

大豆组织蛋白品质的配方改进

董萍^{1,3}, 冯叙桥^{1,2}, 李宝华³, 巴金³, 冯壮³

(1. 沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 渤海大学 食品科学研究所, 辽宁 锦州 121013; 3. 辽宁博丰集团有限公司, 辽宁 辽阳 111212)

摘要:以感官评价为指标,通过单因素试验和正交试验优化大豆组织蛋白品质改进配方,确定物料蛋白质含量为73.8%,食盐添加量1.0%,碳酸氢钠添加量0.8%,大豆磷脂添加量0.5%。在该条件下获得品质更优的大豆组织蛋白,产品色泽光亮,具有较好的咀嚼性、弹性和明显纤维状结构。

关键词:大豆组织蛋白;双螺杆挤压膨化机;配方

中图分类号:TS 201.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)03-0406-04

Formula Optimization to Improve Quality of Textured Soy Protein

DONG Ping^{1,3}, FENG Xu-qiao^{1,2}, LI Bao-hua³, BA Jin³, FENG Zhuang³

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Research Institute of Food Science, Bohai University, Jinzhou 121013, China; 3. Liaoning Bofeng Group, Liaoyang 111212, China)

Abstract: Using sensory evaluation as the index, the formula to improve the quality of textured soy protein was optimized. The results showed that the expected quality of the textured soy protein was best with good color, high elasticity and toughness, obvious fibrous structure when the formula was 73.8% protein material, 1.0% NaCl, 0.8% NaHCO₃, and 0.5% soybean phospholipids.

Key words: Textured soy protein; Twin-screw extruder; Formula

大豆组织蛋白又名人造肉,是以浓缩大豆蛋白、低温脱脂豆粕、大豆分离蛋白等为原料,加入一定的水及添加剂混合均匀,经加温、加压、成型等机械或化学方法改变蛋白质的组织结构,使蛋白质分子之间整齐排列且具有同方向的组织结构,同时膨化、凝固,形成纤维状蛋白,使之具有与肉类相似咀嚼感的产品。这类干燥后的食品,若调整水分或复水后也仍能有足够的咬头(咬劲,嚼头),食用方便,价格低廉。以这类产品为原料,通过加入适量的调味料,经干燥、冻结,也可用于快餐食品的辅助原料或添加到香肠等食品中,作为肉类的替代品,用途极其广泛^[1-3]。

生产大豆组织蛋白最主要的设备是挤压膨化机,按其热力学性质可分为自热式、恒温式;按其机腔结构形式又可分为单螺杆与双螺杆式。国内目前应用较广泛的是双螺杆挤压膨化机,它可将天然生物高分子物料的各种加工(包括加料、输送、压缩、加热、剪切、混合及成型等)合成为一个连续过程,具有高温、高压、短时强烈挤压、剪切处理和热处理的功能。

在实际的销售过程中,常有消费者反应产品的质构较软,纤维化程度低,缺乏肉类的咀嚼感,影响组织蛋白产品的整体品质。因此,现对提高大豆组

织蛋白的品质特别是提高咀嚼性的方法进行研究,并通过正交试验确定最佳配方。

1 材料与方法

1.1 材料

试验主要材料为大豆浓缩蛋白(黑龙江省阳霖油脂集团有限公司)、大豆分离蛋白(辽宁博丰集团有限公司)、谷朊粉(卫河酒业有限公司)、玉米淀粉(辽宁省军区宁官农副业基地淀粉厂)、低温脱脂豆粕(吉林丰正大豆食品有限公司)、食盐(NaCl)、碳酸氢钠(小苏打)、大豆磷脂等。原料的基本成分见表1。

1.2 主要设备

SYSLG30-IV 双螺杆挤压实验机,由济南赛百诺科技开发有限公司生产。主要结构由挤压系统、供料系统、旋切系统、控制系统、传动系统、加热系统和润滑系统共7部分组成。机器由4个加热区组成,各区温度可设定。主电机功率:4.0~7.5 kW;螺杆形式:积木组合式;螺杆直径30 mm;温度范围:常温~300℃;水分含量范围6%~60%;转速范围0~500 r·min⁻¹;产量10~15 kg·h⁻¹。

