

苦荞摊饭法甜型黄酒发酵工艺研究

Research on fermentation technology for buckwheat sweet rice wine by Tan-fan method

万萍 刘红 唐玲 龙建兵 彭镰心

WAN Ping LIU Hong TANG Ling LONG Jian-bing PENG Lian-xin

(成都大学生物产业学院, 成都 四川 610106)

(College of Biotechnology, Chengdu University, Chengdu, Sichuan 610106, China)

摘要:以苦荞米和糯米(1:1)为原料,通过单因素及正交试验,得出苦荞摊饭法甜型黄酒的最佳发酵工艺为:酒药用量 0.4%,麦曲用量 5%,投酒酒度 45%vol,投酒量与原料量之比为 1:1(V:m),发酵温度 30℃,主发酵时间 11 d。该条件下酿造的苦荞甜型酒,经贮存后口味绵软、润滑,色泽黄色、清亮透明、富有光泽,醇香浓郁,具有苦荞甜型黄酒的独特风格。

关键词:苦荞米;甜型黄酒;摊饭法;发酵工艺

Abstract: With buckwheat rice and glutinous rice(1:1) as raw material, and the optimum were determined through single factor test and orthogonal test fermentation technology for buckwheat sweet rice wine by tan-fan method as follow: the use level of jiu-yao was 0.4%; the use level of the wheat starter was 5%; the add liquor alcohol content 45%vol, the use level of liquor; the raw material for 1:1(V:m), fermentation temperature 30℃, the primary fermentation time 11 d. Under the above condition, the produced buckwheat sweet rice wine, after storage had mellow taste and lubrication and special styles and it was yellow in color and clear and transparent.

Keywords: buckwheat; sweet rice wine; tan-fan method; fermentation technology

苦荞麦是世界稀有粮食物种之一,集多种营养素于一身,营养保健价值和食疗功效皆很高,是中国药食同源文化的典型体现。苦荞被誉为“五谷之王”和三降(降血压、降血糖、降血脂)食品^[1],它含有多种氨基酸、矿物元素、微量元素、维生素、酚类化合物、D-手性肌醇以及其它谷物不含有的

叶绿素和生物黄酮,具有延缓衰老、开胃健脾、抗癌之功能^[2];且由于种植地独特的地理条件和高寒气温因素,而成为一种无污染、纯天然的绿色食品。苦荞用于酿造黄酒,保留了荞麦部分固有的营养成分,其营养价值可与传统的谷物原料(糯米)黄酒媲美^[3]。

糯米含有蛋白质、脂肪、糖类、钙、磷、铁、维生素 B 及淀粉等,为温补强壮品,是酿造黄酒的理想原料。经过酿制,糯米的营养成分更易于人体吸收,是中老年人、孕产妇和身体虚弱者补气养血之佳品^[4]。

黄酒是一种低度的酿造酒,营养丰富。有学者^[5]认为黄酒是世界上最营养健身的酒,应被称为“液体蛋糕”。黄酒历史悠久、品种繁多,其中的甜型黄酒深受广大消费者的喜爱。甜型黄酒的酿造一般采用淋饭法,但随着机械化黄酒生产的大量应用,用传统淋饭法酿制甜型黄酒不适宜于机械化生产,因此,采用摊饭法生产甜型黄酒成为必然趋势^[6]。

本研究以营养价值高而全的苦荞米和糯米为原料,采用纯麦曲为糖化发酵剂,应用摊饭法生产一种新型苦荞甜型黄酒,并通过单因素及正交试验对其发酵工艺进行优化。以为苦荞和糯米为原料的摊饭法甜型黄酒的机械化生产提供前提条件和理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

糯米、增香熟麦曲、黄酒酒药:市售;
苦荞米:米荞一号,四川强劲奥林食品饮料有限公司;
芦丁标准品:成都普菲德生物技术有限公司。

1.1.2 仪器

电子天平:LD 型,沈阳龙腾电子有限公司;
分析天平:BS110S 型,北京赛多利斯天平有限公司;
电热恒温干燥箱:DHG-9141 型,上海宏精实验设备有

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划课题(编号:2012BAD34B05-13);成都市经济和信息化委员会专项项目(编号:201301012);四川省科技支撑计划项目(编号:2012NZ0031)

