

网络出版时间:2015-03-12 14:17

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2015.04.013

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150312.1417.013.html

利用残次红枣生产风味型酵母味素的工艺研究

李艺伟,张宝善,董婷婷,王 玮,李亚武,魏 冉

(1 陕西师范大学 食品工程与营养科学学院,陕西 西安 710062;

2 陕西省果蔬深加工技术研究中心,陕西 西安 710062)

【摘 要】 【目的】以残次红枣为原料,对利用红枣汁培养可食性酵母菌生产作为食品调味剂的风味型酵母味素的工艺技术进行研究,为提高残次红枣加工利用率提供新思路。【方法】采用正交试验,分别对酵母菌在红枣汁中的增殖条件和营养因子对酵母菌增殖的影响进行优化;并以时间、温度、复合糖添加量和含硫化物添加量为单因素,探讨制备风味型酵母味素的加工方法。【结果】以红枣汁作为培养基,啤酒酵母菌产蛋白质的能力高于产朊假丝酵母菌和热带假丝酵母菌,其最适增殖条件为:红枣汁可溶性固形物含量 150 g/kg、接种量 40 mL/L、培养温度 32 ℃、时间 50 h、摇床转速 190 r/min, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 NaHSO_3 、 MgSO_4 等营养因子添加量分别为 0.03 mol/L、0.4 g/L 和 0.4 g/L。风味型酵母味素加工方法为:在质量分数 20% 的啤酒酵母抽提物混合液中按 25 g/kg 添加复合还原糖、按 15 g/kg 添加含硫化物,于 110 ℃ 下加热 60 min。【结论】本试验的风味型酵母味素制备工艺操作简便、适合工厂化生产,还可提高残次红枣的利用率,并可为市场提供新型食品调味料。

【关键词】 残次红枣;酵母菌;酵母味素;生产工艺

【中图分类号】 TS264.9

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)04-0163-08

Production process of flavored yeast extract from inferior jujube

LI Yi-wei, ZHANG Bao-shan, DONG Ting-ting,
WANG Wei, LI Ya-wu, WEI-Ran

(1 College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2 Research Center of Fruit and Vegetable Deep-processing Technology, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: 【Objective】 The experiment aimed to study the process of edible yeast cultured in jujube juice from inferior jujube and produce yeast extract as food flavoring agent, which can increase the utilization of inferior jujube. 【Method】 The proliferation conditions of yeast in jujube juice and the effect of trophic factors were studied by orthogonal experiment, and the processing method of yeast extract was probed by single factor test of time, temperature, and contents of complex sugars and sulfur compounds. 【Result】 The protein producing ability of *Saccharomyces cerevisiae* cultured by jujube juice was higher than *Candida utilis* and *Candida tropicalis*. The optimum proliferation conditions of *S. cerevisiae* were: inoculating 40 mL/L yeast, SSC 150 g/kg, shaking speed 190 r/min, culturing time 50 h, and culturing temperature 32 ℃. The optimum amounts of $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NaHSO_3 and MgSO_4 were 0.03 mol/L, 0.4 g/L, and 0.4 g/L, respectively. Processing conditions for flavored yeast extract were: mass ratio of yeast extract

【收稿日期】 2013-11-19

【基金项目】 陕西省教育厅科学技术研究发展计划项目(12JK0818)

【作者简介】 李艺伟(1990—),女,山西晋城人,在读硕士,主要从事食品发酵研究。E-mail:1045194168@qq.com

【通信作者】 张宝善(1968—),男,甘肃张掖人,教授,硕士研究生导师,主要从事食品微生物和发酵工程研究。

E-mail:baoshan2@snnu.edu.cn

20%, complex sugars content 25 g/kg, content of sulfur compounds 15 g/kg, time 60 min, and temperature 110 ℃. 【Conclusion】 The processing method of flavored yeast extract was easy to operate and suitable for industrialization. It also increased the utilization of inferior jujube and provided new food flavoring agent.

Key words: inferior jujube; yeast; yeast extract; processing method

红枣(*Ziziphus jujuba* Mill)俗名大枣,栽培历史悠久,营养丰富,自古以来被列为“五果”之一。红枣肉多味甘,含有糖类、有机酸、维生素和微量元素等营养成分,其糖类物质和维生素含量均高于其他水果。近年来,由于红枣良好的经济和生态效益,我国枣树栽培面积迅速扩大,红枣产量剧增,每年都有大量的红枣不能及时销售而剩余,尤其是残次红枣。残次红枣一般指无霉变但果个小、碰伤、裂果、成熟度低等果实,由于销售困难而造成浪费。因此,研究剩余红枣及残次红枣的深加工技术显得日益重要和迫切^[1-6]。

