

不同来源蛋白对谷朊粉挤压组织化产品特性的影响

蒋华彬^{1,2}, 刘明^{1,2}, 刘艳香², 田晓红², 谭斌², 于国萍¹, 郭文杰³

(1. 东北农业大学食品学院, 黑龙江哈尔滨 150030; 2. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037;
3. 安徽瑞福祥食品有限公司, 安徽亳州 236800)

摘要:以谷朊粉为主要原料, 研究分别添加花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白对谷朊粉挤压组织化产品特性的影响。结果表明:花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对谷朊粉挤压组织化产品特性均有显著性影响。随着蛋白粉添加量的增大, 产品色泽呈现不同程度降低, 花生蛋白和豌豆蛋白降幅平缓, 大豆分离蛋白下降迅速; 添加适量的花生蛋白(10%~20%)可以改善产品感官品质和质构特性(硬度、咀嚼度略有下降); 添加适量的豌豆蛋白(20%)、大豆分离蛋白(20%)均可提高产品质构特性。

关键词:谷朊粉; 不同来源蛋白; 挤压组织化; 产品特性

中图分类号:TS 210.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)03-0017-06

Effects of various proteins on the properties of extruded texture of wheat gluten

JIANG Hua-bin^{1,2}, LIU Ming^{1,2}, LIU Yan-xiang²,

TIAN Xiao-hong², TAN Bin², YU Guo-ping^{1*}, GUO Wen-jie³

(1. College of Food, Northeast Agricultural University, Harbin Heilongjiang 150030;
2. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037;
3. Anhui Reapsun Food Co., Ltd, Bozhou Anhui 236800)

Abstract: The effects of peanut protein, pea protein and soy protein isolate on the properties of extruded texture of wheat gluten were explored. The results showed that the addition of the proteins had significant effects on the properties of textured wheat gluten. The color parameters decreased in different degree with the increasing of three kinds of protein content. The decreasing amplitudes were gentle with the increasing of peanut protein and pea protein content, while decreased rapidly with the increasing of the soy protein isolate content. The addition of appropriate amount peanut protein(10%~20%) could improve sensory and the textural properties(the hardness and chewiness decreased slightly); Both the addition of appropriate amount pea protein(20%) and soy protein isolate(20%) could improve the textural properties.

Key words: wheat gluten; protein from various sources; texturized by extrusion; product properties

植物蛋白是人类良好的蛋白膳食来源,其胆固醇和饱和脂肪酸含量很低,受到了广大消费者的青睐。谷朊粉是小麦加工过程中的副产物,蛋白质含量高达75%,具有营养价值高、价格低的优势^[1]。我国小麦的产量位居世界第一,并且随着淀粉工业

的不断发展,谷朊粉年产量已达30万t左右^[2],并且仍在逐年增加。采用挤压技术生产谷朊粉组织化蛋白产品,不仅可提高谷朊粉附加值,而且也能拓展我国小麦资源的精深加工途径。

