

菱角大豆速溶复合粉加工工艺的研究

魏海香,梁宝东,李湘利,冯磊,范永非

(济宁学院 生命科学与工程系,山东 曲阜 273155)

摘要:为促进菱角的深加工和新产品开发,以菱角和大豆为主要原料,研究了菱角大豆速溶复合粉的加工工艺。通过单因素和 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,探讨了菱角大豆速溶复合粉生产工艺及其关键技术。结果表明:1.0‰的焦亚硫酸钠和0.5%的柠檬酸协同作用对菱角护色效果最佳;0.2% NaHCO_3 对大豆的脱腥效果较好;不同因素对菱角大豆速溶复合粉的影响显著性顺序为菱角大豆比例>蔗糖>麦芽糊精。最佳配比组合为菱角大豆比例1:1,麦芽糊精5%,蔗糖6%。此工艺所得产品为口感细腻、风味独特、含糖量低和功能性强的新型固体饮料。

关键词:菱角;大豆;速溶;复合粉;加工工艺

中图分类号:TS214.2

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)03-0397-05

Research on Production Technology of Instant Compound Powder of Water Chestnut and Soybean

WEI Hai-xiang, LIANG Bao-dong, LI Xiang-li, FENG Lei, FAN Yong-fei

(Life Science and Engineering Department of Jining University, Qufu 273155, China)

Abstract: Using soybeans and water chestnuts as raw material, instant dissolved compound powder of water chestnut and soybean was researched to improve deep production of water chestnut and new product development. By monofactorial and $L_9(3^4)$ orthogonal test, the key processing technology of the instant compound powder of water chestnut and soybean was discussed. The synergistic of 1.0‰ sodium pyrosulfite and 1.0% citric acid had the best effect of protecting the color of water chestnut. Beany flavor of soybean was reduced by 0.2% sodium hydrogen carbonate. The influencing of tested factors on compound powder in descending order was the ratio of water chestnut to soybean > sugar > maltodextrin. The optimal formula was 1:1 of water chestnut to soybean ratio, 5% maltodextrin and 6% sucrose. The optimized product has a delicate taste and unique flavor, low sugar content and intensified function.

Key words: Water chestnut; Soybean; Instantly dissolved; Compound powder; Processing technology

菱角为一年蔓性水生草本植物,系菱科植物的果实,又称菱、菱实、沙角等。菱角品种繁多,以色列,有青菱、白菱、红菱、紫菱、元宝菱;以角分有四角菱、三角菱、两角菱^[1-2]。菱角营养价值和药用价值非常高,100 g老菱角可食部分中含蛋白质4.5 g,脂肪0.1 g,碳水化合物21.4 g,粗纤维1.7 g,胡萝卜素0.01 mg, Vc 13 mg, VB₁ 0.19 mg, VB₂ 0.06 mg,尼克酸1.5 mg,钾437 mg,钠5.8 mg,钙7 mg,镁7 mg,镁49 mg,磷93 mg,铁0.6 mg,锌0.62 mg^[3]。菱角具有消暑解热、益气健脾等功效,现已证明菱角含有抗癌的有效成分^[4],对治疗食道癌、乳腺癌等疾病有一定的疗效^[5]。

大豆中营养物质丰富,含有多种必需氨基酸,还含有丰富的异黄酮、大豆皂苷、大豆低聚糖等生物活性成分^[6-7]。

速溶豆粉营养丰富,食用快捷方便,深受消费者的喜爱。近年来,人们对菱角的保健和药理作用又有了深刻的认识,开发了菱角酱、菱角奶和菱角

罐头等多种保健食品。然而对菱角速溶粉方面尚缺乏研究。为此,采用菱角和大豆为原料,对菱角大豆速溶复合粉的生产工艺及其关键工序进行探讨,旨在开发一种天然、速溶、低腥味、新口味、高营养、功能性强的新型保健固体饮料,为菱角的深加工和新产品开发提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