酵母味素是可食性酵母菌细胞的水解产物。单细胞酵母菌富含核酸、蛋白质、肽等呈味物质,菌体通过细胞自溶或水解等方法可使其核酸水解为呈味核苷酸,蛋白质水解为有鲜味的肽和氨基酸。因此,酵母味素是一种营养功能型调味剂,具有增香、增鲜以及赋予食品醇厚感等作用。目前酵母味素的加工与利用主要在欧美等国及日本,在鲜味剂市场的占有率约 37%^[7],生产用的材料大多是啤酒或酒精发酵时的酵母泥,原料相对短缺。研究发现,红枣富含糖及其他营养物质,用其制作的红枣汁是培养酵母菌的极好天然培养基^[8]。为此,本试验以残、次红枣为原料,研究用红枣汁生产酵母味素的工艺及技术,以期提高残次红枣的加工利用率,为人类提供健康安全食品调味剂。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设备

残次红枣,市场一次性购买,为未腐烂变质的残次果;啤酒酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*),陕西师范大学食品发酵实验室保存;产朊假丝酵母菌(*Candida utilis*)和热带假丝酵母菌(*Candida tropicalis*),购于陕西省微生物研究所。

LGJ-18C 真空冷冻干燥机,北京四环科学仪器厂;Kjeltec2300 全自动凯氏定氮仪,瑞典福斯公司;

$$\text{氨基酸态氮损失率} = \frac{\text{反应前氨基酸态氮含量} - \text{反应后氨基酸态氮含量}}{\text{反应前氨基酸态氮含量}} \times 100\%。$$

式中反应前氨基酸态氮含量包括添加的半胱氨酸含量。

L-8900 全自动氨基酸分析仪,日本 HITACHI 公司;DL-4C 低速大容量离心机和 RE-52 旋转式蒸发器,上海安亭实验仪器有限公司;TU-1810 紫外可见分光光度计,北京普析通用公司;SCP-9080MBE 隔水式恒温培养箱,上海博迅实业有限公司医疗设备厂;HHW-21CU-600 电热恒温水槽,上海福玛实验设备有限公司;PHS-3C 精密 pH 计,上海精密科学仪器有限公司;THZ-C 恒温振荡器,江苏太仓市试验设备厂;SW-CJ-1F 超净工作台,苏净集团苏州安泰空气技术有限公司;手持糖度计,上海光学精密仪器厂;ME21(MSHOT)数码生物显微镜,广州明美科技有限公司。

1.2 测定指标及测定方法

1.2.1 可溶性固形物含量(SSC) 采用手持糖度计测定。

1.2.2 粗蛋白 按 GB/T 5511—2008 凯氏定氮法进行测定。

1.2.3 活菌数 采用平板计数法测定。

1.2.4 氨基酸态氮 采用甲醛滴定法测定。

1.2.5 氨基酸含量 利用全自动氨基酸分析仪测定。柱子为 4.6 mm×60 mm 的 2622 阳离子交换树脂填充柱;分离柱温 57 ℃;反应柱温 135 ℃;柱压 4.4 MPa;N₂ 压力 0.11 MPa;缓冲液流速 0.4 μL/min,茚三酮溶液流速 0.35 μL/min,缓冲液改变 7 次;氨基酸混合液为 P/N855—5993;进样量 20 μL(样品),2 nmol/μL(标准量);分析时间 53 min。

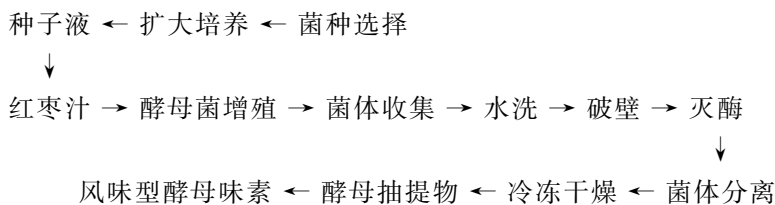
1.2.6 香气评定 采用感官评价。选出 20 名具有相关专业知识的健康评价人员,用任意词汇对每个样品的风味进行完整的定性描述,根据每个词汇的使用频率,选取使用频率最高的词汇作为最终评价结果。

1.2.7 美拉德反应前后氨基酸态氮损失率 将美拉德反应前后的溶液于 4 000 r/min 离心 20 min,取上清液,利用甲醛滴定法测定氨基酸态氮含量。按下式计算氨基酸态氮损失率:

1.3 风味型酵母味素的生产工艺流程及操作要点

1.3.1 生产工艺流程 风味型酵母味素的生产工

艺流程为:



1.3.2 操作要点 (1)红枣汁提取。将试验所用的所有残次红枣清洗干净,用粉碎机破碎。向破碎红枣中加入其质量 6 倍的水,于 95~100 ℃ 浸提 1 h,分离红枣汁;再向红枣渣中加入原红枣质量 3 倍的水,95~100 ℃ 热处理 30 min,得二次提取汁;将 2 次提取的红枣汁合并,用孔径 75 μm 筛过滤,得 SSC 为 40~50 g/kg 的红枣汁。利用旋转蒸发仪在真空度为 0.08~0.09 MPa 下浓缩红枣汁^[9-12],冷藏供后续试验用。