目前,植物蛋白挤压组织化研究的蛋白来源有很多种,如大豆蛋白、花生蛋白、谷朊粉、向日葵蛋白、棉籽蛋白、油菜籽蛋白等^[3]。国内外关于谷朊

收稿日期:2016-11-18

作者简介:蒋华彬,1989年出生,男,硕士研究生。

通讯作者:于国萍,1963年出生,女,教授。

粉挤压组织化的研究已经很多, Yao^[4] 等将大豆分离蛋白、谷朊粉和小麦淀粉按照 6:4:0.5 的比例混合作为挤压原料, 研究了高水分挤压组织化产品纤维形成的程度; Amiot^[5] 等以酪蛋白酸钠、谷朊粉和大豆分离蛋白为原料, 研究了挤压对组织化产品蛋白质效率比的影响; Lawton^[6] 等将一定比例(0~15%)的麦麸添加到谷朊粉中, 研究了物料含水率和挤压温度对挤压产品容积密度和复水率等特性的影响; 郑建梅^[7] 等研究了挤压温度对谷朊粉挤压组织化产品特性的影响。Day 等研究表明添加谷朊粉可显著提高挤压组织化产品的组织化程度^[8]; 挤压过程中向低蛋白原料中添加一定比例的谷朊粉, 可以提高产品品质^[4]。谷朊粉遇水会形成网状结构, 不易单独进行挤压组织化^[9]。不同来源的植物蛋白理化性质不同, 相互混合后经挤压组织化得到的产品不仅营养价值得到提高^[10], 而且外观、风味及质构特性更好^[11-12], 且其组织结构和口感类似于动物肉^[13-14]。本实验选取谷朊粉为主要原料, 分别添加一定量的花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白, 混合均匀后进行挤压组织化实验, 探讨不同来源蛋白对谷朊粉挤压组织化产品特性的影响, 为谷朊粉的开发与利用、以及挤压组织化过程中植物蛋白原料的选择与复配提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

谷朊粉: 安徽瑞福祥食品有限公司; 花生蛋白: 河南亮健科技有限公司; 豌豆蛋白: 烟台东方蛋白科技有限公司; 大豆分离蛋白: 河南省鲲鹏华生物技术有限公司。

原料的基本组分见表 1。

表 1 原料的基本组分 %

| 原料 | 水分 | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 灰分 | 粗纤维 |
|--------|------|-------|------|------|------|
| 谷朊粉 | 5.78 | 76.76 | 0.76 | 0.68 | 0.63 |
| 花生蛋白 | 5.88 | 52.31 | 1.21 | 4.89 | 3.21 |
| 豌豆蛋白 | 7.84 | 80.59 | 0.08 | 3.42 | 1.01 |
| 大豆分离蛋白 | 7.51 | 85.7 | 0.06 | 5.3 | 0.23 |

1.2 仪器与设备

FMHE36-24 型高扭矩双螺杆挤压机: 湖南富马科食品工程技术有限公司; TA-XT Plus 型物性测试仪: 英国 Stable Micro System 公司; X-Rite

SP60 积分球式分光光度仪: 美国 X-Rite 爱色丽公司; DGG-9240B 型电热恒温鼓风干燥箱: 上海森信实验仪器有限公司; 马弗炉: 天津市中环实验电炉有限公司; 万用电炉: 北京科伟永兴仪器有限公司; Soxtec2050 全自动索氏抽提系统: 福斯分析仪器公司; Kjelttec8400 全自动定氮仪: 福斯分析仪器公司; Fibertec2010 全自动纤维分析系统: 福斯分析仪器公司。

1.3 实验方法

将花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白分别按照 0%、10%、20%、30%、40%、50% 等梯度添加到谷朊粉中, 混合均匀后进行挤压实验, 挤压工艺参数为水分含量 49%, 喂料速度 10 kg/h, 螺杆转速 300 r/min, 挤压温度 170 ℃。

1.4 产品特性测定

1.4.1 色泽测定

使用积分球式分光光度仪测定样品色泽, 记录 L*、a*、b*、ΔE 值。

1.4.2 质构特性

使用物性测试仪(TPA 模式, P/36R 探头)^[15], 测定挤压组织化产品的硬度、弹性、咀嚼性等, 将样品切成边长为 15 mm, 高为 3 mm 的正方体, 置于测试台中央, 测试前速度 1 mm/s, 测试速度 1 mm/s, 测试后速度 1 mm/s, 下压程度 50%, 间隔时间 3 s, 往复 2 次。

1.4.3 组织化度测定

使用 HDP/BS 探头对样品(长 20 mm, 宽 10 mm, 高 5 mm)进行剪切, 测试前速度 1 mm/s, 测试速度 1 mm/s, 测试后速度 1 mm/s, 剪切程度为样品厚度的 75%, 组织化度为横向剪切力所做的功与纵向剪切力所做的功的比值^[16]。

1.4.4 产品感官评价^[17]