收稿日期:2012-11-26

第一作者简介:董萍(1985-),女,博士,主要从事农产品贮藏与加工研究。E-mail:lnbf_dongping@163.com。

通讯作者:冯叙桥(1961-),男,教授,博士生导师,主要从事农产品贮藏与加工工程研究。E-mail:feng_xq@hotmail.com。

表 1 原料组成成分分析
Table 1 Analysis of materials ingredient

原料 Materials	水分 Moisture/%	脂肪(干基) Fat(dry basis)/%	灰分(干基) Ash(dry basis)/%	粗蛋白(干基) Protein(dry basis)/%
大豆浓缩蛋白 Concentrated soy protein	10	1.0	7.0	65.0
谷朊粉 Wheat gluten	8	1.0	1.0	85.0
大豆分离蛋白 Isolated soy protein	7	1.0	6.0	90.0
玉米淀粉 Corn starch	14	0.1	0.1	0.3
低温脱脂豆粕 Soybean meal	9	3.0	5.0	53.0

1.3 感官评价

选取 20 名生产技术人员作为组织蛋白产品感官评价人员(男女各 10 人)。首先对评价人员进行有关大豆组织蛋白组织结构和产品质量等相关知识的培训,使他们对该产品的品质特性和质量要求

有比较系统的了解。
根据杨春梅等^[6]的方法,从外观形态、产品颜色和咀嚼性三方面对大豆组织蛋白进行感官评定。每一项目的满分为 10 分,共计 30 分。每人得到的分数取平均值为产品最后得分。

表 2 感官评定设计
Table 2 Sensory evaluation design

指标 Index	分数 Scores			
	1~4	5~6	7~9	10
外观形态 Appearance	完全发散、粥状固液混合物	碎片状、极易散	密实的片状、气孔较多	密实结构、排列有序
组织形态 Microstructure	无纤维化机构	纤维化结构微弱	有较好的纤维化结构	纤维化结构明显
咀嚼性 Toughness	无弹性或过硬	弹性不足或不易咀嚼	有一定的弹性和咀嚼性	弹性和咀嚼性良好

1.4 试验工艺流程

大豆分离蛋白、大豆浓缩蛋白、谷朊粉、淀粉、低温脱脂豆粕等均可用于大豆组织蛋白的生产。试验针对不同的原料配比进行研究,以确定最佳的原料配方。在进行混料前,较粗颗粒原料需粉碎过 40 目筛。每个试验配比试验原料 1 kg,3 次重复。混合后的原辅料与 20%~30% 的工艺水混合调质后进入 SYSLG30-IV 双螺杆挤压实验机。此膨化机的喂料量 1.5 kg·h⁻¹,螺杆转速 200 r·min⁻¹。温度控制:第一区段 40℃,第二区段 90℃,第三区段 120℃,第四区段 150℃。在膨化机内经加温、挤压、改变蛋白的组织结构状态。膨化机末端装有模具,保证产品一定形状,经干燥冷却后进行产品质构和品质评价。

越高,含脂量越少的原料越好。
从图 1 可看出,当物料中分离蛋白含量较低时,获得的产品成丝不明显,弹性和咀嚼性较弱。但分离蛋白含量过高时,获得的组织蛋白产品质地较硬,颜色加深,感官评价得分较低。因此适宜分离蛋白添加范围为 30%~70%^[7-8]。

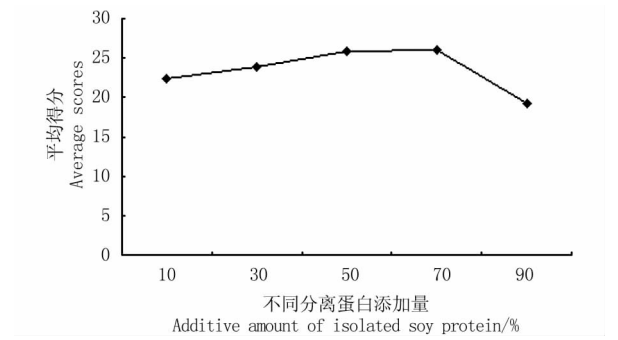


图 1 不同分离蛋白添加量对产品品质的影响
Fig. 1 Impacts of different additive amount of isolated soy on products quality