供试材料菱角、大豆、麦芽糊精、蔗糖,均为市售。氢氧化钠、六偏磷酸钠、碳酸氢钠、食盐,均为食品级或食品添加剂。

供试主要仪器设备有电子天平、恒温鼓风干燥箱、数显恒温水浴锅、澳柯玛多功能榨汁机、高速离心机、高温灭菌锅、保温箱、冰箱、均质机、喷雾干燥器及凯氏定氮仪等。

1.2 方法

1.2.1 单因素试验 通过添加一定浓度的焦亚硫

收稿日期:2013-02-26

基金项目:济宁学院青年科研基金(2011QNKJ09)。

第一作者简介:魏海香(1976-),女,硕士,讲师,主要从事功能性成分的提取与功能食品的开发研究。E-mail:weihaixiang03@163.com。

酸钠溶液和柠檬酸溶液对预处理后的菱角进行护色处理,添加一定量的脱腥剂对大豆进行脱腥;对料水比、菱角和大豆混合比例、麦芽糊精和蔗糖的添加量进行单因素试验。

1.2.2 正交试验 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验,以菱角和大豆混合比例、麦芽糊精添加量、蔗糖添加量进行正交试验。

1.2.3 产品指标测定方法 水分的测定采用重量法(GB/T 5009.3-2010);蛋白质的测定采用凯氏定

氮法(GB 5009.5-2010);总糖的测定采用还原糖法(GB/T 5009.7-2008);脂肪测定采用罗兹-哥特里重量法(GB/T 5413.3-2010);溶解度测定采用乳制品溶解度测定法(GB 5413.29-2010);尿素酶活性采用定量法(GB/T 8622-2006)。

1.2.4 感官评价标准 成品菱角大豆速溶复合粉密封,在常温下储存 30 d,通过感官评定对正交试验结果进行综合评定,评分标准参见表 1。

表 1 菱角大豆速溶复合粉感官评价评分标准

Table 1 The evaluation standard of instant compound powder of water chestnut and soybean

项目 Item	评分标准 Evaluation standard	分值 Score
口感风味 Taste and flavour	有很浓的豆香、菱角香融合的综合风味,口感纯正柔和,无腥味,甜度适中 只有淡淡的豆香味,口感一般,稍甜或稍淡,略带腥味 菱角味过重或风味不协调,口感较差,腥味较浓	4~5 2~3 0~1
冲调性 Dispersal uniformity	润湿后下沉快,冲调后容易溶解,有极少量的团块 润湿后下沉快,冲调后溶解较慢,有少量的团块 润湿后下沉慢,冲调后不易溶解,有较多团块	3 2 0~1
色泽和外观 Color and appearance	色泽偏白略带微黄;粉状无结块,无正常视力可见外来杂质 色泽发白或发褐黄;粉状稍有结块,无正常视力可见外来杂质	2 0~1

评分标准参考 GB/T 18738-2006。

GBT 18738-2006 is referenced standard for evaluation.

1.3 工艺流程

大豆→挑选除杂→浸泡(去腥)→脱皮→热烫(灭酶)
菱角→挑选除杂→去壳→护色→漂洗 } →混合磨浆→浆渣分离→冷却→配料(杀菌)→
均质→喷雾干燥→常温储存→检验→包装→成品

1.4 操作要点

1.4.1 筛选菱角和大豆 选用无虫害的新鲜菱角,放入清水中浸泡,使其表皮大部分脱落。

选择蛋白质含量高,粒大皮薄,整齐饱满,皮色淡黄,无虫蛀,无霉变的大豆为原料,经筛选后水洗,清除灰尘杂质。

1.4.2 菱角预处理 将筛选的菱角去壳,放入 3% 的盐水中,以保证原料在加工前短期内不变质。将浸盐后的菱肉投入 0.1% 六偏磷酸钠和 2% 的氢氧化钠混合溶液中,在 $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ 处理 2 min 后,捞出揉搓去皮^[8],反复用清水冲洗,直至菱肉外皮和残余碱液被冲洗干净,沥干表水。