作者简介:万萍(1963—),女,成都大学副教授。
E-mail:wangep66@aliyun.com

通讯作者:彭镰心

收稿日期:2014-11-16

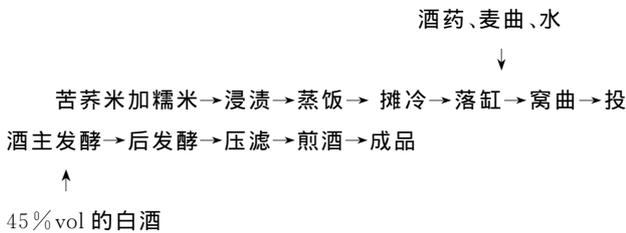
限公司；

电热恒温培养箱：GNP-9270 型，上海齐欣科技有限公司；

分光光度计：WFJ7200 型，尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程 根据甜型黄酒的发酵机理，当糖化发酵达到一定程度后，再加入一定比例的白酒，以抑制酵母菌的发酵，达到只糖化不发酵的作用，使酒醅中有较高的含糖量^[6]。据此制定了苦荞摊饭甜型黄酒的生产工艺流程：



1.2.2 理化指标检测方法

- (1) 总糖含量的测定：廉爱农法^[7]，以葡萄糖计。
- (2) 总酸含量的测定：电位滴定法^[7]，以乳酸计。
- (3) 酒精度的测定：酒精计法^[7]。
- (4) 氨基酸态氮的测定：电位滴定法^[7]。
- (5) 黄酮含量的测定：分光光度比色法^[8]。

1.2.3 苦荞摊饭甜型黄酒发酵工艺优化 选取影响苦荞摊饭甜型黄酒发酵的关键因素：发酵时间、酒药用量、麦曲用量、投酒酒度和发酵温度进行单因素试验，在单因素试验的基础上，采用正交试验确定苦荞摊饭甜型黄酒最佳发酵工艺。

(1) 发酵时间：选定酒药用量 0.5%，麦曲用量 6%，投酒酒度 45%vol，投酒量：原料量 1：1(V：m)，发酵温度 30℃，分别测定在发酵第 5、8、11、14、17 天时酒醅的酒度、总糖、总酸含量以确定最适宜的发酵时间。

(2) 酒药用量：选定麦曲用量 6%，投酒酒度 45%vol，投

酒量：原料量 1：1(V：m)，发酵温度 30℃，酒药用量分别为 0.3%，0.4%，0.5%，0.6%，在发酵第 11 天时测定酒醅的酒度、总糖、总酸含量以确定最适宜的酒药用量。

(3) 麦曲用量：选定酒药用量 0.5%，投酒酒度 45%vol，投酒量：原料量 1：1(V：m)，发酵温度 30℃，麦曲用量分别为 4%，5%，6%，7%，8%，在发酵第 11 天时测定酒醅的酒度、总糖、总酸含量以确定最适宜的麦曲用量。

(4) 投酒酒度：选定酒药用量 0.5%，麦曲用量 6%，投酒量：原料量 1：1(V：m)，发酵温度 30℃，投酒酒度分别为 40%，45%，50%vol，在发酵第 11 天时测定酒醅的酒度、总糖、总酸含量以确定最适宜的投酒酒度。

(5) 发酵温度：选定酒药用量 0.5%，麦曲用量 6%，投酒酒度 45%vol，投酒量：原料量 1：1(V：m)，发酵温度分别为 27、30、33℃，在发酵第 11 天时测定酒醅的酒度、总糖、总酸含量以确定最适宜的发酵温度。

