

史经略. 紫甘薯黄酒的研制[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):286-289.

紫甘薯黄酒的研制

史经略

(江苏食品职业技术学院/江苏省食品微生物工程实验室,江苏淮安 223003)

摘要:以紫甘薯和糯米为主要原料,通过液化、发酵生产出具有保健功能的紫甘薯黄酒。在单因素试验基础上结合响应面法对紫甘薯黄酒发酵工艺进行优化,确定发酵工艺最佳条件。结果表明:紫甘薯浆添加量 25.01%、发酵温度 27.64 ℃、发酵时间 7.3 d;所得紫甘薯黄酒符合 GB 2758—2005《发酵酒卫生标准》。

关键词:紫甘薯;黄酒;响应面

中图分类号:TS215;TS261.2⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)11-0286-03

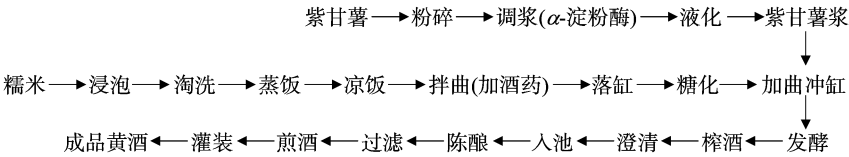
紫甘薯,又称紫心甘薯、紫肉甘薯,为番薯属植物^[1]。紫甘薯皮和肉中富含甘薯色素——花青素,能预防生活习惯病,改善肝功能,抑制遗传因子突变,预防癌症,抑制血管紧张素变换酶活力,从而可预防高血压^[2]。此外,紫甘薯中还含有丰富的淀粉、维生素、可溶性膳食纤维和矿物质等营养素。江苏省淮安市紫甘薯资源丰富,但深加工程度和利用率均较低,造成了较大浪费。本试验以紫甘薯和糯米为主要原料,通过液化、发酵生产出具有保健功能的紫甘薯黄酒,并对紫甘薯黄酒发酵工艺进行优化,以期对紫甘薯的深加工和综合利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

紫甘薯 1 号,江苏省农业科学院提供并由江苏食品职业技术学院进行品种改良;优质糯米,市售;酒药,江苏食品职业技术学院微生物实验室自制,淀粉利用率大于或等于 65%;麦曲,江苏食品职业技术学院微生物实验室自制;耐高温 α -淀粉酶,无锡杰能科生物工程有限公司。黄酒生产线由江苏食品职业技术学院提供。

1.2 工艺流程



1.3 还原糖的测定

采用 DNS 法(3,5-二硝基水杨酸比色法)测定还原糖含量,再由下式计算 DE 值。

$$DE = \text{还原糖量(以葡萄糖计)} / \text{干样品量} \times 100\%$$

2 操作要点

2.1 紫甘薯浆的制备

2.1.1 打浆 清洗干净的新鲜紫甘薯按 1:2(质量比)加水打浆并过滤,加入 5% 经粉碎的大麦芽粉(低于 100 目)。

2.1.2 液化 将调浆后紫甘薯浆加入耐高温 α -淀粉酶对紫甘薯浆进行液化,紫甘薯浆的液化受液化时间、液化温度及酶添加量的影响,在单因素试验的基础上采用 $L_9(3^4)$ 正交试验来确定液化的最佳条件,因素水平见表 1。

2.2 米的处理^[3]

2.2.1 浸米 将米洗净去除杂质后,按米、水体积比 1:2、水温 20~25 ℃ 浸泡 24~48 h。米粒吸足水分,手搓成粉末,内无夹心即可,水温低于 20 ℃ 可适当延长浸泡时间直至符合要求。米粒吸足水分后立即蒸煮。

表 1 紫甘薯原料液化条件 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平

水平	因素		
	A:液化温度 (℃)	B:淀粉酶添加量 (U/g 干物质)	C:液化时间 (min)
1	90	15	20
2	95	20	25
3	100	25	30