选取食品相关专业 10 名研究生, 培训后进行挤压组织化产品的感官分析。感官分析的项目分别为组织化程度(系数 0.4)、色泽(系数 0.1)、表观状态(系数 0.1)、口感(系数分别为: 硬度 0.1、润滑感 0.1、粘弹性 0.1)和风味(系数 0.1), 每项目满分为 10 分。感官评分表详见表 2, 挤压组织化产品感官得分计算公式如下:

$$\text{产品感官得分} = \frac{\sum(\text{各项得分} \times \text{相应系数})}{10} \times 100$$

表2 挤压组织化产品感官评分

| 项目 | 质量描述与得分标准 | | | |
|------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | 1~3分 | 4~6分 | 7~9分 | 10分 |
| 色泽 | 色泽异常 | 色泽发暗或有焦糊色 | 色泽均一,产品应有的色泽,光泽不足 | 色泽均一,产品应有的色泽,有光泽 |
| 外观状态 | 表面有较多杂乱的斜纵向裂纹,分散严重 | 表面有少量杂乱的斜纵向裂纹,易分散 | 表面光滑,无粘性,结构密实,质地均匀性稍差 | 表面光滑,无粘性,结构紧密,质地均匀 |
| 组织化度 | 无纤维化结构 | 纤维化结构较弱,均匀性较差,拉丝较粗,有层流或气泡 | 具有明显的纤维化结构,均匀性稍差,拉丝粗,无层流,无气泡 | 具有较明显的纤维化结构,均匀一致,拉丝较细,无层流,无气泡 |
| 口感 | 口感粗糙,咬劲差,弹性较差 | 口感较硬,咬劲弱,弹性不足 | 口感稍硬,咬劲较强,弹性较强 | 口感细腻,有咬劲,富有弹性 |
| 风味 | 有异味 | 产品无香味,稍有异味 | 具有本产品应有的香气和滋味,基本无异味 | 具有本产品应有的香气和滋味,无焦糊味及其他异味 |

1.5 数据处理与分析

采用 Excel 和 SPSS 17.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 蛋白粉添加量对挤压组织化产品色泽的影响

由图 1a 可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品明度 L^* 影响极显著($P < 0.01$)。随着花生蛋白、豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的明度 L^* 呈先下降后升高,当花生蛋白添加量为 30% 时达到最小值(61.67),当豌豆蛋白添加量为 40% 时达到最小值(55.06),且花生蛋白的变化幅度小于豌豆蛋白;大豆分离蛋白添加量为 0~20% 时,挤压组织化产品的明度 L^* 逐渐下降,添加量为 20%~40% 时, L^* 逐渐下降但降幅平缓,随后 L^* 迅速降低。

由图 1b 可以看出,花生蛋白的添加对挤压组织化产品红色度 a^* 影响显著($P < 0.05$),豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品红色度 a^* 影响极显著($P < 0.01$)。随着花生蛋白、豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的红色度 a^* 都逐渐升高,且豌豆蛋白的升高幅度高于花生蛋白;随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的红色度 a^* 逐渐升高,当添加量为 40% 时达到最大值(6.16),随后开始下降。

由图 1c 可以看出,花生蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品黄色度 b^* 影响极显著($P < 0.01$);豌豆蛋白的添加对挤压组织化产品黄色度 b^* 影响显著($P < 0.05$)。随着花生蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的黄色度 b^* 先逐渐下降后略有

升高,当添加量为 10%~30% 时, b^* 降幅平缓,当添加量为 40% 时达到最小值(16.12);当豌豆蛋白添加量为 0~30% 时,挤压组织化产品的黄色度 b^* 缓慢升高,添加量为 30%~40% 时, b^* 快速降低到最小值(19.88),随后迅速升高;随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的黄色度 b^* 先略有升高随后下降,当添加量为 10% 时达到最大值(21.00)。

由图 1d 可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品色差 ΔE 影响极显著($P < 0.01$)。随着花生蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的色差 ΔE 先下降后略有升高,当添加量为 30% 时达到最小值(36.27);随着豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的色差 ΔE 先缓慢下降后快速升高,当添加量为 40% 时达到最小值(36.52);随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的色差 ΔE 逐渐下降。

