

# 淮山醋及醋饮料生产工艺研究

李柔 余兆硕 唐琦 嵇宏杰 麻成金 吴竹青\*

(吉首大学食品科学研究所,湖南吉首 416000)

**摘要** 以淮山为原料,探讨淮山醋及醋饮料生产工艺条件。采用单因素试验和正交试验进行条件优化,研究结果表明,淮山醋酸发酵工艺优化条件为摇床转速 160 r/min,发酵时间 7 d,发酵温度 32 ℃,醋酸菌接种量 1.0%。在此优化条件下的产酸量达 3.67 g/100 mL;淮山醋饮料的优化配方为淮山原醋液用量 20%,CMC-Na 用量 0.08%,果葡糖浆用量 6%,柠檬酸用量 0.2%。

**关键词** 淮山;醋酸发酵;淮山醋;醋饮料;生产工艺

中图分类号 TS27 文献标识码 A 文章编号 1007-5739(2015)23-0288-02

## Production Technology of Yam Vinegar and Its Vinegar Beverage

LI Rou YU Zhao-shuo TANG Qi JI Hong-jie MA Cheng-jin WU Zhu-qing\*

(Institute of Food Science, Jishou University, Jishou Hunan 416000)

**Abstract** Using yam as material, production technology process of yam vinegar and its vinegar beverage was discussed. Based on single factor determined by the orthogonal experiment, the conditions were optimized. Results showed that the optimal fermentation conditions for vinegar yam were as follows: the shaking speed were 160 r/min, the fermentation time was 7 days, the fermentation temperature was 32 ℃, the inoculation amount of acetic acid bacteria was 1.0%. Under these optimized conditions, the produce acid amount was 3.67 g/100 mL. The best raw materials ratio of yam vinegar beverage was yam vinegar 20%, CMC-Na 0.08%, fructose syrup 6%, citric acid 0.2%.

**Key words** yam; acetic fermentation; yam vinegar; vinegar beverage; production process

淮山(*Dioscorea opposita* Thunb)又称山药,为薯蓣科植物薯蓣的块茎,是我国传统的药食兼用植物资源。淮山营养丰富,富含淀粉、蛋白质、维生素及其他生物活性物质,具有提高免疫功能、改善消化功能、降血糖等多种功效<sup>[1-2]</sup>,是加工保健食品的良好原料。

富含淀粉块茎类植物研制发酵醋及醋饮料已有较多的文献报道,山药发酵产品研究也有部分文献报道<sup>[3-6]</sup>,但目前未见淮山醋及其醋饮料研究的相关文献。本试验以淮山为原料,经液化、糖化得到淮山汁液,然后进行酒精发酵和醋酸发酵,得到淮山醋,再调配成淮山醋饮料,采用正交试验优化醋酸发酵条件和饮料配方,旨在为我国淮山资源的综合利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与仪器

**1.1.1 试验材料。**淮山,购于吉首市超市。高温 $\alpha$ -淀粉酶(40 000 U/g)、糖化酶(100 000 U/g),上海佳和生物科技有限公司;活性酿酒干酵母,湖北安琪公司;酿醋醋酸菌,上海佳民酿造食品有限公司;F55 果葡糖浆、蔗糖、CMC-Na、柠檬酸、食用酒精等均为食品级。

**1.1.2 仪器。**SPX-250B-Z 型生化培养箱;HZQ-QA 全温培养摇床;DS-1 电动组织捣碎机;HH-S2 恒温水浴锅;LXJ-IIB 离心机;数字式 pH 计;YXQ-SG46-280S 手提式压力蒸汽灭菌锅;FA2004 电子天平;酒精度折光仪;WYT 手持糖量计。

