

淀粉对高水分挤压组织化小麦蛋白产品特性的影响

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

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

摘要: 研究小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉的添加量对高水分挤压组织化小麦蛋白产品特性的影响。以小麦蛋白为主要原料, 采用高扭矩双螺杆挤压装备开发高水分组织化小麦蛋白, 并分析了组织化蛋白色泽品质(L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE)、质构特性(组织化度、硬度、黏着性、弹性、聚结性、咀嚼度)以及感官评价。结果表明: 小麦淀粉、玉米淀粉的添加均可显著提高组织化蛋白产品的色泽品质, 马铃薯淀粉的添加对组织化蛋白色泽品质影响不显著。淀粉的添加可显著提高组织化蛋白的组织化度。随着淀粉添加量的增加, 组织化蛋白质构特性(硬度、弹性、聚结性、咀嚼度)均逐渐降低。添加适量小麦淀粉(5%)、玉米淀粉(5%)均可提高组织化蛋白感官品质, 马铃薯淀粉的添加会降低感官品质。综合考虑组织化蛋白色泽品质、组织化度、质构特性和感官品质, 添加小麦淀粉(5%)或玉米淀粉(5%)较合适, 不仅达到了降低生产成本的目的, 而且提高了组织化蛋白色泽品质、组织化度和感官品质。

关键词: 淀粉; 组织化小麦蛋白; 产品特性

中图分类号: TS 210.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2018)01-0007-06

Effect of starches on the properties of textured wheat protein with high moisture

LIU Ming^{1,2}, JIANG Hua-bin^{1,2}, TAN Bin¹, LIU Yan-xiang¹

TIAN Xiao-hong¹, WANG Li-ping¹, GUO Wen-jie³

(1. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037;

2. College of Food, Northeast Agricultural University, Harbin Heilongjiang 150030;

3. Anhui Reapsun Food Co., Ltd, Bozhou Anhui 236800)

Abstract: The effects of the amount of wheat starch, potato starch and corn starch on the properties of high moisture textured wheat protein were explored. High moisture textured wheat protein was prepared by high torque twin-screw extrusion equipment. The parameters of textured protein, such as color and lustre (L^* , a^* , b^* , ΔE), textural properties (degree of texturization, hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness and chewiness) and sensory evaluation were analyzed. The results showed that the addition of wheat starch, corn starch could improve the quality of color and lustre of textured protein significantly, while that of potato starch had no significant effect. The addition of starches could improve the degree of texturization of textured protein significantly. With the increasing of the addition, the textural properties (hardness, springiness, cohesiveness and chewiness) of textured protein gradually decreased. The addition of appropriate amount of wheat starch (5%), corn starch (5%) could improve the sensory evaluation, while the addition of potato starch would reduce the sensory evaluation. The optimal addition were wheat starch (5%) or corn starch (5%) in consideration of the color parameters, textural properties and sensory evaluation of textured wheat protein. It is not only achieve the purpose of re-

收稿日期: 2017-07-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0400702)

作者简介: 刘明, 1980年出生, 男, 博士研究生, 副研究员。

通讯作者: 谭斌, 1972年出生, 男, 博士, 研究员。

ducing production costs, but also improve the color parameters, degree of texturization and sensory evaluation of textured wheat protein.

Key words: starch; textured wheat protein; 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。小麦蛋白是小麦淀粉工业和酒精工业的加工副产物,蛋白质高达 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,小麦蛋白年产量已达 30 万 t 左右^[2],并且仍在逐年增加。

小麦蛋白具有较强的吸水性、粘弹性、薄膜成型性、吸脂乳化性、且口感清淡,与水混合后可显著提高面团的强度。主要应用在焙烤食品、类肉制品、早餐食品、宠物食品、鱼类饲料等领域^[3]。研究表明通过微波、湿热等技术对小麦蛋白改性,可以提高小麦蛋白的溶解性和乳化性,可进一步扩大在食品加工中的应用^[4-5]。

植物蛋白挤压组织化是指蛋白原料在挤压机内经高温、高压、强剪切力等共同作用,蛋白质分子发生变性,结构重新排列,形成具有动物肉咀嚼感的产品,这种产品称为组织化蛋白^[6]。组织化蛋白挤压工艺包括低水分和高水分挤压,物料水分含量低于 40% 为低水分挤压;高于 40% 则为高水分挤压^[7],高水分挤压较低水分挤压加工组织化蛋白具有组织化度高、咀嚼感强、即食、营养成分损失少等优点^[8]。采用挤压技术生产高水分组织化小麦蛋白,不仅可提高小麦蛋白附加值,而且也能拓展我国小麦资源的精深加工途径。