2.2.2 蒸饭 蒸出米熟而不烂、疏松不糊,内无白心,软硬适中。

2.2.3 凉饭 蒸好的饭用洁净冷水淋饭降温,当饭温达到 24~26 ℃ 后,配加酒药(每 50 kg 加 150 g 酒药)进行翻拌,使药饭充分拌和均匀。

2.3 搭窝、糖化

选用直径 850 mm,高度 0.9~1 m 薄壁陶缸为发酵设备,采用传统的人工“搭窝”操作,搭窝的目的是增加米饭和空气的接触面积,促进糖化发酵菌的生长繁殖,进行糖化和发酵。

2.4 加曲冲缸

当糖液满至酿窝 4/5 时加入麦曲 16%、水 130%、紫甘薯浆 25%(麦曲、水、紫甘薯浆为分别占大米量的百分比)进行冲缸,充分搅拌均匀,并注意保温。

2.5 发酵开耙

加曲冲缸后发酵旺盛,当品温升高 4~7 ℃ 时,进行开耙

收稿日期:2013-03-30

作者简介:史经略(1969—),男,江苏丰县人,教授,主要从事发酵食品的教学及科研工作。E-mail:sjlyzh@163.com。

降温,主酵结束后进入后酵,一般为 20~30 d。

2.6 发酵工艺参数优化

在单因素试验的基础上选取影响紫甘薯黄酒质量的主要因素紫甘薯浆的添加量、发酵温度、发酵时间为自变量,以紫甘薯的感官综合评分为响应值,根据 Box-Behnken 中心组合试验设计原理设计 3 因素 3 水平的响应面分析试验,其中 12 个点为析因点,5 个为零点,因素水平见表 2。

表 2 发酵工艺参数优化试验因素水平编码

水平	因素		
	X ₁ :紫甘薯浆添加量(%)	X ₂ :发酵温度(℃)	X ₃ :发酵时间(d)
-1	15	24	5
0	25	28	7
1	35	32	9

选取 5 位黄酒专业评委,要据色泽 10 分、香气 25 分、口味 50 分、风格 15 分进行盲评取其平均值。

2.6 榨酒、澄清

后酵结束后及时进行榨酒,以免发生失榨现象。澄清用立式不锈钢大罐为澄清设备,加少量蛋白酶及适量澄清剂,其目的是使微小固形物、杂菌等物沉淀,使淀粉、蛋白质等大分子物质在酶的作用下继续分解为小分子物质,低沸点物质挥发改善酒的口味。澄清 7~15 d 后装酒坛陈酿。

3 结果与分析

3.1 紫红薯浆最佳液化条件确定

对影响液化结果的因素液化温度、淀粉酶添加量、液化时间进行正交试验,其结果见表 3、表 4、图 1。

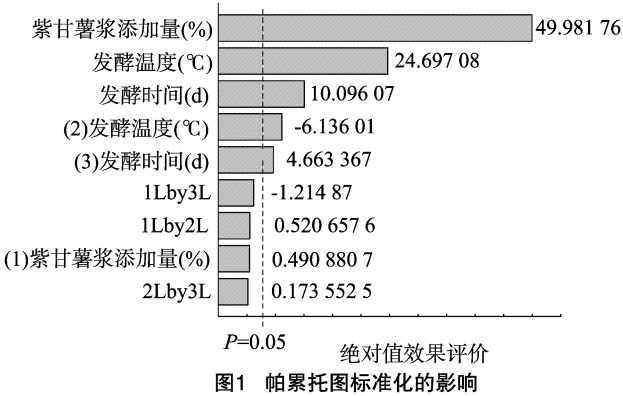
表 3 液化条件 L₉(3⁴) 正交试验结果

序号	A:液化温度(℃)	B:淀粉酶添加量(U/g 干物质)	C:液化时间(min)	DE 值(%)
1	90	15	20	20.7
2	90	20	30	23.5
3	90	25	25	25.6
4	95	15	30	26.6
5	95	20	25	32.7
6	95	25	20	29.8
7	100	15	25	20.9
8	100	20	20	21.7
9	100	25	30	22.7
k ₁	23.27	22.73	24.07	
k ₂	29.70	25.97	26.40	
k ₃	21.77	26.03	24.27	
R	7.93	3.30	2.33	

