以提高黄酒中酚类物质含量。样品 0% WQ+Enzyme 中的挥发性风味物质种类少,且含量低,可能有 3 个原因:① 缺少麦曲来源的微生物的生长

代谢产生的风味物质;② 麦曲本身可以提供少量的风味物质;③ 麦曲作为原料,可以为风味物质合成提供前体物质。

3 结论

研究通过添加不同比例的麦曲或商业酶制剂进行传统黄酒发酵,跟踪测定了黄酒发酵过程中理化指标的变化,并利用高效液相色谱(HPLC)和气质联用(GC-MS)技术分析了不同发酵黄酒的主要风味物质组成。试验结果发现,麦曲的添加量与总酸、氨基酸态氮、有机酸、游离氨基酸和挥发性风味物质含量呈正相关,但对 pH 值和还原糖含量的影响不大。对酶制剂发酵和麦曲发酵样品进行对比分析,发现酶制剂发酵样品中的氨基酸态氮、酒精度、有机酸、游离氨基酸和挥发性风味物质的含量显著低于麦曲发酵样品的,且发酵结束样品中还原糖含量较高,样品未发酵完全。表明麦曲对于黄酒的酿造和风味更为有利。麦曲的用量和质量直接影响到黄酒的质量和产量,而且对黄酒的风味有重要作用。研究主要着重于分析麦曲添加量对黄酒发酵过程和风味的影响,后续可以进一步研究麦曲中酶活力、微生物和风味等因素对黄酒质量的影响。

参考文献

[1] 陈亮亮, 余培斌, 谢广发, 等. 黄酒熟麦曲混菌制曲工艺研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(11): 140-145.
 [2] 薛景波. 黄酒接种生麦曲微生物群落结构及分离培养微生物

- 的产酶、产香性质分析[D]. 无锡: 江南大学, 2016: 1-3.
- [3] JI Zhong-wei, JIN Jian-shun, YU Guan-song, et al. Characteristic of filamentous fungal diversity and dynamics associated with wheat Qu and the traditional fermentation of Chinese rice wine[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2018, 53(7): 1 611-1 621.
- [4] LIU Shuang-ping, CHEN Qing-liu, ZOU Hui-jun, et al. A metagenomic analysis of the relationship between microorganisms and flavor development in Shaoxing mechanized huangjiu fermentation mashers [J]. International Journal of Food Microbiology, 2019, 303: 9-18.
- [5] MO Xin-liang, XU Yan, FAN Wen-lai. Characterization of aroma compounds in Chinese rice wine Qu by solvent-assisted flavor evaporation and headspace solid-phase microextraction [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(4): 2 462-2 469.
- [6] 唐取来. 米香型白酒新工艺的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2016: 6-8.
- [7] 刘珊. 霉菌种类、酶制剂和黄酒糟酶解物对黄酒发酵影响的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019: 2-3.
- [8] 张学英, 黄忠意, 章发盛, 等. 两种检测还原糖方法的比较[J]. 食品与机械, 2017, 33(2): 66-69.
- [9] 闫建康, 张桂蓉, 梁丽娟, 等. 高效液相色谱在酒精发酵醪液检测中的应用[J]. 宜春学院学报, 2019, 41(6): 32-33.
- [10] 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: 41-42.
- [11] CHEN Shuang, XU Yan. Effect of 'wheat Qu' on the fermentation processes and volatile flavour-active compounds of Chinese rice wine (Huangjiu)[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2013, 119(1/2): 71-77.
- [12] 信春晖, 许玲, 于盼盼, 等. 浅述粮谷原料在白酒酿造中的作用[J]. 酿酒, 2016, 43(5): 44-48.
- [13] 张凤杰, 褚小米, 薛洁, 等. 黄酒酿造过程中细菌群落组成及发酵特性研究[J]. 酿酒科技, 2013(12): 32-35.
- [14] 吴宗文, 孙军勇, 吴殿辉, 等. 绍兴黄酒发酵过程中有机酸及产酸细菌的初步研究[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(5): 12-18.
- [15] XU Jia-liang, WU Hui-jun, WANG Zhi-wei, et al. Microbial dynamics and metabolite changes in Chinese rice wine fermentation from sorghum with different tannin content[J]. Scientific Reports, 2018, 8(1): 4 639.
- [16] 晋湘宜, 朱正军, 万端极, 等. 房县传统型、浓汁型、清爽型黄酒中有机酸的分析研究[J]. 酿酒, 2018, 45(2): 64-67.
- [17] YANG Yi-jin, XIA Yong-jun, WANG Guang-qiang, et al. Effects of boiling, ultra-high temperature and high hydrostatic pressure on free amino acids, flavor characteristics and sensory profiles in Chinese rice wine[J]. Food Chemistry, 2019, 275(1): 407-416.
- [18] 罗涛. 清爽型黄酒香气特征及麦曲对其香气的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2008: 36-38.
- [19] HUANG Zi-ru, HONG Jia-li, XU Jia-xin, et al. Exploring core functional microbiota responsible for the production of volatile flavour during the traditional brewing of Wuyi Hong Qu glutinous rice wine[J]. Food Microbiology, 2018, 76: 487-496.
- [20] CHEN Shuang, XU Yan, QIAN Michael-C. Comparison of the aromatic profile of traditional and modern types of Huang Jiu (Chinese rice wine) by aroma extract dilution analysis and chemical analysis [J]. Flavour and Fragrance Journal, 2018, 33(3): 263-271.
- [21] MO Xin-liang, XU Yan. Ferulic acid release and 4-vinylguaiacol formation during chinese rice wine brewing and fermentation[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2010, 116(3): 304-311.

信息窗

韩国发布双酚类、对羟基苯甲酸酯类、邻苯二甲酸酯类等的风险评估结果

4月9日, 韩国食品药品安全部(MFDS)表示: 韩国食品药品安全评估院对在日常生活中通过多种途径暴露于人体的3种双酚类(BPA、BPF、BPS)、4种对羟基苯甲酸酯类(羟苯甲酯、羟苯乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯)、7种邻苯二甲酸酯类(DEHP、DBP、BBP、DEP、DNOP、DIDP、DINP)共14种化学物质进行了综合风险评估, 结果显示韩国国民体内的总暴露量没有达到危害人体健康的程度。

本次的评估对象优先选择了: ① 作为罐头内部涂层剂原料使用的双酚类, ② 作为塑料塑化剂使用的邻

苯二甲酸酯类, ③ 作为食品、化妆品等的防腐剂使用的对羟基苯甲酸酯类等14种化学物质。

在所有年龄段人群中的人体总暴露量调查结果显示: 3种双酚类为0.01~0.05 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{d} \cdot \text{BW})$, 7种邻苯二甲酸酯类为14.23~27.23 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{d} \cdot \text{BW})$, 4种对羟基苯甲酸酯类为11.7~23.2 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{d} \cdot \text{BW})$ 。

总暴露量与人体暴露安全标准相比: 双酚类为0.05%~0.25%, 邻苯二甲酸酯类为2.3%~8.5%, 对羟基苯甲酸酯类0.12%~0.23%, 均在安全范围内。

(来源: <http://news.foodmate.net>)