植物蛋白挤压组织化产品评价过程中,色泽是直接影响人们对产品品质判断的重要感官评价指标。张余^[17]认为随着添加到花生蛋白中的脱脂大豆粕量的增加,其挤压组织化产品明度指数 L^* 逐渐降低,色泽逐渐由灰白色变成棕褐色。杨耸^[18]认为将谷朊粉添加到大豆蛋白中进行挤压组织化,其产品的 L^* 值显著增加,从侧面证明了向谷朊粉中添加大豆蛋白会降低其挤压组织化产品的明度指数 L^* 值。孙照勇^[19]认为随着花生粉的添加,谷朊粉挤压组织化产品的明度指数 L^* 表现为先不变后减小的变化趋势。

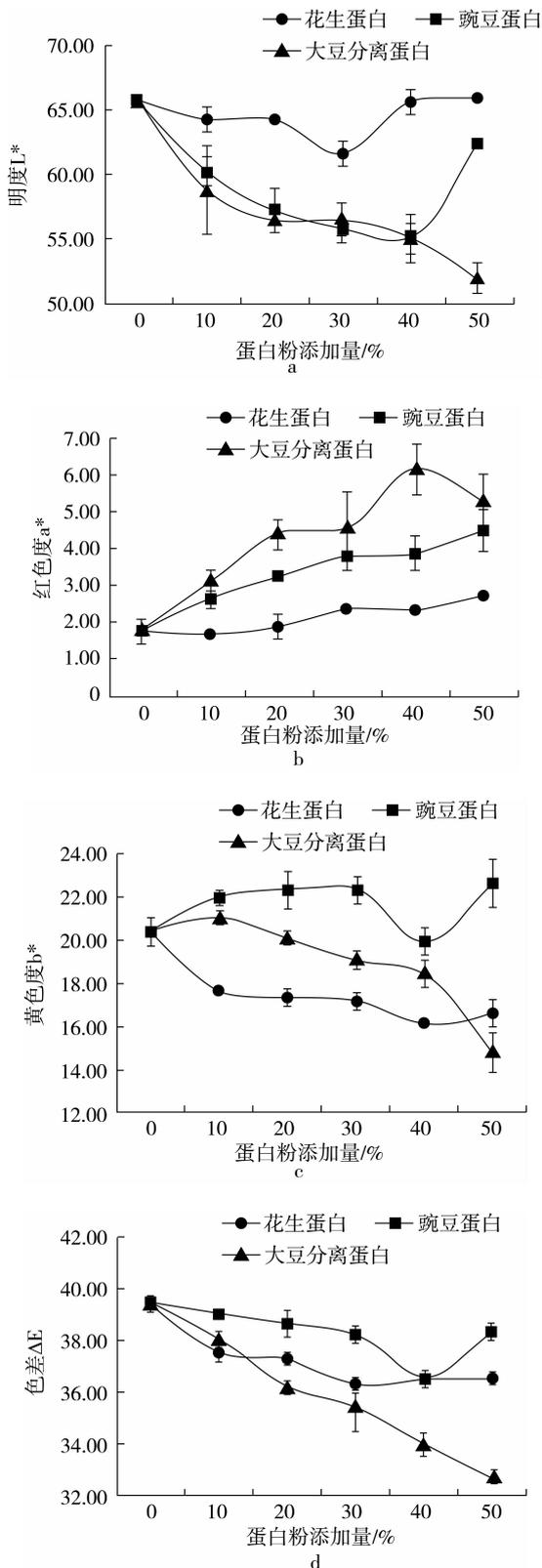


图1 蛋白粉添加量对挤压组织化产品色泽的影响

本实验选取谷朊粉为主要原料,分别添加一定量的花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白,混合均匀后进行挤压组织化实验,研究了不同来源蛋白对谷朊粉挤压组织化产品特性的影响。