表 4 液化条件方差分析

方差来源	平方和	自由度	方差	F 值	P 值	显著性
A	106.575 6	2	53.287 8	112.316 2	0.008 8	**
B	21.348 9	2	10.674 4	22.498 8	0.042 6	*
C	10.035 6	2	5.017 8	10.576 1	0.086 4	
误差	0.948 9	2	0.474 4			
总和	138.908 9	8				

从表 3、表 4 和图 1 可知,影响紫甘薯浆液化的因素主次顺序是 A>B>C,即液化温度>淀粉酶添加量>液化时间,从方差分析可看出,因素 A(液化温度)对液化影响最为显



著,因素 B(淀粉酶添加量)对液化影响较显著,而因素 C(液化时间)对液化影响不显著。从极差分析可知最佳液化条件组合是 A₂B₃C₂,对该最佳组合进行验证试验,3 次平行 DE 值分别为 33.4%、33.2%、33.6%,平均值 33.4%,优于试验组合。因此确定最佳液化条件为:液化温度 95℃、淀粉酶添加量 25 U/g 干物质、液化时间 25 min。

3.2 紫甘薯黄酒发酵参数的确定

影响发酵工艺参数的因素 Box-Behnken 设计试验结果见表 5、表 6、图 2。

表 5 发酵工艺参数优化 Box-Behnken 设计方案与试验结果

序号	X ₁ :紫甘薯浆添加量(%)	X ₂ :发酵温度(℃)	X ₃ :发酵时间(d)	综合评分
1	15	24	7	77.3
2	35	24	7	77.2
3	15	32	7	75.6
4	35	32	7	75.8
5	15	28	5	78.0
6	35	28	5	78.5
7	15	28	9	78.9
8	35	28	9	78.7
9	25	24	5	81.9
10	25	32	5	80.9
11	25	24	9	83.2
12	25	32	9	82.3
13	25	28	7	86.6
14	25	28	7	86.9
15	25	28	7	87.2
16	25	28	7	86.8
17	25	28	7	87.3

从方差分析表 6 可见,失拟项中 $P=0.252\ 511>0.05$ 影响不显著,表明所选模型适合,可以用该模型来拟合试验。从方差分析表 6 和图 2 可见,影响紫甘薯黄酒质量因素中,紫甘薯添加量的二次方最为显著,其次为发酵温度的二次方较显著,发酵时间的二次方、发酵温度、发酵时间影响显著,其余影响不显著。对试验结果进行回归分析,得各项回归系数见表 7。

从表 7 可见常数项影响显著,因此回归方程式中常数项也不能忽略。经回归拟合后,各因素对响应值的影响可用以下回归方程来表示: $Y=-141.19+3.523X_1-0.07X_1^2+11.911X_2-0.217X_2^2+5.33X_3-0.354X_3^2+0.002X_1X_2-0.009X_1X_3+0.003X_2X_3$ 。

表 6 发酵条件方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方差	F 值	P 值	显著性
X_1	0.020 0	1	0.020 0	0.241	0.649 2	
X_1^2	207.348 7	1	207.348 7	2 498.177	0.000 0	***
X_2	3.125 0	1	3.125 0	37.651	0.003 6	*
X_2^2	50.625 5	1	50.625 5	609.946	0.000 0	**
X_3	1.805 0	1	1.805 0	21.747	0.009 6	*
X_3^2	8.460 2	1	8.460 2	101.931	0.000 5	*
X_1X_2	0.022 5	1	0.022 5	0.271	0.630 1	
X_1X_3	0.122 5	1	0.122 5	1.476	0.291 2	
X_2X_3	0.002 5	1	0.002 5	0.030	0.870 6	
失拟项	0.505 0	3	0.168 3	2.028	0.252 5	
纯误差	0.332 0	4	0.083 0			
总和	292.381 2	16				