(2)酵母菌增殖。将啤酒酵母菌、产朊假丝酵母菌和热带假丝酵母菌 3 种菌种分别接种于含 100 g/kg SSC 的麦芽汁固态斜面培养基中,30 ℃ 下活化 24 h。将活化好的菌种分别转接到 100 mL 含 100 g/kg SSC 的红枣汁中,在 30 ℃ 下培养 24 h 得种子液,以用平板计数法测得酵母菌密度达到 10^8 CFU/mL 为宜。再将发酵种子液接种到添加营养因子的红枣汁中,32 ℃ 下增殖培养。

(3)菌体收集。增殖结束的发酵液用离心机于 5 000 r/min 离心 20 min,即得酵母菌泥,再将酵母菌泥与无菌水混合,无菌水加入量为酵母菌泥质量的 10 倍,水洗处理重复 2 次,收集酵母菌体^[13]。

(4)菌体破壁。采用自溶法进行破壁处理,加水量为酵母泥质量的 2 倍,初始 pH 5.5,按 35 g/kg 加入 NaCl,于 50 ℃ 下自溶 50 h。破壁处理结束后将酵母菌水解升温至 85~90 ℃,保温 15 min,进行酶钝化^[14-17]。

(5)不溶物分离。将上述水解液用离心机在转速 6 000 r/min 下离心 30 min,除去细胞壁与不溶物。

(6)风味型酵母味素制备。在质量分数 20% 的啤酒酵母抽提物混合液中按 25 g/kg 添加复合还原糖($m(\text{葡萄糖}):m(\text{木糖})=4:1$),按 15 g/kg 添加含硫化物($m(\text{半胱氨酸}):m(\text{硫胺素})=2:1$),于 110 ℃ 下加热 60 min,即得风味型酵母味素。

1.4 酵母菌增殖试验

1.4.1 酵母菌菌种的选择 将 50 mL SSC 为 100 g/kg 的红枣汁装入三角瓶中,pH 保持自然,分别接入热带假丝酵母菌、产朊假丝酵母菌和啤酒酵母菌,

接种量为 30 mL/L,在摇床转速为 160 r/min 下振荡培养 50 h,产朊假丝酵母菌的培养温度为 25 ℃,啤酒酵母菌和热带假丝酵母菌的培养温度为 30 ℃。分离菌体测定粗蛋白含量。

1.4.2 酵母菌增殖条件的优化 依据前期单因素试验结果,以红枣汁中 SSC 含量、培养温度、红枣汁 pH、接种量和摇床转速为因素,各因素取 5 个水平,即红枣汁 SSC 含量分别为 50,100,150,200,250 g/kg,培养温度分别为 26,28,30,32,34 ℃,红枣汁 pH 分别为 4.0,4.5,5.0,5.5,6.0,菌种接种量分别为 10,20,30,40,50 mL/L,摇床转速分别为 130,160,190,220,250 r/min,选用 $L_{25}(5^6)$ 正交试验表进行试验,培养 50 h 后筛选出最佳培养液。以粗蛋白含量作为检测指标,确定啤酒酵母菌在红枣汁中增殖的最优条件。

1.4.3 营养因子的优化 以 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 NaHSO_3 、 MgSO_4 的添加量为因素,选取前期单因素试验确定的各因素中的 3 个最优水平,即 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 的添加量分别为 0.02,0.03,0.04 mol/L, NaHSO_3 的添加量分别为 0.3,0.4,0.5 g/L, MgSO_4 的添加量分别为 0.3,0.4,0.5 g/L,选用 $L_9(3^4)$ 正交试验表进行试验,筛选出营养因子的最佳添加量。以粗蛋白含量作为检测指标,确定啤酒酵母菌在红枣汁中增殖时添加营养因子的最优组合。

1.5 风味型酵母味素的制备

1.5.1 反应时间对制备风味型酵母味素的影响 按体系总量配制质量分数为 20% 的酵母抽提物混合液,按 25 g/kg 添加复合还原糖($m(\text{葡萄糖}):m(\text{木糖})=4:1$),按照 20 g/kg 添加含硫化物($m(\text{半胱氨酸}):m(\text{硫胺素})=2:1$),于 110 ℃ 下分别反应 30,45,60,75 和 90 min,即得风味型酵母味素,通过测定反应后氨基酸态氮损失率和香气评定结果,确定最佳反应时间。

1.5.2 反应温度对制备风味型酵母味素的影响 其他条件同 1.5.1,将上述酵母抽提物混合液分别在 90,100,110,120 和 130 ℃ 下反应 60 min,即得风味型酵母味素。通过测定反应后氨基酸态氮损失率和香气评定结果确定最佳反应温度。

1.5.3 复合糖添加量对制备风味型酵母味素的影响 其他条件同 1.5.1,在质量分数为 20%的酵母抽提物混合液中分别添加 10,15,20,25 和 30 g/kg 的复合还原糖,于 110 ℃下反应 60 min,即得风味型酵母味素,通过测定反应前后氨基酸态氮损失率和香气评价结果确定复合还原糖的最适添加量。