### 1.2 工艺流程及操作要点

**1.2.1 工艺流程。**淮山→清洗→去皮→切片→烫漂→捣碎打浆→加 $\alpha$ -淀粉酶酶解液化→加糖化酶糖化→过滤→澄清淮山汁液→糖度调整→酒精发酵→调整酒精浓度→醋酸发酵→陈酿→过滤→调配→灌装→灭菌→检验→成品。

基金项目 吉首大学校级科研项目(14JDX025)。

\* 通讯作者

收稿日期:2015-01-04

**1.2.2 操作要点。**原料预处理:选取成熟新鲜、无病虫害和机械损伤的淮山,洗净切片,在 90 ℃水中热烫 5 min,加入原料质量 2 倍的去离子水进行打浆。酶解与糖化:将打浆后等浆液的 pH 值调整到 6.5 左右,加入 0.15%  $\alpha$ -淀粉酶约在 60 ℃条件下酶解 12 h,澄清过滤,4 500 r/min 离心 10 min,再加入 0.2%糖化酶,在 60 ℃条件下糖化 24 h<sup>[7]</sup>。酒精发酵:调整糖化液糖度为 18%,加入活化后的酿酒酵母,在 28 ℃条件下进行 8 d 酒精发酵,得淮山酒精发酵液。醋酸发酵:将淮山发酵液酒精度调整为 6%,接种醋酸菌,在 32 ℃条件下进行通气醋酸发酵,得淮山发酵醋液,然后进行陈酿处理。饮料调配:按确定的淮山醋饮料配方,将陈酿后淮山发酵醋液与其它辅料进行混合,经过均质、罐装、灭菌、保温检验等处理工序,得到饮料产品。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 醋酸发酵优化试验。**在单因素试验基础上,选取摇床转速、发酵时间、发酵温度及醋酸菌接种量为考察因素,进行  $L_9(3^4)$  正交试验,以酸度为评判指标,优化淮山醋的醋酸发酵工艺条件<sup>[8]</sup>。正交试验因素水平见表 1。

表 1 醋酸发酵正交试验  $L_9(3^4)$  因素水平

水平	因素			
	摇床转速(A) r/min	发酵时间(B) d	发酵温度(C) ℃	醋酸菌接种量 (D)//%
1	130	5	30	0.6
2	160	6	32	0.8
3	190	7	34	1.0

**1.3.2 淮山醋饮料配方优化试验。**选取淮山发酵醋液、果葡糖浆、柠檬酸、CMC-Na 作为配料,在单因素试验基础上,以饮料品质的感官评分为评价指标,进行  $L_9(3^4)$  正交试验,对饮料配方进行优化<sup>[9]</sup>。因素水平取值见表 2。

**1.3.3 总酸、总糖测定和微生物指标的检测。**还原糖测定参照 GB/T5009.7—2008;总酸测定参照 GB/T12456—2008;微生物检测参照 GB4789.1—2010。http://www.cnki.net

表2 淮山醋饮料配方正交试验  $L_9(3^4)$  因素水平

水平	因素			
	淮山醋(A) %	CMC-Na(B) %	果葡糖浆(C) %	柠檬酸(D) %
1	15	0.08	4	0.10
2	20	0.10	5	0.15
3	25	0.12	6	0.20

1.3.4 感官评价方法。以体态、香气、滋味、色泽为指标,对淮山醋饮料进行感官评定,评价标准见表3。

表3 淮山醋饮料感官评定标准

项目	最高分	评分标准					
		描述(较好)	分值//分	描述(中等)	分值//分	描述(较差)	分值//分
色泽	20	琥珀色或微淡黄色	15~20	偏褐黄色	10~14	色泽失真	<9
体态	30	饮料澄清、透明、无沉淀	25~30	饮料澄清、透明,有极少量沉淀	20~24	饮料澄清,液体浑浊,摇动时有大量沉淀	<19
香气	15	具有淮山酿造香气,味道柔和刺激味少	10~15	稍有淮山酿造香气,有刺激味	5~9	无香味,刺激味较重或有异臭	<5
滋味	35	口感好,酸甜适中爽口,无异味	30~35	口感较好,酸甜比例不合适,无异味	25~29	口感差,酸甜比例不合适,有异味	<24

注:满分为100分。

分别进行摇床转速、发酵时间、发酵温度、醋酸菌接种量对淮山醋发酵效果影响的单因素试验,结果可知,当摇床转速160 r/min、发酵时间6 d、发酵温度32℃、醋酸菌接种量0.8%时,可以取得较好的效果。然后进行正交试验,对发酵工艺条件进行优化,正交试验设计及结果见表4。