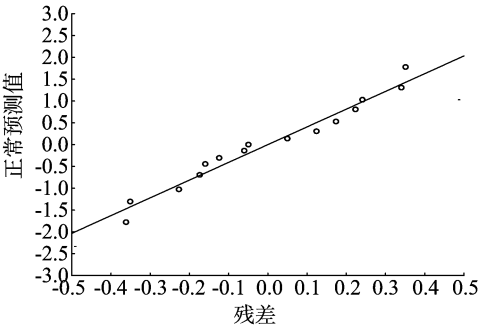


图2 发酵条件回归模型的残差正态分布图

表 7 发酵条件各因素回归系数

因素	回归系数	纯误差	T 值	P 值	显著性
常数项	-141.190	8.307 403	-16.995 7	0.000 070	**
X_1	3.523	0.133 196	26.445 9	0.000 012	**
X_1^2	-0.070	0.001 404	-49.981 8	0.000 001	***
X_2	11.911	0.515 867	23.089 8	0.000 021	**
X_2^2	-0.217	0.008 775	-24.697 1	0.000 016	**
X_3	5.330	0.728 479	7.316 6	0.001 856	*
X_3^2	-0.354	0.035 100	-10.096 1	0.000 542	*
X_1X_2	0.002	0.003 601	0.520 7	0.630 097	
X_1X_3	-0.009	0.007 202	-1.214 9	0.291 224	
X_2X_3	0.003	0.0180 06	0.173 6	0.870 646	

由图 2 可以看出,这些残差点在直线的两侧基本上成正态分布,可以推断此方程是描述三因素和综合评分之间关系的合适模型。

对回归方程进行典型性分析,可知紫甘薯浆添加量 25.01%、发酵温度 25.01 ℃、发酵时间 7.33 d 时,得到到紫甘薯最高综合评分 87.03。

响应值 Y 紫甘薯黄酒综合评分对应的因素 X_1 紫甘薯浆添加量、 X_2 发酵温度、 X_3 发酵时间构成的一个三维空间立体图,可以直观地反映出各因素对应值的影响,从试验所得的响应面分析上可以找到它们在反应过程中的相互作用。

紫甘薯浆添加量、发酵温度、发酵时间对紫甘薯黄酒质量影响的响应面分析如图 3 至图 5 所示。

从响应面分析图可以看出,紫甘薯浆添加量和发酵温度对紫甘薯黄酒的综合评分影响较大,随着添加量的增加和发酵温度的升高综合评分先增后降,发酵时间对综合评分的影响比较平缓。