(6) 正交试验：在以上单因素试验的基础上进行正交试验优化，并通过感官鉴定确定苦荞摊饭甜型黄酒最佳发酵工艺。

1.2.4 感官质量评分标准 对试验所得苦荞摊饭甜型黄酒进行感官评定，标准见表 1。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 主发酵时间对苦荞摊饭甜型黄酒发酵的影响 由图 1 可知，随着发酵时间的增加，总糖逐渐增加，第 11 天时总糖达到最高为 16.23 g/100 mL，但随着时间继续增加，总糖有所下降而酒精度和总酸却不断增加，说明糖被转化成了酒和酸以及其他物质。在甜酒的酿造过程中，应该保持酒醅中有较高的糖度，同时也要考虑糖化和发酵的平衡，因此确定其最适主发酵时间为 11 d。

表 1 苦荞摊饭甜型黄酒感官质量评分标准

Table 1 Sensory grade quality criteria of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

色泽	香气	口味	风格
黄色至棕黄色，清亮透明，有光泽，允许瓶(坛)底有微量聚集物，10 分	具有苦荞甜型黄酒特有的香气，醇香浓郁，无异香、异气，25 分	具有苦荞甜型黄酒特有的口味，鲜甜，绵软、润滑，无异味，50 分	具有苦荞甜型黄酒独特的风格，酒体组分协调，15 分
黄色至棕黄色，清亮透明，光泽度较好，允许瓶(坛)底有微量聚集物，8~9 分	具有苦荞甜型黄酒特有的香气，醇香较浓郁，无异香、异气，20~24 分	具有苦荞甜型黄酒特有的口味，较鲜甜，绵软、润滑，无异味，40~49 分	具有苦荞甜型黄酒独特的风格，酒体组分较协调，12~14 分
黄色至棕黄色，透明度较差，光泽度较好，允许瓶(坛)底有微量聚集物，5~7 分	微有苦荞甜型黄酒特有的香气，微有醇香，无异香、异气，6~19 分	苦荞甜型黄酒特有的口味较淡，尚鲜甜，较绵软、润滑，微辣，稍苦涩，15~39 分	具有苦荞甜型黄酒独特的风格，酒体组分尚协调，5~11 分
黄色至棕黄色，透明度差，光泽度差，允许瓶(坛)底有微量聚集物，1~4 分	缺乏苦荞甜型黄酒特有的香气，无醇香，有异香或其他令人不愉快的气味，1~5 分	无苦荞甜型黄酒特有的口味，有酸败、异杂味，爆辣、苦涩，1~14 分	缺乏苦荞甜型黄酒独特的风格，酒体组分不协调，1~4 分

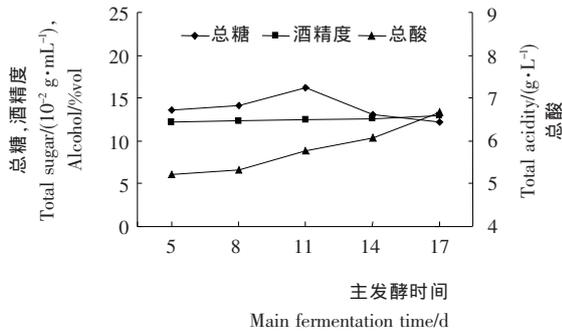


图 1 主发酵时间对苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标的影响

Figure 1 Effect of main fermentation time on the main physicochemical target of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

2.1.2 酒药用量对苦荞摊饭甜型黄酒发酵的影响 酒药是酿酒用糖化发酵剂,酒药中的微生物以根霉为主,酵母次之,因此酒药具有糖化和发酵的双边作用^[9]。酒药量太少,则微生物生长量较少,发酵糖化不充分;过多,又会导致微生物生长量太多,在有限的空间内会相互抑制其生长,也会对最终得到的黄酒质量产生影响,所以酒药的用量要兼顾考虑酒液中糖和酒的含量。

由图 2 可知,酒药用量在 0.4% 时总糖含量最高达到 18.76 g/100 mL,但酒精度较低,而酒药用量在 0.5% 时,总糖 16.23 g/100 mL、酒精度达到最大值 12.44% vol,说明此时糖化发酵速度适宜。故选取最适酒药用量为 0.5%。