在食品的深加工过程中,淀粉具有改良食品特性的作用,比如增稠、凝胶、黏结、成膜、润胀、糊化、改善质构等^[9]。淀粉的添加对高水分挤压组织化蛋白产品有重要影响,其含量的高低及在挤压过程的变化直接影响到挤压组织化蛋白产品的特性,如产品颜色、质构和风味等。在挤压过程中,淀粉会发生复杂的生物化学反应,如糊化、水解、凝胶化等;此外,淀粉与蛋白质之间也会发生反应^[10]。淀粉具有降低组织化程度和增加挤压成型性的双重作用^[11],因此有必要严加控制淀粉的添加量。

本实验研究了小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量对高水分组织化小麦蛋白产品特性的影

响。以小麦蛋白、花生蛋白、豌豆蛋白为原料,采用高扭矩双螺杆挤压装备开发高水分组织化小麦蛋白,并分析了组织化蛋白色泽品质(L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE)、质构特性(组织化度、硬度、黏着性、弹性、聚结性、咀嚼度)、以及感官评价。旨在为高水分组织化小麦蛋白生产的原料选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

谷朮粉: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;小麦淀粉:徐州人和居食品厂;马铃薯淀粉:北京古松食品有限公司;玉米淀粉:上海双花食品有限公司。原料的基本组分和含量见表 1。

表 1 原料的基本组分和含量					%
原料	水分含量	粗蛋白	粗脂肪	灰分	粗纤维
谷朮粉	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

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 系列积分球式分光光度仪:美国 X-Rite 爱色丽公司;DGC-9240B 型电热恒温鼓风干燥箱:上海森信实验仪器有限公司;万用电炉:北京科伟永兴仪器有限公司;马弗炉:天津市中环实验电炉有限公司;Soxtec2050 全自动索氏抽提系统:福斯分析仪器公司;Kjeltec8400 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

谷朮粉、花生蛋白和豌豆蛋白按 65.5:13.5:21 比例混合均匀作为基料,然后将小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉分别按 0%、5%、10%、15%、20%、25% 等梯度添加到基料中,混合均匀后进行挤压实验,挤压工艺参数设置:水分含量 49%,喂料速度 11 kg/h,螺杆转速 330 r/min,挤压机 T2、T3、T4、

T5、T6 区温度分别为 60、100、170、140、100 ℃。

1.4 产品特性测定

1.4.1 色泽测定

使用 X-Rite SP60 系列积分球式分光光度仪测定样品色泽,并记录 L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE 。

1.4.2 质构特性

使用 TA-XT Plus 型物性测试仪(TPA 模式, P/36R 探头)^[12],测定组织化蛋白产品的硬度、黏着性、弹性、聚结性、咀嚼度。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,往复两次。

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功与纵向剪切力所做功的比值^[13]。

1.4.4 产品感官评价^[14]

选食品相关专业 10 名研究生(男女各 5 名),培训后对挤压组织化产品进行感官评价。感官评价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:

$$\text{感官评分} = \frac{\sum (\text{各项目评分} \times \text{相应系数})}{10} \times 100$$

表 2 组织化蛋白产品感官评分标准

项目	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
表观状态	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,无黏性,结构密实,质地均匀性稍差	表面光滑,无黏性,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,均匀性较好,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 淀粉对组织化蛋白产品色泽的影响

图 1 是 3 种不同来源淀粉对组织化蛋白产品色泽的影响结果。可以看出,小麦淀粉、玉米淀粉添加量对组织化蛋白产品明度 L^* 、红色度 a^* 、黄色度 b^* 、色差 ΔE 影响极显著($P < 0.01$)。马铃薯淀粉添加量对组织化蛋白产品明度 L^* 影响极显著($P < 0.01$),而对组织化蛋白产品的红色度 a^* 、黄色度 b^* 、色差 ΔE 影响不显著($P > 0.05$)。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品的明度 L^* 均逐渐升高。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品的红色度 a^* 、黄色度 b^* 均先升高后降低,且