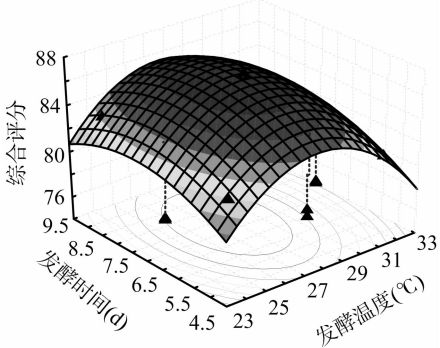


图3 发酵时间-发酵温度响应面

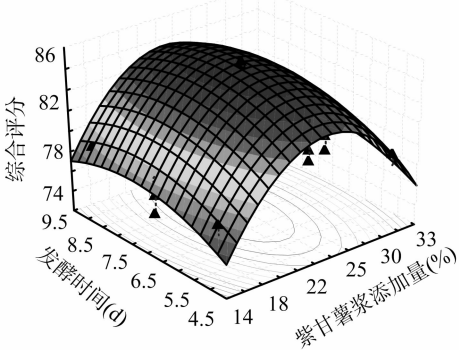


图4 发酵时间-紫甘薯浆添加量响应面

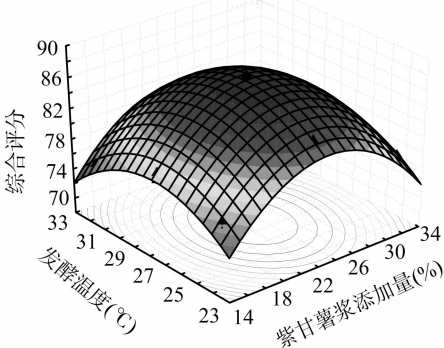


图5 发酵温度-紫甘薯浆添加量响应面

为了检验模型预测的准确性,在上述最优条件下进行 3 组平行试验,所得紫甘薯黄酒综合评分平均值 87.14。所得的值与回归方程的最大预测值与验证值非常接近,说明回归方程能较真实地反映各筛选因素的影响,建立的模型与实际情况比较吻合。

4 产品质量标准

4.1 感官指标

色泽:紫红色;澄清度:澄清有光泽,允许瓶底略有聚积物存在;香气:具有特有的醇香和紫甘薯香气;滋味:酒体协调,醇厚,绵甜爽口,无怪杂味。

4.2 理化指标

乙醇含量 (V/V): $(15 \pm 1)\%$; 糖度 (以 $C_6H_{12}O_6$ 计): (0.14 ± 0.01) g/mL; 酸度 (以乙酸计): (0.003 ± 0.001) g/mL。

4.3 卫生指标

细菌总数 (个/100 mL): <50 ; 大肠杆菌数 (个/100 mL):

刘晓燕,谢国芳,秦晋颖,等. 不同抗氧化剂对油炸马铃薯片品质的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):289-291.

不同抗氧化剂对油炸马铃薯片品质的影响

刘晓燕, 谢国芳, 秦晋颖, 王金华, 谢晓林

(贵阳学院食品与制药工程学院/贵州省贵阳市果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550005)

摘要:选用茶多酚、抗坏血酸、蓝莓花色苷、柠檬酸、甘氨酸、*L*-半胱氨酸 6 种抗氧化剂,分别用 0.1%、0.3%、0.5% 质量分数的溶液对鲜切马铃薯片进行油炸前浸泡,考察不同抗氧化剂对油炸马铃薯片色泽变化、感官评分及丙烯酰胺含量的影响。结果表明:炸前用 0.3% *L*-半胱氨酸液浸泡 30 min 的薯片感官较佳、色泽变化最小、丙烯酰胺含量较对照组低 77.77%。

关键词:油炸马铃薯片;丙烯酰胺;抑制;品质

中图分类号: TS215 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0289-03

油炸马铃薯片是一种休闲食品,具有风味可口、便携等特点,受到越来越多消费者的青睐;但科学家已经发现,马铃薯片经高温油炸会产生丙烯酰胺^[1]。丙烯酰胺俗称丙毒,可引起人体神经损害并造成生殖毒性,可导致动物变畸、癌变,是人类潜在的致癌物质^[2]。在日益重视健康和安全的今天,如何降低马铃薯片中的丙烯酰胺含量,同时提高马铃薯片色泽及品质是促进马铃薯加工及其产业化发展的重要课题。在此背景下,科学家开展相关研究,并提出相关对策来减少高温加工马铃薯片中丙烯酰胺的含量,如品种选育、改进储藏条件、调整加工工艺等。目前,选用添加剂抑制丙烯酰胺的报道很多,欧仕益等通过模拟丙烯酰胺反应系统的方法筛选出了某些能抑制丙烯酰胺的添加剂^[3-4],如 NaHSO_3 、 CaCl_2 、半胱氨酸。于森等探讨了氨基酸对丙烯酰胺的消除作用^[5]。何方奕等研究了 9 种果汁对薯片中丙烯酰胺的抑制效果^[6]。但是以抗氧化剂作为添加剂探讨对油炸薯片感官品质的研究还未见报道。Mottym 等认为,食品中丙烯酰胺的产生是一个氧化过程^[7-8],笔者在前期研究基础上筛选了茶多酚、抗坏血酸、蓝莓花色苷、柠檬酸、甘氨酸和 *L*-半胱氨酸等 6 种安全的抗氧化剂,分别用质量分数为 0.1%、0.3%、0.5% 的溶液