2 结果与分析

2.1 不同成分添加量的单因素试验

2.1.1 蛋白质 蛋白质作为挤压原料中分子量最高的一种生物大分子,被认为是组织化加工中重要的因素,其质量及含量均直接影响挤压产品的质量。大豆分离蛋白具有较高的粘度、可塑性和弹性,既可作水的载体,也可作风味剂、糖及其它配合物的载体。从挤压工艺的角度来看,蛋白质溶解度

谷朊粉又称活性面筋粉、小麦面筋蛋白,是从小麦(面粉)中提取出来的天然蛋白质。谷朊粉具有较强吸水性和延伸性,在组织蛋白的生产过程中添加一定量的谷朊粉,可维持产品形状,使产品不易破碎。由图 2 可知谷朊粉的适宜添加量为 20%。

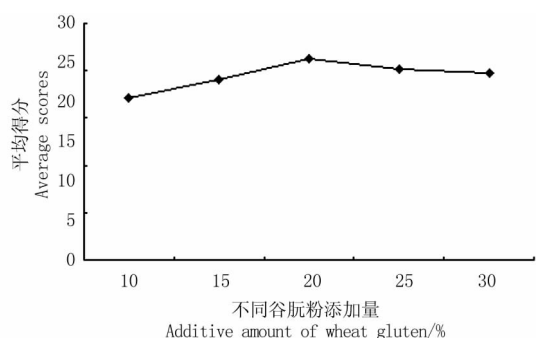


图2 不同谷朊粉添加量对产品品质的影响

Fig.2 Impacts of different additive amount of wheat gluten on products quality

淀粉是一种多糖,可分为直链淀粉和支链淀粉。在挤压下淀粉很快糊化,支链淀粉含量升高,支链淀粉含量下降,总淀粉量减少。在生产过程中加入淀粉一方面可以使产品的组织化程度降低;另一方面淀粉起到增稠和膨化的作用,保证挤压过程的稳定,得到的产品膨松柔软。淀粉的添加一定要适度,添加量过大会使得到的产品咀嚼性和纤维化程度均不理想^[9]。由图3可知,淀粉添加量在10%左右,产品的纤维化结构明显而且口感适中。

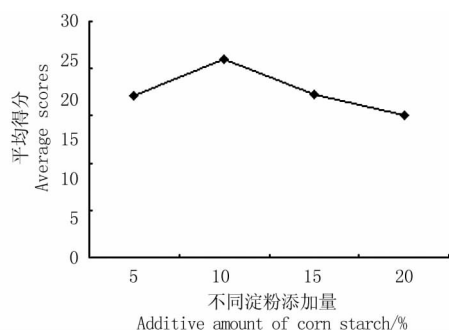


图3 不同淀粉添加量对产品品质的影响

Fig.3 Impacts of different additive amount of corn starch on products quality

因此,确定各配方蛋白含量见表3。

表3 各配方蛋白含量

Table 3 The protein contents of formula(%)

成份 Components	配方一 Formula 1	配方二 Formula 2	配方三 Formula 3
大豆分离蛋白 Isolated soy protein	70	50	30
大豆浓缩蛋白 Concentrated soy protein	-	10	20
谷朊粉 Wheat gluten	20	20	20
玉米淀粉 Corn starch	10	10	10
低温脱脂豆粕 Soybean meal	-	10	20
混合后蛋白含量 Protein contents after mixing	80.0	73.8	67.6

2.1.2 碳酸氢钠 物料 pH 对产品的特性有重要影响。研究表明,当 $\text{pH} < 5.5$ 时,挤压困难; pH 为 5.5 时,产品的韧性和咀嚼性好,但吸水性差; pH 为 8.5 时,产品脆且咀嚼性差,而吸水性好; $\text{pH} > 8.5$ 时,产品带苦味。对于大豆组织蛋白产品而言, pH 的最佳范围应控制在 6.5 ~ 7.5。碱是挤压膨化生产大豆组织蛋白常用的组织改良剂,其中使用最多的是碳酸氢钠和碳酸钠。为了便于操作,提高产品的口感,将碳酸氢钠的添加量确定在 0.2% ~ 1.0%。