添加马铃薯淀粉的产品变化幅度较小。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品色差 ΔE 均呈逐渐升高的趋势,且添加马铃薯淀粉升高幅度较小。随着玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品的色差 ΔE 先逐渐升高后略有下降。随着淀粉添加量的增加,组织化蛋白的明度 L^* 、色差 ΔE 均增大,可能是由于淀粉本身的颜色比蛋白粉浅,而引起添加淀粉的组织化蛋白产品颜色变浅。洪滨^[15]等研究表明当淀粉添加量为 1%~8% 时,淀粉的添加会导致组织化蛋白产品明度 L^* 降低,且添加量越高明度 L^* 越低,红色度 a^* 、黄色度 b^* 先升高后降低,这与本研究存在差异,可能是由原料的种类和蛋白质含量的不同引起的。

2.2 淀粉对组织化蛋白产品质构特性的影响

图 2 是 3 种不同来源淀粉对组织化蛋白产品质

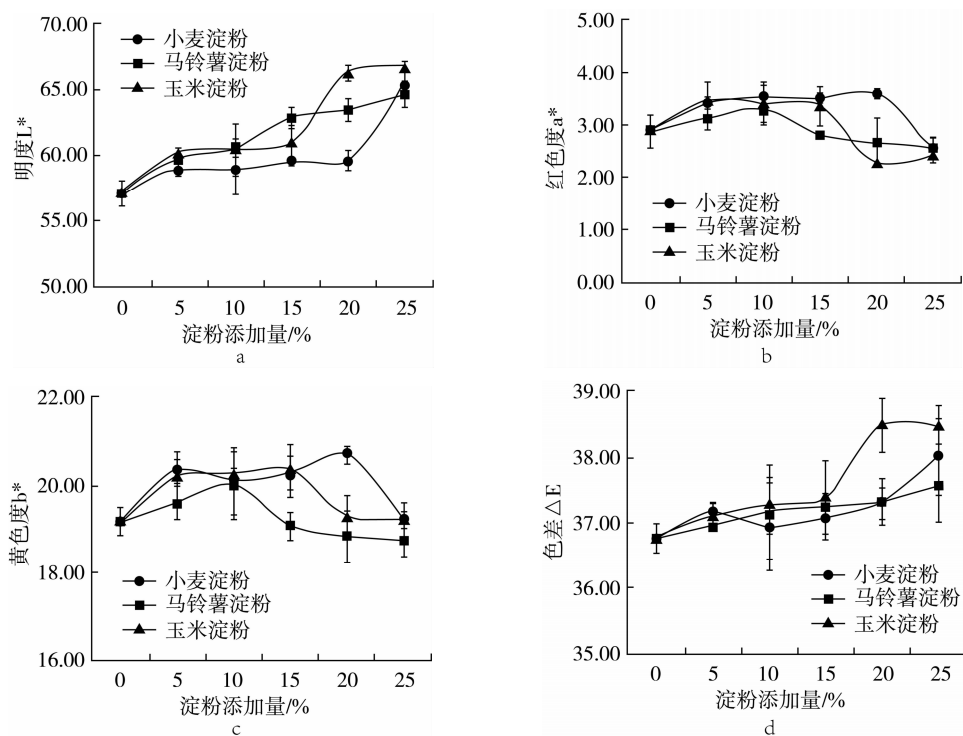


图1 淀粉对组织化蛋白产品色泽的影响

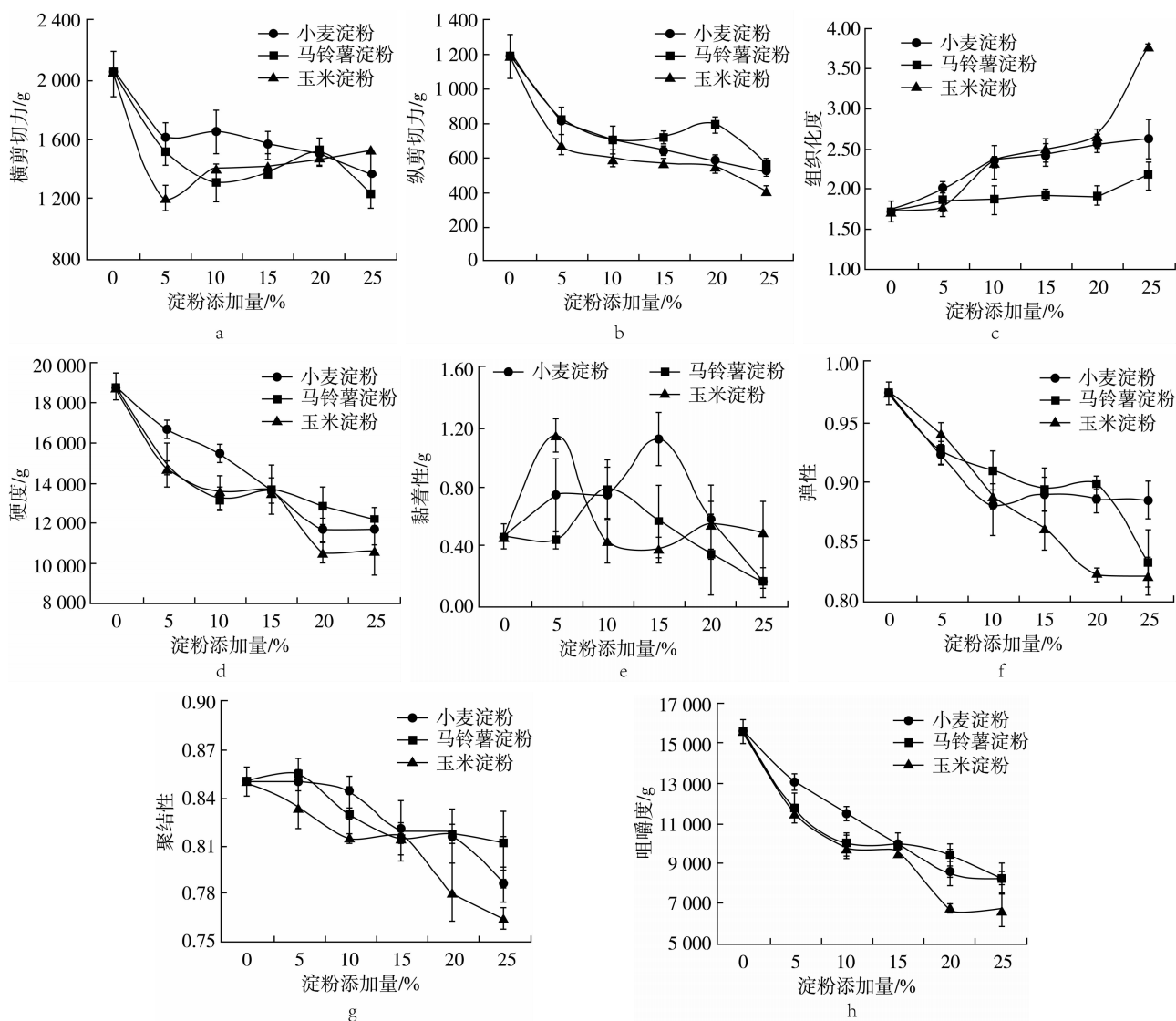


图2 淀粉对组织化蛋白产品质构特性的影响

构特性的影响结果。由图 2c 可以看出,小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量对组织化蛋白产品组织化度影响极显著($P < 0.01$)。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品的组织化度均逐渐升高,但添加马铃薯淀粉的组织化蛋白产品组织化度升高幅度较小。组织化蛋白产品的纵、横向剪切力均呈下降趋势,但纵剪切力下降幅度较大,组织化度与纵剪切力负相关,从而引起产品的组织化度逐渐升高。

由图 2d、2f、2g 和 2h 可以看出,小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量对组织化蛋白产品硬度、弹性、聚结性、咀嚼度影响极显著($P < 0.01$)。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品的硬度、弹性、聚结性、咀嚼度均呈逐渐降低的趋势。淀粉本身的膨化作用增大了组织化蛋白产品的组织结构间的缝隙,使产品口感松软,从而降低其硬度、咀嚼度。与添加相同含量的马铃薯淀粉、玉米淀粉相比,添加小麦淀粉后的组织化蛋白产品的硬度、咀嚼度相对较高,可能是由于小麦淀粉中含有较高的支链淀粉,而支链淀粉的结晶性差,溶解性好^[16]。