结果表明添加不同来源蛋白所得挤压组织化产

品色泽呈现不同程度的下降,明度 L^* 、色差 ΔE 均减小,这一变化趋势与前人报道结果相似。

2.2 蛋白粉添加量对挤压组织化产品质构特性的影响

由图2a可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品组织化度影响极显著 ($P < 0.01$)。随着花生蛋白、豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的组织化度均先升高后下降,当添加量为30%时分别达到最大值(2.93和1.64),且花生蛋白的变化幅度大于豌豆蛋白;随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的组织化度逐渐升高。

由图2b可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品硬度影响极显著 ($P < 0.01$)。随着花生蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的硬度先下降后缓慢升高,当添加量为30%时达到最小值(13 300 g);当豌豆蛋白添加量为0%~20%时,挤压组织化产品的硬度基本保持不变,随后逐渐升高;随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的硬度逐渐升高,但升高的幅度小于豌豆蛋白。

由图2c可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品弹性影响极显著 ($P < 0.01$)。花生蛋白添加量为0%~30%时,挤压组织化产品的弹性基本保持不变,添加量为30%~40%时,弹性下降到最小值(0.923),随后开始升高;随着豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的弹性先缓慢升高后逐渐降低,当添加量为20%时达到最大值(0.984);随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的弹性先下降后缓慢升高,当添加量为10%时达到最小值(0.943)。

由图2d可以看出,花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品咀嚼度影响极显著 ($P < 0.01$)。随着花生蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的咀嚼度先下降后升高,当添加量为40%时达到最小值(10 145 g);豌豆蛋白添加量为0%~20%时,挤压组织化产品的咀嚼度基本保持不变,随后逐渐升高;大豆分离蛋白添加量为0%~10%时,挤压组织化产品的咀嚼度基本保持不变,随后逐渐升高。