2.1.3 食盐 试验发现食盐的添加有利于产品组织化的形成,使产品质构较均一,碎屑少,复水速度快,弹性和咀嚼性提高。在 GB/T22699-2008 膨化食品中,规定食盐添加量 $\leq 2.8\%$,所以将食盐的添加量确定在 0.1% ~ 2.0%。

2.1.4 磷脂 磷脂的加入可使产品密度增加,质地密实,外形光滑美观。适宜添加量为 0.5% ~ 2.0%,同时考虑生产成本,最终将磷脂添加量定为 0.5%。

2.2 最佳工艺条件的选择

根据单因素试验结果选取蛋白质含量(A)、食盐添加量(B)、碳酸氢钠添加量(C)作为影响因素,确定 $L_9(3^3)$ 正交试验,因素及水平见表4。

表4 正交试验设计

Table 4 Orthogonal experimental design

水平 Levels	因素 Factors		
	A 蛋白质含量 Protein contents/%	B 食盐添加量 Adding amount of NaCl/%	C 碳酸氢钠添加量 Adding amount of NaHCO_3 /%
1	80.0	0.5	0.2
2	73.8	1.0	0.5
3	67.6	2.0	0.8

正交试验中的极差越大代表该因子变化对指标的影响程度越大。因此通过比较极差的大小,可以确定蛋白含量、碳酸氢钠添加量及食盐添加量对大豆组织蛋白产品品质的影响。从表5可看出,对产品品质影响的主次因素顺序为:A(蛋白质含量) > C(碳酸氢钠添加量) > B(食盐添加量), $A_2B_2C_3$ 为参数因子的最佳组合。即蛋白含量 73.8%,食盐添加量 1%,碳酸氢钠添加量 0.8%。在该条件下得到的产品品质最佳。

表 5 正交试验结果及直观分析
Table 5 Arrangement and experimental results of
orthogonal array design for optimization the formula of TSP

项目 Item	A 蛋白质 含量 Protein content	B 食盐 添加量 Adding amount of NaCl	C 碳酸氢钠 添加量 Adding amount of NaHCO ₃	平均得分 Average scores
1	1	1	1	23.1
2	1	2	2	25.3
3	1	3	3	25.7
4	2	1	2	26.1
5	2	2	3	28.0
6	2	3	1	24.9
7	3	1	3	23.2
8	3	2	1	21.4
9	3	3	2	20.9
K ₁	74.1	72.4	69.4	
K ₂	79.0	74.7	72.3	
K ₃	65.5	71.5	76.9	
k ₁	24.7	24.1	23.1	
k ₂	26.3	24.9	24.1	
k ₃	21.8	23.8	25.6	
R	4.5	1.1	2.5	
优水平 Optimum conditions	A ₂	B ₂	C ₃	

3 结 论

试验表明各因素对大豆组织蛋白品质的影响顺序为蛋白质含量>碳酸氢钠添加量>食盐添加量。通过正交试验确定了大豆组织蛋白的最佳配方为蛋白质含量 73.8%,食盐添加量 1%,碳酸氢钠添加量 0.8%,大豆磷脂添加量 0.5%。在实际生产中以正交试验结果为基础进行扩大生产,获得的大豆组织蛋白产品组织化程度提高,色泽光亮,具有较好的咀嚼性和弹性,纤维状结构明显,深受消费者的欢迎。

(上接第 405 页)

3 结 论

经测定脱脂豆粕含有大量的蛋白质,蛋白质含量为 40.5%,适合作为蛋白质类营养的原料物质。正交优化后的超声波前处理最佳工艺参数为:温度 35℃,时间 10 min,功率 210 W;处理后底物溶液中可溶性氮含量增加 15.25%,可溶性氮的增加有利于酶与底物的结合,进而有利于酶解反应水解度的提高。酶解采用分步酶解法,第一步酶解采用的工具酶是中性蛋白酶,中性蛋白酶的最佳酶解条件为:温度 45℃、pH 8.0、底物浓度 6%、酶浓度 10 000 U·g⁻¹,水解时间 3 h,此时水解率为 19.45%,肽得率为 20.51%。第二步酶解采用的是碱性蛋白酶,碱性蛋白酶的最佳酶解条件是:温度

参考文献

[1] 孙月梅,郝晓亮,江连洲,等.大豆组织蛋白素食肉块的研制[J].大豆通报,2007(2):23-25. (Sun Y M,Hao X L,Jiang L Z, et al. An investigation on vegetarian meat from the textured soybean protein[J]. Soybean Bulletin,2007(2):23-25.)