1.4.3 菱角护色 将去皮菱肉投入含有 1‰~2‰ 的焦亚硫酸钠和 0.2%~1.0% 的柠檬酸配制的护色液中,浸泡 1 h 后捞出,反复清洗干净,沥干表水,1 h 后观察菱肉的颜色变化。

1.4.4 大豆去腥 在大豆浸泡过程中,加入一定量的 NaHCO_3 和 NaCO_3 ,不仅可缩短大豆的浸泡时间,提高蛋白质溶解度,而且还可去除豆腥味和大豆中

色素^[9]。大豆浸泡到手指轻掐豆瓣即断为止,捞出迅速投入 $80 \sim 85^\circ\text{C}$ 热水中烫 10 min^[10] 以钝化脂肪氧化酶、脲酶的活性,消除大豆中的豆腥味和苦涩味,然后捞出清洗去皮。研究碱的类型和用量对大豆品质的影响。

1.4.5 磨浆 处理过的菱角与大豆按一定的比例与水配比,均匀进入研磨机中,使其磨碎到 $15 \mu\text{m}$ 左右的细度,避免由于温度升高造成蛋白质变性^[11]。

1.4.6 配料(杀菌)、均质、喷雾干燥 将蔗糖、麦芽糊精等按不同比例加入复合汁液中,调节口感。在配料过程中,为了使复合液中的蛋白质溶出量达到最高,同时防止蛋白质变性,用 0.4% 的 NaHCO_3 将复合液的 pH 调至 6.9^[12]。经上述工序处理后,复合汁液含有一定量的微生物,其繁殖易造成蛋白液发生自然醇沉及酸败,因此,应快速进行灭菌处理^[11]。试验采用超高温瞬时灭菌(115°C , 3 s)。将杀菌后的料液进入均质机,经 15, 25, 45 MPa 三级均质后,物料中部分油脂和蛋白颗粒进一步混合细

化,使产品的质量和口感进一步得到提高。

均质后,乳液进入喷雾干燥机,进行喷雾干燥。进风温度控制在 155℃左右,排风温度 80℃左右,有利于生产大颗粒、溶解度高、冲调性好的菱角大豆复合粉。

2 结果与分析

2.1 菱角的护色

菱角在脱壳后短期内易发生褐变,所以进行护色处理。由表 2 可知,使用单一护色剂时,焦亚硫酸钠浓度在 1.5‰以上时,护色效果好;柠檬酸溶液浓度0.5%以上时,护色效果变化不明显。但是在二者复合使用时,护色效果明显好于单独使用时,且浓度低于单独使用时浓度。故采用 1.0‰焦亚硫酸钠和 0.5% 柠檬酸混合护色液。

表 2 菱角不同护色剂护色效果比较

Table 2 Comparison on color effect of water chestnut with different color fixatives		
护色剂 Color fixative	浓度 Concentration	护色效果 Color effect
焦亚硫酸钠 Sodium pyrosulfite	1.0‰	黄白色,轻微褐变
	1.5‰	乳白色,无褐变
	2.0‰	乳白色,无褐变
柠檬酸 Citric acid	0.2%	黄褐色,褐变较重
	0.5%	黄白色,轻微褐变
	1.0%	黄白色,轻微褐变
焦亚硫酸钠 + 柠檬酸 Sodium pyrosulfite and Citric acid	1.5‰ + 1.0%	乳白色,无褐变
	1.0‰ + 1.0%	乳白色,无褐变
	1.0‰ + 0.5%	乳白色,无褐变
	1.0‰ + 0.2%	黄白色,轻微褐变

表 4 菱角大豆混合磨浆时加水量对复合汁液的影响

Table 4 Effect of the amount of water of water chestnut and soybean mix refining on the compound juice					
项目 Item	加水量 Addition of water/mL				
	500	750	1000	1250	1500
色泽 Color	淡黄	浅黄	乳黄	淡白	白
不溶杂质 Insoluble impurity	很多	很多	较多	不多	较少
口感风味 Taste and flavor	口感不好,无豆香味	口感涩,稍有豆香味	口感好,豆香味较浓	口感较好,豆香味淡	口感较好,豆香味很淡