表4 醋酸发酵正交试验设计及结果

试验号	摇床转速 (A)//r/min	发酵时间 (B)//d	发酵温度 (C)//℃	醋酸菌接种 量(D)//%	酸度 g/100 mL
1	1	1	1	1	2.71
2	1	2	2	2	2.96
3	1	3	3	3	3.13
4	2	1	2	3	3.65
5	2	2	3	1	3.37
6	2	3	1	2	3.22
7	3	1	3	2	3.16
8	3	2	1	3	3.34
9	3	3	2	1	3.54
$k_1$	2.93	3.17	2.91	3.21	
$k_2$	3.41	3.22	3.38	3.11	
$k_3$	3.35	3.30	3.22	3.37	
R	1.44	0.37	1.41	0.78	

由表4极差R可知,各因素的影响顺序依次为  $A>C>D>B$ ,说明正交试验的各因素水平中摇床转速、发酵温度、醋酸菌接种量、发酵时间对淮山保健醋醋酸发酵产酸量的影响是依次减小的。优水平组合为  $A_3B_3C_2D_3$ ,即:摇床转速为160 r/min、发酵时间为7 d、发酵温度为32℃、醋酸菌接种量1.0%,在此优化条件下进行验证试验,测得产酸量平均值为3.67 g/100 mL。

### 2.3 淮山醋饮料配方优化正交试验

分别进行淮山醋液用量、CMC-Na用量、F55果葡糖浆用量、柠檬酸用量对醋饮料感官品质影响的单因素试验,结果显示,当淮山醋液用量20%、CMC-Na用量0.1%、F55果葡糖浆用量5%、柠檬酸用量0.15%时,可以取得较好的结果。然后进行配方优化正交试验,结果见表5。

由表5极差R值可知,影响醋饮料感官品质的各因素主次顺序为  $A>D>C>B$ ,即依次为淮山醋用量、柠檬酸用量、果葡糖浆用量、CMC-Na用量。优化水平组合为  $A_1B_1C_1D_1$ ,即

## 2 结果与分析

### 2.1 酒精发酵试验

参照文献<sup>[7]</sup>,对部分参数进行适当调整。采用酵母接种量0.1%、淮山糖化液糖度18%、发酵温度28℃、发酵时间8 d进行酒精发酵,在该条件下得到淮山发酵液酒精度平均值为9.8%(v/v)。

### 2.2 醋酸发酵优化试验

在其他条件固定的情况下,发酵液酒精度调整为6%,

表5 淮山醋饮料配方正交试验设计与结果

试验号	淮山醋液 (A)//%	CMC-Na (B)//%	果葡糖浆 (C)//%	柠檬酸(D) %	感官评分 分
1	1	1	1	1	75
2	1	2	2	2	81
3	1	3	3	3	86
4	2	1	2	3	89
5	2	2	3	1	83
6	2	3	1	2	82
7	3	1	3	2	81
8	3	2	1	3	76
9	3	3	2	1	74
$k_1$	80.7	81.7	77.7	77.3	
$k_2$	84.7	80.0	81.3	81.3	
$k_3$	77.0	80.7	83.3	83.7	
R	7.7	1.70	5.6	6.4	

淮山醋用量20%、CMC-Na用量0.08%、果葡糖浆用量6%、柠檬酸用量0.2%,按此优化配方进行3次验证试验,醋饮料感官评分平均值达91分。

## 3 结论

本试验以淮山为原料,经预处理、酶解和糖化,进行酒精发酵,发酵条件为干酵母用量0.1%、淮山糖化液糖度18%、发酵温度28℃、发酵时间8 d,淮山发酵液酒精度平均值为9.8%(v/v);然后进行醋酸发酵和醋饮料配方的优化试验,正交试验结果得出醋酸发酵优化工艺条件为酒精度6%(v/v),摇床转速160 r/min,醋酸菌接种量1.0%,发酵温度为32℃,发酵时间为7 d,在此优化条件下,产酸量达到3.67 g/100 mL;淮山醋饮料优化配方为淮山醋液用量20%、CMC-Na用量0.08%、F55果葡糖浆用量6%、柠檬酸用量0.2%,饮料产品色泽晶莹剔透,醋香浓郁,淡淡淮山清香,酸甜爽口<sup>[10-12]</sup>。