对鲜切薯片进行油炸前浸泡,用气相色谱的方法检测马铃薯片中丙烯酰胺的含量,测定对油炸薯片中丙烯酰胺的抑制作用效果、薯片色泽、感官指标的影响,以期寻找理想、安全的丙烯酰胺抑制剂。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

市售马铃薯新鲜,表面无损伤,基本无发芽。棕榈油(香满园):嘉里粮油防城港有限公司。

试剂:丙烯酰胺,四川成都贝斯特试剂有限公司;2,3-二溴丙酰胺(2,3-DBPA),阿法埃莎天津化学有限公司;硫酸、NaCl、氢溴酸、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、乙酸乙酯(重蒸)、正己烷、 Na_2SO_4 均为国产分析纯试剂,天津科密欧化学试剂有限公司;KBr 和 Na_2SO_4 经 600 °C 高温炉煅烧 4 h 使用;试验用水为娃哈哈纯净水;抗氧化剂柠檬酸、抗坏血酸为分析纯,天津科密欧化学试剂有限公司;*L*-半胱氨、甘氨酸为生化试剂,上海市阿拉丁试剂公司;茶多酚:河南双胜生物科技有限公司;25% 蓝莓花色苷,陕西汇能达生物科技有限公司。

1.2 仪器与设备

CR-10 色差仪,柯尼卡美能达有限公司生产;TGL-16A 冷冻离心机,湖南长沙平凡仪器有限公司生产;GC-14C 气相色谱仪(配电子俘获检测器 ECD 及威玛龙色谱数据工作站),日本岛津公司生产;HY-83 广州汇利单缸双帘电炸锅。

1.3 方法

1.3.1 浸渍液的配制 称取适量的 *L*-半胱氨、甘氨酸、柠檬酸、茶多酚、抗坏血酸及蓝莓花色苷,分别配制质量分数为 0.1%、0.3%、0.5% 的水溶液作为浸渍液,备用。以清水作为酒质量较高。

参考文献:

- [1] 林晓岚,陈惠芳,陈麒麟. 紫甘薯淀粉提取工艺优化[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2003,32(4):527-530.
- [2] 杨朝霞,王亦军,高磊. 紫甘薯花色苷色素研究进展[J]. 青岛大学学报:工程技术版,2004,19(2):32-36.
- [3] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 北京:中国轻工出版社,1996.

收稿日期:2013-04-26

基金项目:贵州省社会发展科技攻关计划[编号:黔科合 SY 字(2011)3118 号];贵州省果品加工工程技术研究中心建设项目[编号:黔科合(2012217)]。

作者简介:刘晓燕(1972—),女,贵州人,硕士,副教授,研究方向为农产品加工与贮藏。Tel:(0851)5403091;E-mail 1195296111@qq.com。

不得检出;黄曲霉毒素 B_1 : $\leq 5 \mu\text{g/L}$;其他卫生指标应符合 GB 2758—2005《发酵酒卫生标准》。

5 结论

紫甘薯浆液化的最佳条件为:液化温度 95 °C,淀粉酶添加量 25 U/g 干物质,液化时间 25 min。

紫甘薯的发酵最佳工艺参数为:紫甘薯浆添加量 25.01%,发酵温度 25.01 °C,发酵时间 7.33 d,得到紫甘薯黄