由表 4 可知,随加水量的增加,复合汁液的色泽越来越淡;不溶杂质的量随着加水量的增加先减少后不变。当加水量很少时,不溶杂质太多,大部分营养成分和风味物质都没有溶解到豆汁中,随着加水量增加,口感和风味逐渐变浓,但当继续加水时,口感风味逐渐变淡。综上分析,选择加水量为

2.2 大豆脱腥

由表 3 可知,在相同浸泡时间内,随着两种碱用量的增加,大豆豆腥味逐渐减弱,大豆脱皮越来越易,且硬度越来越低。但相比而言 Na₂CO₃碱性太强,破坏 B 族维生素比较严重,且产生碱味或异味,影响外观。综合考虑,选用 0.2% NaHCO₃水溶液浸泡大豆,品质较好,且没有异味。

表 3 不同脱腥剂脱腥效果比较

Table 3 Comparison on soybean smell with different deodorization agent			
碱浓度 Concentration	大豆品质 Soybean quality	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃
0.1%	脱皮难易	难	较难
	软硬和色泽	稍软,颜色无变化	稍软,颜色稍暗
	腥味	++++	++++
0.2%	脱皮难易	较易	较易
	软硬和色泽	稍软,颜色稍暗	较软,颜色暗
	腥味	++++	+++
0.3%	脱皮难易	容易	容易
	软硬和色泽	较软,颜色稍暗	较软,颜色暗
	腥味	++	有碱味

“+”的多少表示豆腥味的强度,“+”越多表示豆腥味越浓。
‘+’ showed intensity of soybean smell and the more ‘+’ the stronger smell.

2.3 加水量对菱角大豆混合磨浆的影响

磨浆时,菱角与大豆要加入一定量的水,不仅使菱角与大豆的营养成分溶于水形成混合溶液,还可以提高出浆率,从而提高产品的产量和营养成分含量。取大豆、菱角各 30 g,加入一定量的水,混合磨浆,研究加水量对复合豆汁品质的影响(表 4)。

1 000 mL较为适宜。

2.4 菱角大豆的混合比例对磨浆品质的影响

菱角和大豆总量为 60 g,二者按不同的比例混合,加水量为 1 000 mL 进行磨浆,研究菱角和大豆不同比例混合磨浆对菱角豆粉品质的影响(表 5)。

表5 菱角大豆的混合比例对复合汁液的影响

Table 5 Effect of the mixing ratio of water chestnut and soybean on compound juice

指标 Index	大豆:菱角 Soybean: water chestnut				
	1:1	1:2	1:3	2:1	3:1
口感 Taste	口感好	口感较好	口感不好	口感较好	口感较好
风味 Flavour	无豆腥味,色泽淡黄	略有点涩,色泽偏暗黄	菱角味太浓	略有豆腥味	有豆腥味,无菱角的风味

从表5中可知,大豆和菱角的比例为1:1时,产品的口感和风味较好。

2.5 麦芽糊精、蔗糖对复合粉品质的影响

在复合汁液(大豆和菱角的量1:1)中,分别加

入不同量的蔗糖和麦芽糊精,经过杀菌、均质后进行喷雾干燥。研究它们对菱角豆粉品质的影响(表6)。

表6 麦芽糊精和蔗糖对菱角大豆速溶复合粉的品质影响

Table 6 Effect of the maltodextrin and sugar on instant compound powder of water chestnut and soybean