由图 2e 可以看出,小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量对组织化蛋白产品黏着性影响极显著($P < 0.01$)。随着小麦淀粉、马铃薯淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品黏着性均先升高后降低,当小麦淀粉、马铃薯淀粉添加量分别为 15%、10% 时,组织化蛋白产品黏着性达到最大值(1.113 g、0.786 g)。玉米淀粉添加量为 0~15% 时,组织化蛋白产品黏着性先升高后降低,添加量为 5% 时达到最大值(1.136 g),随后略有升高。添加适量的淀粉会提高组织化蛋白黏着性,这可能是由于淀粉本身具有的增稠作用^[17]。

2.3 淀粉对组织化蛋白产品感官特性的影响

由图 3、图 4 可知,淀粉添加量对小麦高水分挤压组织化蛋白的表面、切面外观均有显著影响。随着淀粉添加量的增大,小麦高水分挤压组织化蛋白的颜色逐渐变浅;当小麦淀粉添加量为 5% 时,组织化蛋白产品形状完整,表面光滑,无裂痕,结构紧

密,具有明显的纤维化结构,切面无气泡;当马铃薯淀粉添加量为 5% 时,组织化蛋白产品形状不完整,表面粗糙,有裂痕,具有明显的纤维化结构,切面出

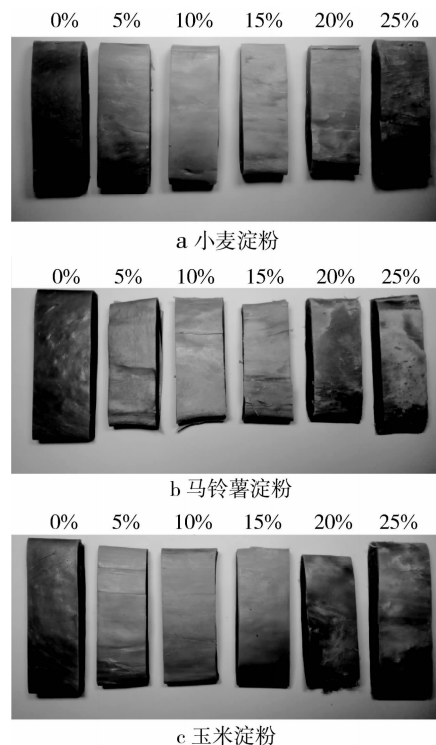


图3 淀粉添加量对组织化蛋白产品表面外观特性的影响

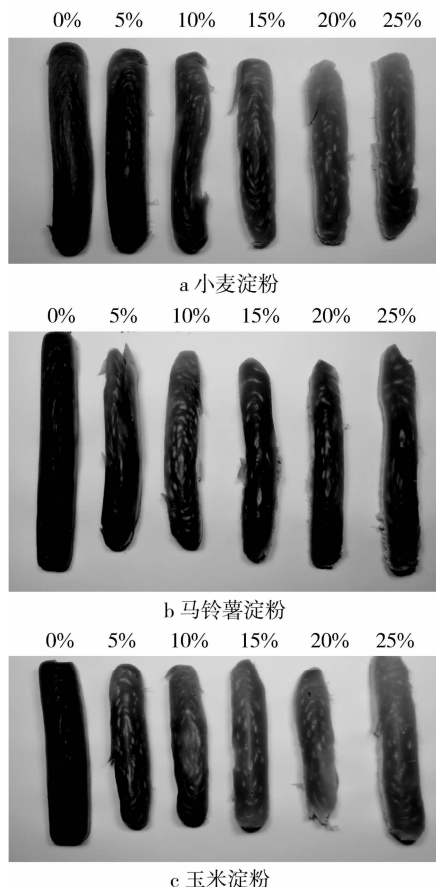


图4 淀粉添加量对组织化蛋白产品切面外观特性的影响

现明显的分层现象;当玉米淀粉添加量为5%时,小麦高水分挤压组织化蛋白产品形状不完整,表面有裂痕,具有明显的纤维化结构,切面出现分层现象;当3种淀粉添加量大于10%时,组织化蛋白产品表面不光滑,有明显的裂痕,缺损严重,结构松散,形状不完整,表面有淀粉粘结形成的小块,组织化程度逐渐降低,纤维化结构较弱甚至无纤维化结构,质地较软,切面有小气泡。