[2] 刘永,周家华,曾颢,等.大豆蛋白的挤压组织化及其应用[J].食品科技,2002(10):13-15. (Liu Y,Zhou J H,Zeng H, et al. Soy protein texturized by extrusion and its applications[J]. Food Science and Technology,2002(10):13-15.)

[3] 李新华,张振.大豆组织蛋白在仿生火腿肠加工中的应用[J].食品科学,2010,31(6):105-108. (Li X H,Zhang Z. Application of textured soybean protein in vegetarian sterilized ham sausage processing[J]. Food Science,2010,31(6):105-108.)

[4] 郝晓亮,孙月梅,江连州,等.大豆组织蛋白素食火腿肠的研制[J].大豆通报,2007(3):23-25. (Hao X L,Sun Y M,Jiang L Z, et al. Investigation on the textured soybean protein vegetarian sausage[J]. Soybean Bulletin,2007(3):23-25.)

[5] 韩玉洁,张亚丽,徐忠.以低变性脱脂豆粕为原料生产大豆组织蛋白的研究[J].黑龙江商学院学报,2000,16(1):14-18. (Han Y J,Zhang Y L,Xu Z. Study on the preparation of the soya cell protein with the material of low-denatured and low-temperature soybean powder of the degrease[J]. Journal of Heilongjiang Institute of Commerce,2000,16(1):14-18.)

[6] 杨春梅,包萨日娜,吴金鸿,等.大豆组织蛋白素肉丸子的研制[J].食品科学,2011,32(6):301-305. (Yang C M,Bao S,Wu J H. Development of textured soybean protein meatballs[J]. Food Science,2011,32(6):301-305.)

[7] 刘忠萍,华聘聘,华欲飞.大豆蛋白的挤压组织化研究[J].中国油脂,2003,28(5):64-66. (Liu Z P,Hua P P,Hua Y F. Study on extruded texturization of soybean protein[J]. China Oils and Fats,2003,28(5):64-66.)

[8] 孙照勇,魏益民,张波,等.大豆花生复合挤压组织化蛋白质构特征性的研究[J].农产品加工,2009(3):13-16. (Sun Z Y,Wei Y M,Zhang B, et al. Study on texture properties of soybean and peanut blend extrusion products[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing,2009(3):13-16.)

[9] 王洪武,林炳鉴.复合组织蛋白挤压加工工艺的初步研究[J].农业工程学报,2004,20(4):216-218. (Wang H W,Lin B J. Preliminary study on extrusion processing of composite textured proteins[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2004,20(4):216-218.)

60℃、pH 10.5、酶浓度 12 500 U·g⁻¹,水解时间 3.5 h,此时水解率为 30.89%,肽得率为 48.79%。经分步酶解后,提高了肽得率,增加了豆粕的附加值。

参考文献

[1] 苟俊.超声波在化学化工中的应用研究[J].重庆工学院学报,2002,1(6):76-81. (Gou J. Study on the application of supersonic waves in chemical industry[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology,2002,1(6):76-81.)

[2] 安毅,张军文.大豆蛋白活性肽在功能性食品中的应用及发展前景[J].大豆通报,2004(4):27-29. (An Y,Zhang J W. Soybean protein peptide functional food and development prospects[J]. Soybean Bulletin,2004(4):27-29.)

[3] 张玲华,唐小俊,张宝玲.大豆多肽制备工艺的研究[J].食品与发酵工业,2001,3(1):37-39. (Zhang L H,Tang X J,Zhang B L. The research on technology of soybean polypeptide's preparation[J]. Food and Fermentation Industries,2001,3(1):37-39.)