## 4 参考文献

- 刘丽旋,杨碧敏,张婷婷,等.淮山的化学成分和药理作用研究进展[J].包装与食品机械,2015,33(1):46-50.
- 李敏.山药活性成分提取技术及药理功能的研究进展[J].南方农业学报,2013,44(7):1184-1190.
- 李魁,毛利厂.山药板栗保健稠酒的研究[J].中国酿造,2009,157(11):71-74.

(下转第292页)

膜逐渐增厚,流动性增加,降低乳化性。

## 2.6 水解度对起泡性与泡沫稳定性的影响

由表2可知,随着水解时间、水解度的增加,分别为2 h(13.91%)、3 h(20.47%)、5 h(29.01%)、10 h(39.10%),起泡性也呈现逐渐呈递增趋势,分别为47%、55%、75%、83%。对于泡沫稳定性,除了10 min的处理以外,30、60、90、120 min处

表2 水解度对起泡性与泡沫稳定性的影响

水解时间 h	水解度 %	起泡性 %	泡沫稳定性/%				
			10 min	30 min	60 min	90 min	120 min
2	13.91	47	73.6	63.4	50.8	42.4	37.4
3	20.47	55	74.4	60.3	51.5	41.4	36.4
5	29.01	75	71.6	59.6	48.7	37.8	33.9
10	39.10	83	73.5	59.4	46.6	33.1	24.8

在蛋白质水解过程中,要控制各因素,使蛋白质在亲水性和疏水性之间达到均衡<sup>[11]</sup>。

## 2.7 水解度对鱼蛋白酶解产物粘度的影响

由图4可以看出,在蛋白质水解度小于35.78%时,溶液的粘度与水解度成正向影响,水解度超过35.78%时,粘度达到峰值,为48 mPa·s后,随后出现下降。

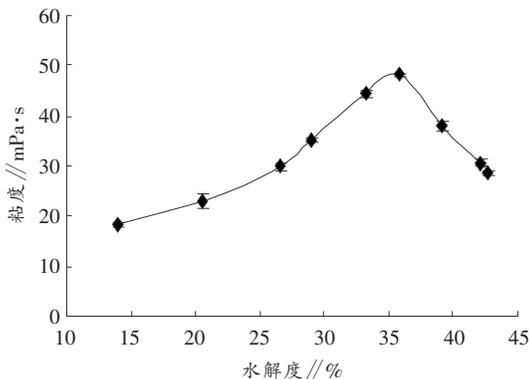


图4 水解度对粘度的影响

从蛋白质粘度的机理分析,鱼肉蛋白经蛋白酶水解后,溶解度迅速提高,促进了较长的肽链在溶液中的开解和伸展,此时溶液中的水合程度较高,溶液油-水界面粘度显著提高。但当酶解程度继续增强时,肽链的长度伸展而减小,肽链间的相互作用和交联也随之降低,蛋白溶液的粘度相应下降<sup>[12]</sup>。

## 3 结论

蛋白质溶解性方面,在不同pH值条件下,水解度的变化会直接影响蛋白质水解产物的溶解性。蛋白质溶解性随水解度的增大而提高;在不同水解度条件下,蛋白质产物在pH=5或pH=6的等电点出现时,溶解度下降;随着水解度的增加,pH值对蛋白质溶解性的影响趋于平缓。本试验结果表明,蛋白酶分步水解能使鱼肉蛋白质水解产物的溶解度在强酸至强碱之间明显增加,在实际应用中,蛋白酶分步水

理泡沫稳定性随着水解度的提高而逐降。

从蛋白质水解机理分析,水解度适度提高,有利于增加多肽链的交联,提高蛋白质片层在溶液中的粘度,有利于疏水基团的分离,疏水基团的分离,会导致疏水性的提高,从而提高起泡能力,最终提高泡沫稳定性。