图5是3种不同来源淀粉对组织化蛋白产品感官特性的影响结果。由图5可以看出,小麦淀粉、马铃薯淀粉、玉米淀粉添加量对组织化蛋白产品组织化度影响极显著($P < 0.01$)。随着小麦淀粉、玉米淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品感官评分均先升高后逐渐降低,当小麦淀粉、玉米淀粉添加量为5%时,组织化蛋白产品感官评分分别达到最大值(78.4分、75.3分)。随着马铃薯淀粉添加量的增加,组织化蛋白产品感官评分先降低后略有升高。添加过量的淀粉会引起组织化蛋白产品成型性变差,组织化结构松散,感官评分降低。

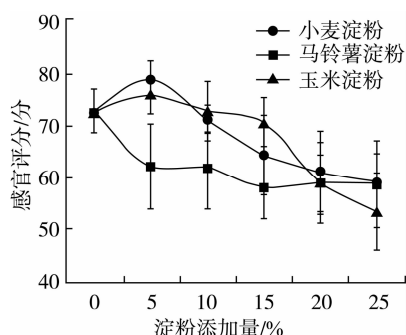


图5 淀粉对组织化蛋白产品感官特性的影响

3 结论

小麦淀粉、玉米淀粉的添加均可显著提高组织化蛋白产品的色泽品质,马铃薯淀粉的添加对组织化蛋白色泽品质影响不显著。淀粉的添加可显著提高组织化蛋白的组织化度。随着淀粉添加量的增加,组织化蛋白质构特性(硬度、弹性、聚结性、咀嚼度)均逐渐降低,小麦淀粉的降低幅度低于马铃薯淀粉、玉米淀粉。添加适量小麦淀粉(5%)、玉米淀粉(5%)均可提高组织化蛋白感官品质,马铃薯淀粉的添加会降低感官品质。综合考虑组织化蛋

白色泽品质、组织化度、质构特性和感官品质,添加小麦淀粉(5%)或玉米淀粉(5%)较合适,不仅达到了降低生产成本的目的,而且提高了组织化蛋白色泽品质、组织化度和感官品质。

参考文献:

- [1] 赵宇生,卞科,毋江. 谷朮粉的研究与应用[J]. 食品科技,2007(6):31-34.
- [2] 赵学敬. 谷朮粉开发与产量控制[J]. 粮食科技与经济,2013,38(5):50-51.
- [3] 严忠军,卞科,司建中. 谷朮粉应用概述[J]. 中国粮油学报,2005,20(5):16-20.
- [4] Yalcin E, Sakiyan O, Sumnu G, et al. Functional properties of microwave-treated wheat gluten[J]. European Food Research & Technology, 2008, 227(5):1411-1417.
- [5] 赵冬艳,王金水,刘宇宸. 湿热处理提高谷朮粉乳化性的研究[J]. 粮食与饲料工业,2003(4):45-47.
- [6] 张金闯,魏益民,张波,等. 组织化大豆蛋白生产工艺研究与应用进展[J]. 中国粮油学报,2015,30(10):135-139.
- [7] Akdogan H. High moisture food extrusion[J]. International Journal of Food Science and Technology, 1999, 34(3):195-207.
- [8] 孙照勇,陈锋亮,张波,等. 植物蛋白高水分挤压组织化技术研究进展[J]. 农业工程学报,2009,25(3):308-312.
- [9] 何晋浙,张安强,丁玉庭. 10种淀粉的理化特性研究[J]. 中国粮油学报,2011,26(4):37-41.
- [10] 王洪武,马榴强,周建国,等. 大豆蛋白质原料体系对挤压组织化影响[J]. 中国食品学报,2002,2(1):33-38.
- [11] 常晓明,刘恩岐. 原料体系对大豆蛋白挤压组织化的影响[J]. 农产品加工(学刊),2007,88(1):20-23.
- [12] 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,2016,31(1):17-21.
- [13] Shiao S Y, Yeh A I. On-line measurement of rheological properties of wheat flour extrudates with added oxidoreductants, acid, and alkali[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 62(2):193-202.
- [14] 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.
- [15] 洪滨,解铁民,高扬,等. 淀粉对高水分挤压组织化蛋白特性的影响[J]. 食品工业,2014,35(7):184-189.
- [16] 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.
- [17] Lin S, Huff H E, Hsieh F. Texture and chemical characteristics of soy protein meat analog extruded at high moisture[J]. Journal of Food Science, 2000, 65(2):264-269. 完