1.5.4 含硫化物添加量对制备风味型酵母味素的影响 其他条件同 1.5.1,在质量分数为 20%的酵母抽提物混合液中按添加 25 g/kg 的复合还原糖,再分别添加 10,15,20,25 和 30 g/kg 的含硫化物,于 110 ℃下反应 60 min 即得风味型酵母味素,通过测定反应后氨基酸态氮损失率和香气评定结果确定含硫化物的最适添加量。

1.6 数据处理

测定和分析结果采用 DPS 7.05 和 Excel 进行处理。

2 结果与分析

2.1 酵母菌菌种的选择

以红枣汁为培养基时,培养 50 h 后不同酵母菌产蛋白能力见图 1。从图 1 可知,啤酒酵母菌和产朊假丝酵母菌的产蛋白能力高于热带假丝酵母菌,

且啤酒酵母菌的产蛋白能力最强,高达 2.60 g/L。因此,本试验选用啤酒酵母菌作为生产菌株。

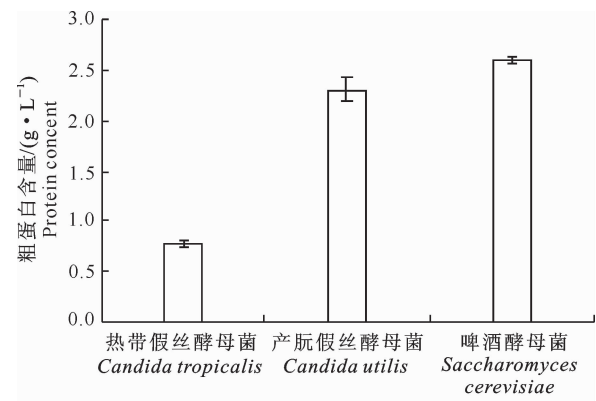


图 1 红枣汁中不同酵母菌种产蛋白能力的比较

Fig. 1 Comparison of protein producing ability of different yeasts in jajube juice

2.2 酵母菌增殖条件的优化

以红枣汁 SSC 含量、培养温度、红枣汁 pH、接种量和摇床转速为试验因素,以粗蛋白含量作为检测指标,用 L₂₅(5⁶)正交试验对酵母菌增殖条件进行优化试验,筛选出最佳培养液,确定啤酒酵母菌在红枣汁中增殖的最优条件。所得正交试验结果见表 1,其方差分析结果见表 2。

表 1 红枣汁中酵母菌增殖条件优化的 L₂₅(5⁶)正交试验结果

Table 1 L₂₅(5⁶) orthogonal test results for optimizing the proliferation conditions of yeasts in jujube juice

试验号 No.	A 红枣汁 SSC 含量/ (g · kg ⁻¹) SSC content of jujube juice	B 培养温度/℃ Culture temperature	C 红枣汁 pH pH of jujube juice	D 接种量/ (mL · L ⁻¹) Inoculation amount	E 摇床转速/ (r · min ⁻¹) Shaker speed	空列 Null column	粗蛋白含量/ (g · L ⁻¹) Protein content
1	1(50)	1(26)	1(4.0)	1(10)	1(130)	1	1.21
2	1	2(28)	2(4.5)	2(20)	2(160)	2	1.95
3	1	3(30)	3(5.0)	3(30)	3(190)	3	2.41
4	1	4(32)	4(5.5)	4(40)	4(220)	4	2.40
5	1	5(34)	5(6.0)	5(50)	5(250)	5	2.40
6	2(100)	1	2	3	4	5	2.62
7	2	2	3	4	5	1	2.90
8	2	3	4	5	1	2	2.31
9	2	4	5	1	2	3	1.31
10	2	5	1	2	3	4	2.31
11	3(150)	1	3	5	2	4	2.63
12	3	2	4	1	3	5	1.50
13	3	3	5	2	4	1	2.15
14	3	4	1	3	5	2	2.44
15	3	5	2	4	1	3	2.31
16	4(200)	1	4	2	5	3	2.11
17	4	2	5	3	1	4	1.93
18	4	3	1	4	2	5	2.70
19	4	4	2	5	3	1	3.50
20	4	5	3	1	4	3	1.30

续表 1 Continued table 1							
试验号 No.	A 红枣汁 SSC 含量/ (g·kg ⁻¹) SSC content of jujube juice	B 培养温度/℃ Culture temperature	C 红枣汁 pH pH of jujube juice	D 接种量/ (mL·L ⁻¹) Inoculation amount	E 摇床转速/ (r·min ⁻¹) Shaker speed	空列 Null column	粗蛋白含量/ (g·L ⁻¹) Protein content
21	5(250)	1	5	4	3	2	2.65
22	5	2	1	5	4	3	2.15
23	5	3	2	1	5	4	1.28
24	5	4	3	2	1	5	1.64
25	5	5	4	3	2	1	2.22
K ₁	2.07	2.25	2.16	1.32	1.88	2.40	
K ₂	2.29	2.09	2.33	2.03	2.16	2.34	
K ₃	2.30	2.17	2.18	2.32	2.48	1.93	
K ₄	2.29	2.26	2.11	2.59	2.12	2.11	
K ₅	1.99	2.11	2.09	2.59	2.23	2.17	
R	1.32	0.17	0.24	1.28	0.60	0.47	