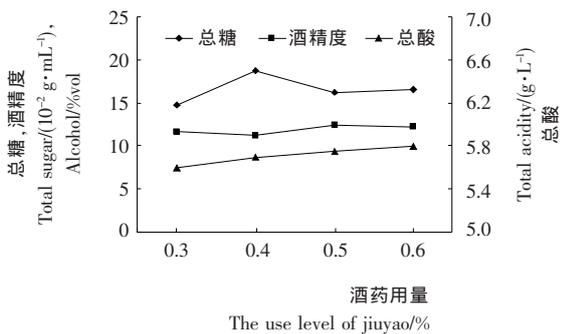


图 2 酒药用量对苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标的影响

Figure 2 Effect of the use level of Chinese yeast on the main physicochemical target of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

2.1.3 麦曲用量对苦荞摊饭甜型黄酒发酵的影响 麦曲是黄酒生产的糖化剂,为黄酒酿造提供各种酶类;同时在制曲过程中形成各种代谢物,以及由这些代谢物相互作用产生的色泽香味等,赋予黄酒酒体独特的风格^[10]。麦曲质量的优劣直接影响到黄酒的质量和产量^[9],用量过少,糖化不充

分,反应比较缓慢;过多,反应速度过快,不利于发酵的控制,最终影响黄酒的品质。

由图 3 可知:在主发酵期间,随着麦曲用量的增加总糖含量增加,在 7% 时达到最大值 16.88 g/100 mL,但此时的酒精度较低为 11.64% vol,而在酒药用量为 6% 时,总糖为 16.23 g/100 mL,酒精度为 12.44% vol,说明此时糖化发酵速度适宜。故选取最适麦曲用量为 6%。

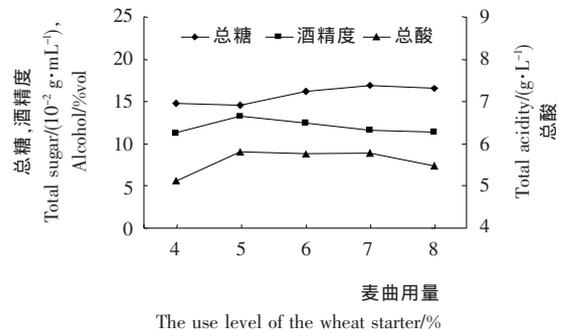


图 3 麦曲用量对苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标的影响

Figure 3 Effect of the use level of the wheat starter on the main physicochemical target of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

2.1.4 投酒酒度对苦荞摊饭甜型黄酒发酵的影响 酒精既是酵母的代谢产物,又是酵母的抑制剂。当糖化发酵到一定程度时,加入一定的白酒,可抑制酵母菌的发酵作用,以保持酒醅中有较高的含糖量。同时,由于酒醅加入白酒后,酒精含量较高,可使其不致被杂菌污染,故生产不受季节的限制。投酒酒精度的高低直接影响到酵母菌的发酵作用,使其发酵速度减慢甚至停止,使淀粉糖化形成的糖不能顺利地酵母转化为酒精^[10],即会影响到黄酒的酒精度和含糖量,从而影响黄酒质量。

由图 4 可知,在主发酵期间,随着投酒酒度的增加,总糖

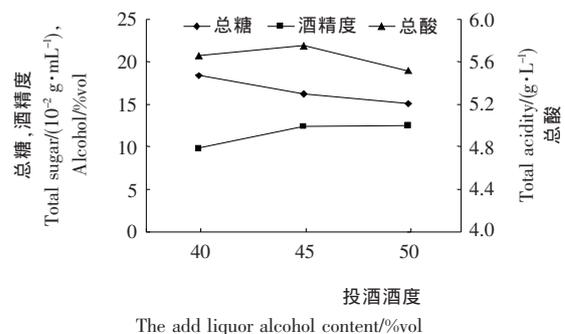


图 4 投酒酒度对苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标的影响

Figure 4 Effect of the adding liquor alcohol content on the main physicochemical target of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

呈下降趋势,而酒精度呈增长趋势,在投酒酒度为 40%vol 时糖度虽然最高,但酒精度却太低,45% vol 时,总糖为 16.23 g/100 mL,酒精度为 12.44% vol,此时糖化发酵速度适宜。故选取最适投酒酒度为 45%vol。