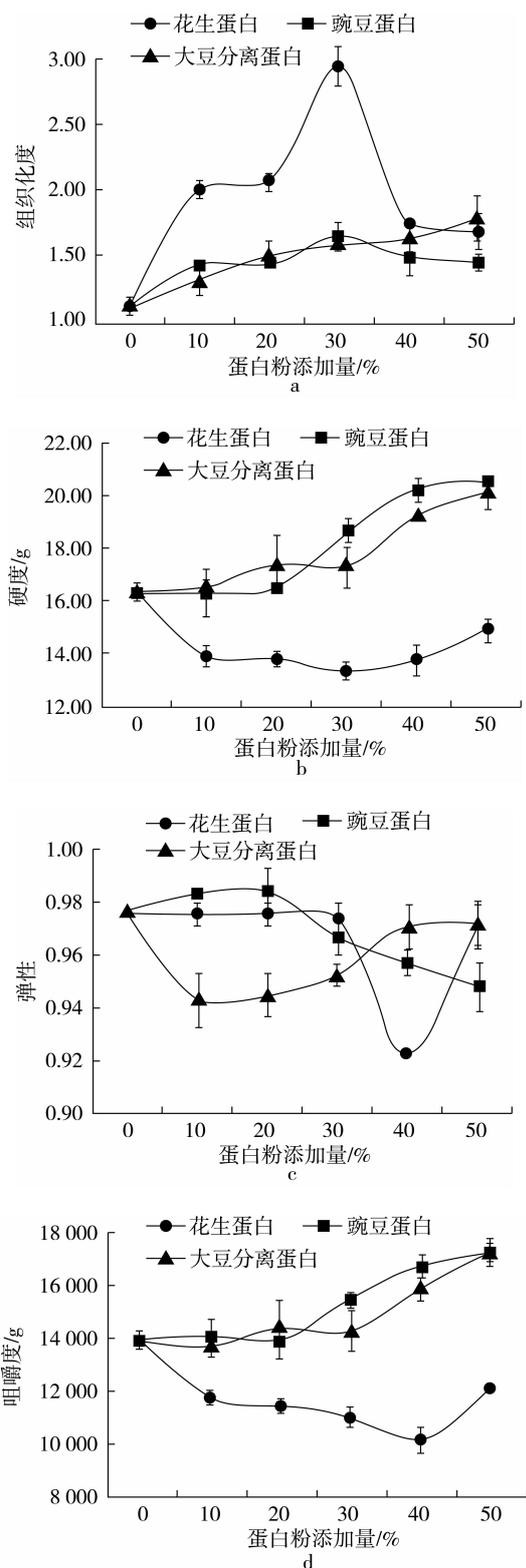


图2 蛋白粉添加量对挤压组织化产品质构特性的影响
组织化度、硬度、弹性、咀嚼度是植物蛋白挤压组织化产品最重要的质构特性。张余^[17]认为添加适量的脱脂大豆粕可显著提高花生蛋白挤压组织化产品的组织化度、硬度和弹性。孙照勇^[19]认为随着大豆粉、花生粉添加量的增大,谷朊粉挤压组织化产品的组织化度呈现先逐渐增大后减小的

趋势。向谷朊粉中添加适量的花生蛋白所得挤压组织化产品的组织化度升高,可能与原料本身特性有关(蛋白质分子大小、可溶性蛋白含量);添加适量豌豆蛋白、大豆分离蛋白也可以提高谷朊粉挤压组织化产品的组织化度,可能与蛋白含量的升高有关^[20]。

Hagan^[21]等研究发现大豆、花生复合蛋白挤压后得到产品的质构特性介于大豆蛋白、花生蛋白之间。孙照勇^[11]等研究发现大豆、花生混合挤压后,所得挤压组织化产品的弹性介于两者单独挤压产品之间,组织化度、硬度、咀嚼度呈叠加效应。向谷朊粉中添加适量的花生蛋白所得挤压组织化产品的硬度、咀嚼度略有下降,这可能是由于由于单一花生蛋白挤压组织化产品质构较软,纤维化程度低,咀嚼感较差^[12],然向谷朊粉中添加豌豆蛋白、大豆分离蛋白所得挤压组织化产品的硬度、咀嚼度均升高,可能与单一豌豆蛋白、大豆蛋白的挤压组织化产品硬度和咀嚼感较强有关。

2.3 蛋白粉添加量对挤压组织化产品感官特性的影响

由图3可以看出,花生蛋白的添加对挤压组织化产品感官评分影响显著($P < 0.05$),豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对挤压组织化产品感官评分影响极显著($P < 0.01$)。随着花生蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的感官评分逐渐升高;随着豌豆蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的感官评分先缓慢升高后逐渐降低,当添加量为20%时分别达到最大值(76.3分);随着大豆分离蛋白添加量的增大,挤压组织化产品的感官评分逐渐下降,且下降幅度越来越大。

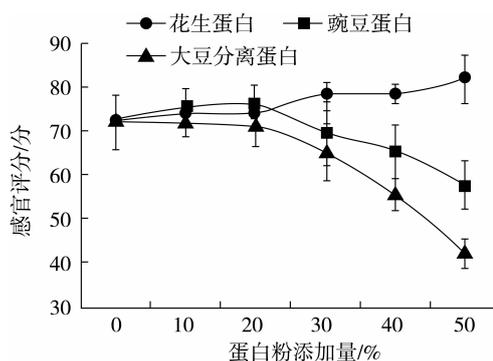


图3 蛋白粉添加量对挤压组织化产品感官评分的影响

3 结论

花生蛋白、豌豆蛋白、大豆分离蛋白的添加对谷朊粉挤压组织化产品特性均有显著性影响,随着花生蛋白添加量的增大,组织化度先升高后下降,红色度 a^* 、感官评分逐渐升高,明度 L^* 、硬度、弹性、咀嚼度先下降后升高,黄色度 b^* 、色差 ΔE 先下降后略有升高。随着豌豆蛋白添加量的增大,组织化度、弹性、黄色度 b^* 、感官评分先升高后下降,红色度 a^* 、硬度、咀嚼度逐渐升高,明度 L^* 、色差 ΔE 先下降后升高。随着大豆分离蛋白添加量的增大,明度 L^* 、色差 ΔE 感官评分逐渐下降,红色度 a^* 、黄色度 b^* 先升高后下降,组织化度、咀嚼度、硬度逐渐升高,弹性先下降后升高。