表 2 红枣汁中酵母菌增殖条件优化的 L₂₅(5⁶) 正交试验结果的方差分析

Table 2 Variance analysis of L₂₅(5⁶) orthogonal test results on optimizing the proliferation conditions of yeasts in jujube juice

变异来源 Variance source	偏差平方和 Sum of squared deviation	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F	P	显著性 Significance
红枣汁 SSC 含量/(g·kg ⁻¹) SSC content of jujube juice	0.38	4	0.10	1.11	0.009 1	* *
培养温度/℃ Culture temperature	0.12	4	0.03	0.36	0.077 6	
红枣汁 pH pH of jujube juice	0.18	4	0.05	0.53	0.052 9	
接种量/(mL·L ⁻¹) Inoculation amount	5.64	4	1.41	16.35	0.009 6	* *
摇床转速/(r·min ⁻¹) Shaker speed	0.92	4	0.23	2.65	0.043 8	*
误差 Error	0.35	4	0.09			

注: * *, 差异极显著($P<0.01$); *, 差异显著($P<0.05$)。表 4 同。

Note: * *, Extremely significant difference ($P<0.01$); *, Significant difference ($P<0.05$). The same for Table 4.

由表 1 可知,啤酒酵母菌的最佳增殖条件为 A₃B₄C₂D₄E₃,即红枣汁可溶性固形物含量为 150 g/kg,温度 32 ℃,红枣汁 pH 4.5(保持自然即可),接种量 40 mL/L,摇床转速 190 r/min。在该条件下进行验证试验,测得啤酒酵母菌中的粗蛋白含量为 3.60 g/L,高于正交试验结果(表 1)中的最大值 3.50 g/L。表 2 结果表明,红枣汁 SSC 和接种量对酵母菌的增殖效果影响极显著,摇床转速对其影响显著,温度和红枣汁 pH 对其影响不显著。

2.3 营养因子的优化

以 NH₄H₂PO₄、NaHSO₃、MgSO₄ 的添加量为因素,以粗蛋白含量作为检测指标,选用 L₉(3⁴) 正交试验进行酵母菌增殖营养因子的优化,并确定啤酒酵母菌在红枣汁中增殖时营养因子的最优添加量。在设定条件下,得到营养因子添加量的 L₉(3⁴) 正交试验结果见表 3,其方差分析结果如表 4 所示。

表 3 红枣汁中酵母菌增殖营养因子优化的 L₉(3⁴) 正交试验结果

Table 3 L₉(3⁴) orthogonal test results for optimizing the trophic factors for yeast proliferation in jujube juice

试验号 No.	A NH ₄ H ₂ PO ₄ / (mol·L ⁻¹)	B NaHSO ₃ / (g·L ⁻¹)	C MgSO ₄ / (g·L ⁻¹)	空列 Null column	粗蛋白含量/ (g·L ⁻¹) Protein content
1	1(0.02)	1(0.3)	1(0.3)	1	3.73
2	1	2(0.4)	2(0.4)	2	5.42
3	1	3(0.5)	3(0.5)	3	4.46
4	2(0.03)	1	2	3	6.02
5	2	2	3	1	5.95
6	2	3	1	2	4.99
7	3(0.04)	1	3	2	5.99

续表 3 Continued table 3

试验号 No.	A NH ₄ H ₂ PO ₄ / (mol · L ⁻¹)	B NaHSO ₃ / (g · L ⁻¹)	C MgSO ₄ / (g · L ⁻¹)	空列 Null column	粗蛋白含量 / (g · L ⁻¹) Protein content
8	3	2	1	3	5.86
9	3	3	2	1	5.15
K ₁	4.54	5.25	4.86	4.94	
K ₂	5.65	5.75	5.53	5.46	
K ₃	5.57	4.86	5.47	5.45	
R	1.13	0.88	0.67	0.52	

表 4 酵母菌增殖营养因子优化的 L₉ (3⁴) 正交试验结果的方差分析

Table 4 Variance analysis of L₉ (3⁴) orthogonal test results on optimizing the trophic factors for yeast proliferation

变异来源 Variance source	偏差平方和 Sum of squared deviation	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F	P	显著性 Significance
NH ₄ H ₂ PO ₄	2.53	2	1.26	4.84	0.009 6	* *
NaHSO ₃	1.17	2	0.59	2.24	0.017 4	*
MgSO ₄	0.82	2	0.41	1.56	0.062 9	
误差 Error	0.52	2	0.26			