2.1.5 温度对苦荞摊饭甜型黄酒发酵的影响 发酵温度直接影响到糖化发酵的速度。黄酒发酵是边糖化边发酵,糖化速度和发酵速度之间建立好平衡关系后,发酵才能正常进行。若糖化快、发酵慢,糖分过于积累,常易引起酸败,反之,糖化慢、发酵快,易使酵母过早衰老,发酵后期也易生酸^[10]。故需控制发酵温度,以协调糖化发酵速度,从而得到高品质的黄酒。

由图 5 可知,在主发酵期间,发酵温度不同,其糖、酒、酸均不同,在发酵温度为 30℃ 时,其糖、酒含量均最高,且酸度适宜,说明此时糖化发酵的速度适宜,故选取最适宜发酵温度为 30℃。

2.2 正交试验结果

在单因素试验基础上选取酒药用量、麦曲用量、投酒酒度、发酵温度 4 个因素进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,试验因素水平设计见表 2。正交试验主发酵结束后测定其主要理化指标,再经过 3 个月的养酏后进行感官评定,并以此进行正交试验结果分析。理化指标、感官评定分数及正交试验结果分析见表 3,方差分析见表 4。

由表 3 可知,影响苦荞摊饭甜型黄酒发酵的各因素主次顺序为 $D > C > B > A$,即温度 > 投酒酒度 > 麦曲 > 酒药。由

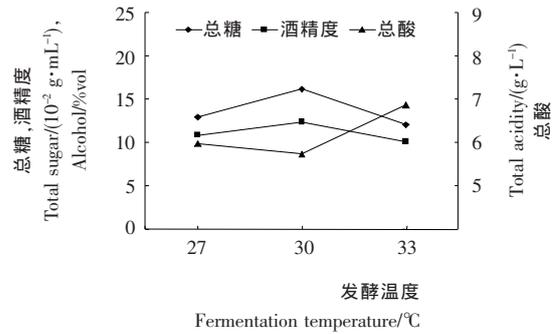


图 5 发酵温度对苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标的影响

Figure 5 Effect of fermentation temperature on the main physicochemical target of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

表 2 苦荞摊饭甜型黄酒发酵工艺正交因素水平表

Table 2 Orthogonal factor level table of fermentation technology for buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

水平	A 酒药/%	B 麦曲/%	C 投酒酒度/%vol	D 温度/°C
1	0.4	5	40	27
2	0.5	6	45	30
3	0.6	7	50	33

表 3 正交试验苦荞摊饭甜型黄酒主要理化指标及结果分析

Table 3 The main physicochemical target and orthogonal test result analysis for buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

试验号	A	B	C	D	总糖/ (10 ⁻² g·mL)	酒精度/ %vol	总酸/ (g·L ⁻¹)	感官 评定/分
1	1	1	1	1	16.22	15.37	5.15	83.3
2	1	2	2	2	17.21	17.86	6.14	85.1
3	1	3	3	3	20.02	11.70	7.15	79.5
4	2	1	2	3	15.50	10.10	7.17	80.7
5	2	2	3	1	15.44	17.60	5.05	82.5
6	2	3	1	2	14.27	12.97	5.76	81.5
7	3	1	3	2	17.64	14.24	6.02	84.4
8	3	2	1	3	16.90	6.36	8.65	78.3
9	3	3	2	1	17.08	15.07	6.40	83.8
k_1	82.63	82.80	81.03	83.20				
k_2	81.57	81.97	83.20	83.67				
k_3	82.17	81.60	82.13	79.50				
R	1.07	1.20	2.17	4.17				

表 4 苦荞摊饭甜型黄酒发酵工艺正交试验方差分析表[†]Table 4 Orthogonal test $L_9(3^4)$ analysis of variance table of buckwheat sweet rice wine by tan-fan method

因素	偏差平方和	自由度	均方和	F	$F_{0.1}$	显著水平
D	31.27	2.00	15.635	18.18	3.11	**
C	7.04	2.00	3.52	4.09		*
B	2.27	2.00	1.135	1.32		
误差(A)	1.72	2.00	0.86			
总和	42.30	8.00				