过高的水解度会导致起泡性和泡沫稳定性下降。因此

解对蛋白质水解产物在液态食品中的应用意义深远。

在蛋白质乳化性方面,在水解度低于39.10%时,水解产物的乳化性与水解度成正向增加;在水解度为39.1%时,乳化性峰值为104。水解度在此基础上继续提高,乳化能力减缓。

在蛋白质起泡性方面,随着水解时间的延长,水解度的增加,起泡性逐渐提高,除了10 min的处理以外,30、60、90、120 min处理泡沫稳定性随着水解度的提高而逐降。水解120 min的产物,稳定性仅为原来的53.82%,而水解600 min的产物,放置2 h稳定性为初始状态的33.74%。

在蛋白质粘度方面,水解度小于35.78%时,溶液的粘度与水解度成正向影响,水解度超过35.78%时,粘度达到峰值,为48 mPa·s,随后出现下降,粘度出现下降的趋势。

## 4 参考文献

- [1] 陈晶,熊善柏,李洁,等.白鲢鱼骨蛋白酶水解工艺研究[J].食品科学,2006,27(11):326-330.
- [2] 涂小珂,朱志伟,曾庆孝,等.罗非鱼肉双酶分步酶解制备Maillard反应基液的研究[J].食品科技,2005(7):43-46.
- [3] 熊善柏,王启明,赵山.乌鸡肉蛋白质分步酶解工艺与水解液澄清方法研究[J].食品工业科技,2000,21(4):17-19.
- [4] 赵国华.酶解大豆分离蛋白乳化特性的研究[J].中国粮油学报,2001,20(7):48-51.
- [5] 赵新淮,冯志彪.蛋白水解物水解度的测定[J].食品科学,1994(11):65-67.
- [6] 赵玉红,孔保华.鱼蛋白水解的研究进展[J].肉类工业,2003(3):31-34.
- [7] 江志炜,沈蓓英,潘秋琴.蛋白质加工技术[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [8] 徐志宏,魏振承.几种蛋白质功能性质的比较研究[J].食品科学,2006,27(12):249.
- [9] 崔莉,葛文光.核桃蛋白质功能性质的研究[J].食品科学,2000(1):13-16.
- [10] 王碧,王坤余,叶勇,等.水解胶原蛋白的溶解性和乳化性研究[J].皮革化工,2003,20(3):5-9.
- [11] CHEERY J P, MC WATTERS K H. Protein functionality in food[C]// ACS Symposium Series 147. Washington DC: American Chemical Society, 1997.
- [12] 谢良,王璋,蔡宝玉.大豆分离蛋白的组成与功能性质[J].中国粮油学报,2000,15(6):6-10.
- [8] 马晓珂,王振斌,马海乐,等.葛根多菌种混合发酵研制醋饮料试验[J].江苏大学学报(自然科学版),2014(6):667-673.
- [9] 郑平,吴幼茹,杨继伟,等.甘蔗醋及果醋饮料的生产工艺研究[J].中国酿造,2015,34(3):154-157.
- [10] 周文凤.柿子醋生产工艺研究[J].中国酿造,2002(3):21-23.
- [11] 周永治.食醋生产工艺流程[J].江苏调味副食品,2007(5):24-26.
- [12] 吴竹青,黄群,傅伟昌,等.柑桔果醋生产工艺研究[J].食品科学,2008(9):696-699.

(上接第289页)

- [4] 刘凤珠,牛小明.山药、豇豆复合发酵保健酸奶的研究[J].中国酿造,2008,43(23):67-73.
- [5] 赵贵红.牡丹花粉山药酸奶的研究[J].中国酿造,2008(3):92-94.
- [6] 李魁,毛利厂,路洪义.山药板栗保健稠酒的研究[J].中国酿造,2009(11):172-174.
- [7] 荆琳,贵云娜,王成荣.复合酶法生产芋头酒工艺条件优化[J].食品安