由表 3 可知,红枣汁中营养因子的最佳添加量组合为 A₂B₂C₂,即 NH₄ H₂ PO₄、NaHSO₃ 和 MgSO₄ 的最适添加量分别为 0.03 mol/L、0.4 g/L 和 0.4 g/L。在该条件下进行验证试验,测得啤酒酵母菌粗蛋白含量达 6.11 g/L,高于正交试验结果(表 3)中的最大值 6.02 g/L。表 4 结果表明,红枣汁中添加 NH₄ H₂ PO₄ 对酵母菌的增殖效果影响极显著,添加 NaHSO₃ 对其影响显著,添加 MgSO₄ 对其影响不显著。

2.4 风味型酵母味素的制备

2.4.1 反应时间对风味型酵母味素的影响 将添加复合还原糖和含硫化合物的啤酒酵母抽提物混合液进行美拉德反应,反应时间对氨基酸态氮损失率的影响见图 2。从图 2 可知,氨基酸态氮损失率随着反应时间的延长而增大,并且呈前期逐渐上升而后期趋于平缓的趋势。在反应的前 60 min 内,混合

溶液中的氨基酸随反应时间延长逐步发生反应并逐渐出现烤肉香味,反应 60 min 时氨基酸态氮损失率达到最大值,同时烤肉香味也最柔和,60 min 之后氨基酸态氮损失率变化不明显,且伴随有焦味。说明美拉德反应进行到 60 min 时,氨基酸的利用达到最大且较为充分地转化为风味物质。综合分析认为,美拉德反应时间以 60 min 为宜。

2.4.2 反应温度对风味型酵母味素的影响 在啤酒酵母抽提物混合液中添加复合还原糖和含硫化合物,于不同温度下进行美拉德反应,测得反应后氨基酸态氮损失率如图 3 所示。由图 3 可知,随着反应温度的升高,混合液的氨基酸态氮损失率呈现上升趋势,反应温度低于 110 ℃时,氨基酸态氮的损失率变化较平缓,烤肉香味逐渐明显;高于 110 ℃后,氨基酸态氮的损失率变化程度加剧并伴有焦味。综合分析认为,美拉德反应的最适反应温度为 110 ℃。

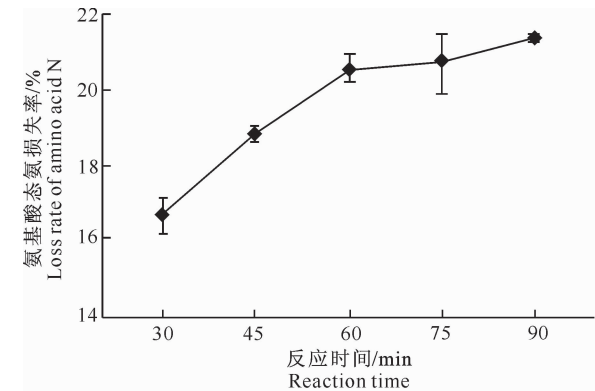


图 2 反应时间对氨基酸态氮损失率的影响

Fig. 2 Effect of time on losing rate of amino acid nitrogen

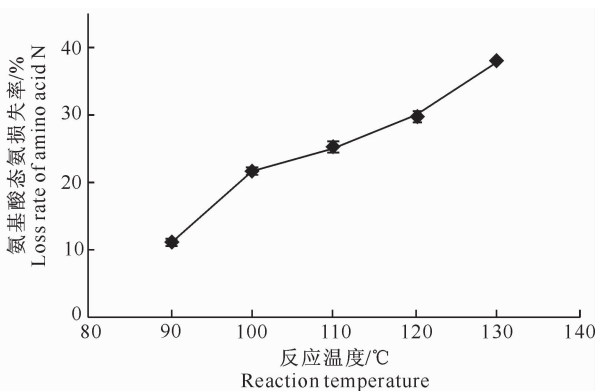


图 3 反应温度对氨基酸态氮损失率的影响

Fig. 3 Effect of temperature on losing rate of amino acid nitrogen

2.4.3 复合糖添加量对风味型酵母味素的影响

在啤酒酵母抽提物混合液中添加含硫化合物和不同

量的复合糖进行美拉德反应,测得反应后氨基酸态氮损失率如图 4 所示。由图 4 可知,随着复合糖添加量的增加,氨基酸态氮损失率呈上升趋势,烤肉香味逐渐明显并趋于柔和;当其添加量高于 25 g/kg 后,氨基酸态氮损失率虽仍上升,但速率明显放缓,同时开始产生焦味并趋于明显。说明适量的复合还原糖可消耗氨基酸及氨基化合物,从而促进反应的进行,复合糖若过量则会因为过度的焦糖化反应致使产物有焦味产生。综合分析认为,复合还原糖的适宜添加量为 25 g/kg。