[†] $\alpha=0.1$; 正交表四列已排满, 而 A 因素的均方很小, 将其作为误差项进行方差分析及 F 值检验; ** 表示极显著, * 表示显著。

表 4 可知, D 极显著, 即发酵温度的影响达到了极显著水平, C(投酒酒度)显著, A(酒药)、B(麦曲)均不显著。通过正交试验结果分析得出, 苦荞摊饭甜型黄酒发酵工艺的最优组合为 $A_1B_1C_2D_2$, 即酒药用量为 0.4%, 麦曲用量为 5%, 投酒酒度为 45% vol, 发酵温度为 30 °C。

按照最优条件进行验证实验, 即酒药用量为 0.4%、麦曲用量为 5%、投酒酒度为 45% vol、投酒量: 原料量为 1: 1(V:m)、发酵温度为 30 °C、主发酵时间为 11 d, 在此条件下酿造苦荞摊饭甜型黄酒, 经测定其主要理化指标为: 总糖(以葡萄糖计)为 17.02 g/100 mL, 酒精度(20 °C)为 16.6% vol, 总酸(以乳酸计)为 5.65 g/L, 氨基酸态氮 0.48 g/L, 黄酮含量为 1.86 mg/mL。

2.3 苦荞摊饭法甜型黄酒质量评定

2.3.1 感官指标 色泽: 黄色至棕黄色, 清亮透明, 有光泽; 香气: 醇香浓郁, 无异香、异气; 口味: 鲜甜, 绵软, 润滑; 风格: 酒体组分协调, 具有苦荞甜型黄酒特有的风格。

2.3.2 理化指标 总糖(以葡萄糖计) > 165 g/L; 酒精度(20 °C) $\geq 15\%$ vol; 总酸(以乳酸计): 4.0~8.0 g/L; 氨基酸态氮 ≥ 0.40 g/L; 黄酮含量 ≥ 1.5 mg/mL。

2.3.3 卫生指标 符合 GB 2758—2012《食品安全国家标准 发酵酒及其配制酒》中相关卫生标准的规定。

3 结论

本研究得出以苦荞米和糯米(1: 1)为原料生产苦荞摊饭甜型黄酒的最佳发酵条件为: 酒药用量 0.4%, 麦曲用量 5%, 投酒酒度 45% vol, 投酒量: 原料量 1: 1(V:m), 发酵温度 30 °C, 主发酵时间 11 d。在此工艺条件下酿造的苦荞甜型黄酒, 经后酵和贮存其感官和理化指标良好, 卫生指标符合国家相关标准。为以苦荞和糯米为原料采用摊饭法生产苦荞甜型黄酒提供了理论基础, 对苦荞摊饭甜型黄酒的机械化生产具有一定的指导意义。

试验证明, 与淋饭法相比, 采用摊饭法生产苦荞甜型黄酒, 能有效减少淋饭过程中黄酮的损失, 得到的产品其黄酮含量比淋饭法高出 3~5 倍。如何提高苦荞黄酒中黄酮的含

量有待以后进一步的研究。

参考文献

- 1 龚丽, 毛新, 蒋爱民, 等. 响应面法优化苦荞麦微波膨化工艺[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 130~133.
- 2 赵钢, 唐宁, 马荣. 苦荞麦的营养和药用价值及其开发应用[J]. 农产品开发, 1999(7): 17~18.
- 3 陈木兰. 荞麦黄酒营养保健价值的评价[J]. 酿酒科技, 2000(1): 62~63.
- 4 周桃英, 李杏元, 刘红煜, 等. 甜酒酿生产工艺的优化研究[J]. 中国酿造, 2009(9): 134~136.
- 5 傅金泉. 黄酒生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 9~10.
- 6 吴建新. 摊饭法在甜型黄酒生产中的应用[J]. 中国酿造, 2007(7): 55~56.
- 7 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 13662—2008 黄酒[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- 8 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 20574—2006 蜂胶中总黄酮含量的测定方法 分光光度比色法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- 9 谢广发. 黄酒酿造技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010: 37, 43.
- 10 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 第二版. 北京: 中国轻工业出版社, 2012: 475, 497~498, 501.