添加种类 Addition kinds	菱角大豆速溶复合粉品质 Instant compound powder quality	
蔗糖 Sugar	0%	没有甜味,溶解速度较慢,口感较好,稍有结块
	4%	略有微甜,溶解速度较快,口感和风味好,稍有结块
	6%	甜味适中,溶解速度快,口感和风味好,有结块
	8%	甜味稍强,溶解速度快,口感和风味好,结块较多
	10%	甜味较强,溶解速度较快,口感和风味较好,结块严重
麦芽糊精 Maltodextrin	0%	没有甜味,溶解速度较慢,口感较好,稍有有结块
	5%	溶解速度较快,口感和风味好,没有结块
	10%	溶解速度快,口感和风味好,没结块
	15%	溶解速度快,口感和风味好,没结块
	20%	溶解速度快,口感和风味好,没结块

由表6可知,麦芽糊精能增强菱角豆粉速溶性,其添加量从5%到20%都没有结块现象。随着蔗糖用量的增加,溶解速度加快,但结块现象越来越严重。

2.6 产品配方的确定

在单因素试验基础上,选择影响菱角大豆复合粉品质的主要因素大豆/菱角比、蔗糖添加量和麦芽糊精添加量,采用L₉(3⁴)正交试验优化生产条件(表7)。

表7 菱角大豆复合粉生产条件的正交试验结果

Table 7 Result of orthogonal test on production conditions of compound powder of water chestnut and soybean

试验号 Test No.	A 大豆/菱角 Soybean/chestnut/g : g	B 蔗糖 Sugar/%	C 麦芽糊精 Maltodextrin/%	D 空列 Blank	感官评价 Sensory evaluation
1	1(1:3)	1(4)	1(0)	1	4.0
2	1	2(6)	2(5)	2	5.0
3	1	3(8)	3(10)	3	4.5
4	2(1:1)	1	3	2	8.0
5	2	2	2	1	9.0
6	2	3	1	3	8.5
7	3(3:1)	1	3	2	6.0
8	3	2	1	3	7.5
9	3	3	2	1	7.0
K ₁	13.5	18.0	20.0		
K ₂	25.5	21.5	21.0		
K ₃	20.5	20.0	18.5		
R	4.0	1.2	0.8		

通过专业品评小组和普通消费者品评后按评定标准打分。通过表7直观分析可知:影响菱角大豆复合粉品质的主次因素为大豆/菱角比例>蔗糖用量>麦芽糊精用量;最佳工艺为 $A_2B_2C_2$,即大豆与菱角的最佳比例为1:1,蔗糖用量6%,麦芽糊精用量5%。

3 产品质量指标

3.1 感官指标

色泽:淡黄色,色泽均匀;

香气与滋味:大豆与菱角复合香味,清甜醇厚,无不良气味;

溶解性:温水即溶;

杂质:无肉眼可见任何杂质;

组织状态:粉末状、极少量结块。

3.2 理化指标

水分 $\leq 4.0\%$;脂肪 $\geq 9.5\%$;蛋白质 $\geq 16\%$;碳水化合物 $\leq 60\%$;钙 $\geq 32(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$;溶解度 $\geq 98.0\%$;脲酶活性呈阴性。

3.3 微生物指标

菌落总数 $\leq 900 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$;霉菌 $\leq 50 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$;大肠菌数 $\leq 20 \text{ MPN} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$;致病菌没有检出。

4 结论与讨论

试验结果表明,1.0%焦亚硫酸钠和0.5%柠檬酸协同作用对菱角护色效果最佳;0.2% NaHCO_3 对大豆的脱腥效果较好;通过 $L_9(3^4)$ 正交试验,得到菱角大豆速溶复合粉的最佳配比组合:大豆与菱角的最佳比例为1:1,蔗糖用量6%,麦芽糊精用量5%。

本试验只添加蔗糖和麦芽糊精两种添加剂,蔗糖作为传统的甜味剂,适量添加可突出菱角与大豆的混合香气,但甜度过高,会使许多糖尿病和肥胖者不宜接受;同时,过多添加易使豆粉结块且不利于干燥。麦芽糊精常用于豆奶粉、速溶麦片和麦乳精等营养休闲食品,可使产品具有良好的口感和速溶增稠效果,避免沉淀分层现象,防止冲调时豆粉结团和溶解性差,而且能吸收豆腥味并延长保质期,保持原产品的特色和香味,降低成本。但是用量过多会使碳水化合物总量过度增加,破坏3种能量营养素的比例。