2.4.4 含硫化合物添加量对风味型酵母味素的影响

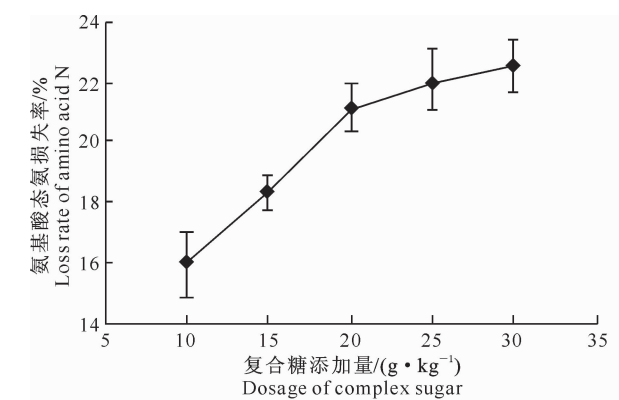


图 4 复合糖添加量对氨基酸态氮损失率的影响
Fig. 4 Effect of content of complex sugars on losing rate of amino acid nitrogen

2.5 风味型酵母味素氨基酸含量的测定

试验所制备的风味型酵母味素为褐色液浆,表面无可见杂质,具有该产品特有的烤肉香味。经测

定,其水分含量为 601 g/kg、pH 为 5.7、氯化钠含量为 184 g/kg,并含有丰富的氨基酸,各种氨基酸的含量见表 5。

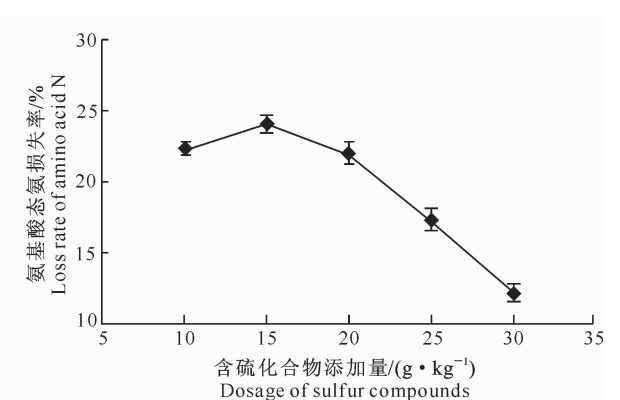


图 5 含硫化合物添加量对氨基酸态氮损失率的影响
Fig. 5 Effect of content of sulfur compounds on losing rate of amino acid nitrogen

定,其水分含量为 601 g/kg、pH 为 5.7、氯化钠含量为 184 g/kg,并含有丰富的氨基酸,各种氨基酸的含量见表 5。

表 5 风味型酵母味素中的氨基酸成分及其含量

Table 5 Types and contents of amino acids in flavored yeast extract

氨基酸种类 Amino acid	含量/(g · kg ⁻¹) Content	氨基酸种类 Amino acid	含量/(g · kg ⁻¹) Content	氨基酸种类 Amino acid	含量/(g · kg ⁻¹) Content
天冬氨酸 Asp	2.14	半胱氨酸 Cys	0.76	苯丙氨酸* Phe	1.02
苏氨酸* Thr	0.45	缬氨酸* Val	1.66	赖氨酸* Lys	2.10
丝氨酸 Ser	0.63	蛋氨酸* Met	0.10	组氨酸* His	0.44
谷氨酸 Glu	2.48	异亮氨酸* Ile	1.23	精氨酸* Arg	0.13
甘氨酸 Gly	1.88	亮氨酸* Leu	1.78	脯氨酸 Pro	0.86
丙氨酸 Ala	3.45	酪氨酸 Tyr	0.97		

3 讨论与结论

选定产蛋白质能力最强的啤酒酵母菌为本试验的最佳菌种,其增殖工艺参数为:在可溶性固形物含量为 150 g/kg 的红枣汁中,按体积比 40 mL/L 接入啤酒酵母菌种子液,并添加 0.03 mol/L NH₄H₂PO₄、0.4 g/L NaHSO₃、0.4 g/L MgSO₄ 等营养因子,保持 pH 自然,于 32 ℃ 下用转速 190 r/min 的摇床振荡培养 50 h。以上述条件下获得的

酵母菌为原料,采用自溶法进行破壁,在质量分数 20% 的啤酒酵母抽提物混合液中,按 25 g/kg 添加复合还原糖($m(\text{葡萄糖}):m(\text{木糖})=4:1$)、按 15 g/kg 添加含硫化合物($m(\text{半胱氨酸}):m(\text{硫胺素})=2:1$),于 110 ℃ 下加热 60 min,即可获得风味型酵母味素。

[参考文献]