随着蛋白粉添加量的增大,产品色泽呈现不同程度降低,花生蛋白和豌豆蛋白降幅平缓,大豆分离蛋白下降迅速;添加适量的花生蛋白(10%~20%)可以改善产品感官品质和质构特性(硬度、咀嚼度略有下降);添加适量的豌豆蛋白(20%)、大豆分离蛋白(20%)均可提高产品的质构特性。

参考文献:

- [1] 赵宇生,卞科,毋江. 谷朊粉的研究与应用[J]. 食品科技,2007(6):31-34.
- [2] 赵学敬. 谷朊粉开发与产量控制[J]. 粮食科技与经济,2013(5):50-51.
- [3] 陈锋亮,魏益民,张波,等. 植物蛋白原料体系影响挤压组织化研究进展[J]. 中国粮油学报,2012(4):110-113+122.
- [4] Yao G, Liu K S, Hsieh F. A new method for characterizing fiber formation in meat analogs during high moisture extrusion[J]. Journal of Food Science,2004,69(7):303-307.
- [5] Amiot J, Brisson G J, Castaigne F, et al. Nutritive value of textured proteins prepared by the wet spinning process[J]. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal,1979,12(1):23-26.
- [6] Lawton J W, Davis A B, Behnke K C. High-temperature, short-time extrusion of wheat gluten and bran-like fraction[J]. Cereal Chemistry,1985,62(4):267-271.
- [7] 郑建梅,魏益民,张波,等. 套筒温度对谷朊粉高水分挤压组织化产品特性的影响[J]. 食品科学,2012(9):99-104.
- [8] Day L, Augustin M A, Batey I L, et al. Wheat-gluten uses and industry needs[J]. Trends in Food Science and Technology,2006,17:82-90.
- [9] 贾旭. 小麦谷朊粉在大豆蛋白挤压组织化中的应用研究[D]. 河南工业大学,2010.
- [10] 丘丰,周益众,舒永兴,等. 几种植物蛋白粉及不同配比后的蛋白质功效比分析[J]. 实用预防医学,2004(3):593-594.
- [11] 孙照勇,魏益民,张波,等. 大豆花生复合挤压组织化蛋白质特性的研究[J]. 农产品加工(学刊),2009(3):13-16.
- [12] 莫重文. 质构化蛋白及仿肉食品研制[J]. 郑州工程学院学报,2001(3):9-13.
- [13] Liu K, Hsieh F. Protein-protein interactions during high moisture extrusion for fibrous meat analogues and comparison of protein solubility methods using different solvent systems[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2008,56(8):2681-2687.
- [14] Ranasinghesagara J, Hsieh F, Yao G. An image processing method for quantifying fiber formation in meat analogs under high moisture extrusion[J]. Journal of Food Science,2005,70(8):450-454.
- [15] 耿永然,李文军,王奕云,等. 复合蛋白原料组成对挤压组织化产品特性的影响[J]. 天津科技大学学报,2016(1):17-21.
- [16] Shiau S, Yeh A. On-line measurement of rheological properties of wheat flour extrudates with added oxidoreductants, acid, and alkali[J]. Journal of Food Engineering,2004,62:193-202.
- [17] 张余. 花生蛋白挤压组织化技术及其机理研究[D]. 西北农林科技大学,2007.
- [18] 杨耸. 原料特性对高湿挤压纤维化大豆蛋白影响研究[D]. 东北农业大学,2009.
- [19] 孙照勇. 植物蛋白复合挤压组织化特性研究[D]. 中国农业科学院,2009.
- [20] Rareunrom K, Tongta S, Yongsawatdigul J. Effects of soy protein isolate on chemical and physical characteristics of meat analog[J]. Asian Journal of Food and Agro-Industry,2008,1(2):97-104.
- [21] Hagan R C, Dahl S R, Villota R. Texturization of co-precipitated soybean and peanut proteins by twin-screw extrusion[J]. Journal of Food Science,1986,51(2):367-370. 