菱角速溶复合粉兼具菱角和大豆的营养成分,菱角脂肪含量低,大豆的脂肪含量较高;菱角碳水化合物含量高于大豆,菱角和大豆都含有较高的蛋白质,所以二者营养成分得到互补,基本满足人体

所需的成分。另外,菱角和大豆都具有保健成分,可满足特殊消费者的需求。本试验所得菱角大豆速溶复合豆粉口感细腻、清香,且添加剂的种类和用量比较少,符合现代人追求天然、营养、少添加剂的消费理念,具有广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 赵文亚. 菱角功能性成分研究进展[J]. 食品工程,2008,1(3):7-8. (Zhao W Y. Research progress on the healthy function ingredients in water chestnut[J]. Food Engineering,2008,1(3):7-8.)
- [2] 吴征镒. 中国植物志,53卷二分册[M]. 北京:科学出版社,2000. (Wu Z Y. Herbal of China, Second fascicle of 53 curly[M]. Beijing: Science Press,2000.)
- [3] 杨月欣,王光亚,潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京:北京大学医学出版社,2002. (Yang Y X, Wang G Y, Pan X C. Food composition table of China[M]. Beijing: Beijing University Medicine Press,2002.)
- [4] 朱来志. 抗癌佳蔬-菱角[J]. 营养与保健,2000(12):36. (Zhu L Z. Anticancer food-water chestnut[J]. Nutrition and Health Care,2000(12):36.)
- [5] Hatefi A, Amsden B. Camptothecin delivery methods[J]. Pharmaceutical Research,2002,19(10):1389-1399.
- [6] 董良杰,侯佳君. 木糖醇无糖豆奶粉的生产工艺研究[J]. 食品卫生,2005(8):31-33. (Dong L J, Hou J J. Study on technology of xylitol soy milk powder[J]. Food Sanitation,2005(8):31-33.)
- [7] 吴晓伟,张继武,杨剑婷. 糙米大豆复合粉加工技术的研究[J]. 食品工业科技,2012,33(6):353-354. (Wu X W, Zhang J W, Yang J T. Study on technology of unpolished rice and soybean compound powder[J]. Science and Technology of Food Industry,2012,33(6):353-354.)
- [8] 蔡健. 新型菱角食品的加工工艺[J]. 四川食品工业科技,1997,16(3):55-56. (Cai J. Production process of new water chestnut food[J]. Science and Technology of Food Industry of Sichuan,1997 16(3):55-56.)
- [9] 郑玉枝,候自力,郑世玲. 速溶全子叶豆奶粉的生产工艺[J]. 食品工业科技,1997(3):63. (Zheng Y Z, Hou Z L, Zheng S L. Production technology of instant soybean milk powder[J]. Science and Technology of Food Industry,1997(3):63.)
- [10] 任媛媛,陈湘宁,程永强. 速溶豆粉的研究现状[J]. 食品科学,2004(S1):233-235. (Ren Y Y, Chen X N, Cheng Y Q. The production technique of instant soybean powder[J]. Food Science,2004(S1):233-235.)
- [11] 钟芳,王璋,许时婴. 喷雾干燥条件对豆粉速溶性的影响[J]. 食品工业科技,2003,24(12):17-20. (Zhong F, Wang Z, Xu S Y. Spray drying condition effect on soy powder instant solubility[J]. Science and Technology of Food Industry,2003,24(12):17-20.)
- [12] 高鹏,于爱华. 速溶豆粉的几种加工工艺及技术探讨[J]. 工业技术,2012(6):66. (Gao P, Yu A H. Discussing on the production technology of instantly dissolved soybean powder[J]. Industrial Technology,2012(6):66.)