[1] 吴宇宽,刘章武. 红枣红色素提取方法的优化研究 [J]. 现代食

- 品科技,2008,24(3):265-268.
- Wu Y K,Liu Z W. Optimization of red pigment extraction from jujube [J]. *Modern Food Science and Technology*,2008,24(3): 265-268. (in Chinese)
- [2] 王 娜,潘志利,谢新华,等. 红枣渣中芦丁的提取工艺研究 [J]. *食品科学*,2009,30(16):185-188.
- Wang N,Pan Z L,Xie X H,et al. Optimization of ethanol extraction of rutin from Chinese jujube residue by response surface methodology [J]. *Food Science*,2009,30(16):185-188. (in Chinese)
- [3] 阎忠心,鲁周民,刘 坤,等. 我国红枣资源加工利用研究现状与发展 [J]. *西北农林科技大学学报:自然科学版*,2010,38(6):102-108.
- Yan Z X,Lu Z M,Liu K,et al. The present situation and prospect of Chinese jujube resource in processing and utilization [J]. *Journal of Northwest A&F University:Natural Science Edition*,2010,38(6):102-108. (in Chinese)
- [4] 蒋荣华,邵佩兰,杨丽娟,等. 微波辅助提取红枣色素研究 [J]. *农业科学研究*,2010,31(3):21-23.
- Jiang R H,Shao P L,Yang L J,et al. Research of microwave-assisted extraction technology of red jujube pigment [J]. *Journal of Agricultural Sciences*,2010,31(3):21-23. (in Chinese)
- [5] 武 运,杨清龙,李瑾瑜,等. 新疆哈密红枣酒酿造工艺研究 [J]. *食品科学*,2009,30(2):283-285.
- Wu Y,Yang Q L,Li J Y,et al. Study on brewing process of wine with dried jujube from Hami Area of Xinjiang [J]. *Food Science*,2009,30(2):283-285. (in Chinese)
- [6] 叶 林,陈晓萍,陈晓花,等. 残次红枣皮色素稳定性的研究 [J]. *食品工业*,2011(1):4-7.
- Ye L,Chen X P,Chen X H,et al. Study on the pigment stability of inferior jujube peel [J]. *The Food Industry*,2011(1):4-7. (in Chinese)
- [7] 董婷婷,张宝善,孙 娟,等. 可食性单细胞蛋白的研究进展 [J]. *食品工业科技*,2012,33(3):417-421.
- Dong T T,Zhang B S,Sun J,et al. Research progress in edible single cell protein [J]. *Science and Technology of Food Industry*,2012,33(3):417-421. (in Chinese)
- [8] 张宝善,陈锦屏,李冬梅. 利用次等红枣生产果醋的工艺研究 [J]. *农业工程学报*,2004,20(2):213-216.
- Zhang B S,Chen J P,Li D M. Process research on producing fruit vinegar with inferior jujube [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*,2004,20(2):213-216. (in Chinese)
- [9] 张宝善,陈锦屏,李 强,等. 红枣汁的提取方法 [J]. *食品与发酵工业*,2003,29(12):67-71.
- Zhang B S,Chen J P,Li Q,et al. Study on extracting Chinese jujube juice [J]. *Food and Fermentation Industries*,2003,29(12):67-71. (in Chinese)
- [10] 鲁周民,张 丽,尹 蓉,等. 酶解条件对红枣汁主要成分的影响 [J]. *农业工程学报*,2009,25(1):300-302.
- Lu Z M,Zhang L,Yin R,et al. Effects of the enzymolysis conditions on primary nutrition components of jujube juice [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*,2009,25(1):300-302. (in Chinese)
- [11] 杨芙莲,聂小伟. 超声波辅助果胶复合酶酶解浸提红枣汁的工艺研究 [J]. *食品与发酵工业*,2010,36(9):97-101.
- Yang F L,Nie X W. Extraction technology of making jujube juice From ultrasonic-assisted enzymatic lysate [J]. *Food and Fermentation Industries*,2010,36(9):97-101. (in Chinese)
- [12] 杨芙莲,聂小伟. 不同酶解条件对提取红枣汁效果的探讨 [J]. *陕西科技大学学报*,2010,28(4):37-41.
- Yang F L,Nie X W. Study on the different enzymolysis conditions on effects of extraction jujube juice [J]. *Journal of Shaanxi University of Science & Technology*,2010,28(4):37-41. (in Chinese)
- [13] 李建政,张 平,王 硕,等. 大豆乳清废水发酵生产单细胞蛋白的酵母 [J]. *哈尔滨工业大学学报*,2009,41(2):48-52.
- Li J Z,Zhang P,Wang S,et al. Yeasts for single-cell protein production by soybean whey fermentation [J]. *Journal of Harbin Institute of Technology*,2009,41(2):48-52. (in Chinese)
- [14] Koutinas A A,Wang R H,Webb C. Development of a process for the production of nutrient supplements for fermentations based on fungal autolysis [J]. *Enzyme and Microbial Technology*,2005,36(56):629-638.
- [15] Anthong J,Chokyun. Release of single cell protein by induced cell lysis [J]. *Food Science*,1982,47(6):207-320.
- [16] Pozo-Dengra J,Martinez-Rodriguez S,Martinez-Gomez A I,et al. Screening of autolytic yeast strains for production of L-amino acids [J]. *Enzyme and Microbial Technology*,2006,40(1):46-50.
- [17] 高玉荣. 啤酒废酵母自溶条件的研究 [J]. *酿酒科技*,2002(2):74-78.
- Gao Y R. Research on autolysis conditions of beer waste yeast [J]. *Liquor-Making Science and Technology*,2002(2):74-78. (in Chinese)