

三种配料对玉米挤压速食粥食用品质的影响

陈雪^{1,2}, 刘明^{1,2}, 刘艳香^{1,2}, 汪丽萍¹,

吴娜娜¹, 翟晓童¹, 田晓红¹, 于国萍², 谭斌¹

(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)

摘要:探讨配料种类和添加量对玉米挤压速食粥食用品质的影响。分析粥粒容重、径向膨胀率、熟化时间以及感官品质等食用品质指标。结果显示:糯米粉、玉米淀粉以及黄原胶三种配料的添加对挤压速食粥产品品质影响显著($P < 0.05$), 添加三种配料均能提高速食粥的感官品质。添加糯米粉、玉米淀粉可提高速食粥膨化度, 缩短熟化时间, 黄原胶的添加降低了膨化效果、延长了熟化时间, 三种配料对速食粥食用品质均有改善作用。

关键词:玉米; 速食粥; 食品配料; 添加量; 食用品质

中图分类号:TS 213.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)01-0006-05

Influences of three food ingredients on edible quality of corn instant porridge

CHEN Xue^{1,2}, LIU Ming^{1,2}, LIU Yan-xiang^{1,2}, WANG Li-ping¹,

WU Na-na¹, ZHAI Xiao-tong¹, TIAN Xiao-hong¹, YU Guo-ping², TAN Bin¹

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

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

Abstract: The effects of the variety and addition of ingredients on edible quality of instant corn porridge were discussed. The edible quality indicators of porridge, including grain density, radial expansion ratio, cooking time and sensory quality, were analyzed. The results indicated that the effect of glutinous rice flour, corn starch and xanthan gum on the product quality ($P < 0.05$) was notable and improved the sensory quality of instant porridge. Glutinous rice flour and corn starch could increase the expansion ratio and shorten the cooking time, while xanthan gum could decrease expansion ratio, lengthen cooking time. Three ingredients play a beneficial role on edible quality of instant porridge.

Key words: corn; instant porridge; food ingredients; addition amount; edible quality

玉米是世界上重要的粮食作物之一,除含有蛋白质、亚油酸、矿物质外,玉米中的钙、谷胱甘肽、维生素等生理活性物质含量也较高。长期食用玉米食品具有降血压、降血脂、提高人体免疫力、防治便秘等功效,同时对心脏病和癌症等有一定的预防作用^[1]。然而,口感粗糙、加工品质差等问题限制着其作为主食产品的应用。近年来,国内外有很多关于改善玉米食用品质的研究,如玉米品种和生长环境对产品品质的一些影响^[2],采用挤压蒸煮处理、高压处理玉米淀粉、挤压玉米产品中添加配料等方

式改善食用品质^[3-4]。双螺杆挤压是将物料在挤压机内经输送、混合、捏合、挤压等过程,经高温高压改性的过程。具有工艺简单、成本低、产量高等特点,可以改善粗粮口感,挤压后的产品营养保存率高、食用方便^[5]。基于挤压预糊化改性加工技术的速食粥,是仅需几分钟开水冲泡即可食用的速食方便主食品^[6]。目前,已有利用挤压方法研究速食粥的报道^[7-8],但对玉米挤压速食粥的食用品质改良研究较少。通常糯米粉、黄原胶和玉米淀粉作为食品配料添加到粥中可以改善粥的口感、风味及稳定性等,以达到改善食用品质的目的。本实验通过添加三种食品配料,研究添加不同比例配料对于挤压速食粥容重、径向膨胀率、熟化时间、感官等食用品质的影

收稿日期:2016-06-24

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2016YFD0400702)

作者简介:陈雪,1993年出生,女,硕士研究生。

通讯作者:谭斌,1972年出生,男,博士,研究员。

响,为进一步开发玉米资源奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

玉米粉:产自河北三河;玉米淀粉、糯米粉和黄原胶:购于北京城北粮食市场,自封袋包装,4℃保存;各化学试剂均为分析纯。

DGG-9240B 型电热恒温鼓风干燥箱:上海森信实验仪器有限公司;FW-135 型中草药粉碎机:天津泰斯特公司;FMHE36-32 型双螺杆挤压实验机、FMFC-400 型流化床干燥机和 FMDR-400 型高温烤炉:长沙富马科食品工程技术有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 玉米速食粥加工工艺

玉米粉中添加不同比例的配料,糯米粉(0%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%),黄原胶(0%、0.05%、0.1%、0.15%、0.2%、0.3%),玉米淀粉(0%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%)。采用液体喂料器在线调节水分,经双螺杆挤压重组再造粒(挤压条件为:I 区 60℃,II 区 90℃,III 区 110℃;螺杆转速 220 r/min、切刀转速 2 000 r/min;喂料量为 18 kg/h),干燥、冷却、包装,储存待测。

1.2.2 玉米速食粥质量评价

1.2.2.1 径向膨胀率测定^[9]

径向膨胀率是挤出物横截面积与模头横截面积之比。测量稳定状态下挤出的横截面积,测量重复 30 次。

1.2.2.2 容重确定^[10]

按油菜籽置换方法测定。取 1 000 mL 量杯一个,其最大容量为 v ,取一定重量范围的挤压样品,称其重量为 m ,放置于量杯中,然后将油菜籽缓慢倒入量杯中,至完全淹没样品,并盛满量杯,用直尺轻轻刮平。测量油菜籽的体积 v_1 ,则样品的体积 $v_2 = v - v_1$,每个挤压样品取三次样,每次取样测三次,取平均值。

$$\text{容重}(\text{g/mL}) = \frac{m}{v_2}$$

式中: m 为油菜籽重量,g; v_2 为油菜籽的体积,mL。

1.2.2.3 熟化时间确定^[11]

取粥粒 20 粒置于 500 mL90℃热水中浸泡,从 2.5 min 开始每隔 20 s 取出一粒用透明玻璃片压开,观察粥粒中间白芯的变化,白芯刚消失的时间即为粥的最佳蒸煮时间。

1.2.2.4 感官评价方法^[12]

玉米速食粥感官评价方法见表 1。

1.2.3 数据处理

数据采用平均值±标准偏差表示。采用 Mi-

crosoft Office Excel 2003 数据分析工具进行处理。

表 1 感官评价方法

指标	分数	标准评价
色泽	15 分	正常米色,颜色均匀,光泽好 10~15 分;颜色不均匀,光泽不足 5~9 分;颜色发暗或有异色 0~4 分。
气味	15 分	天然香味浓郁 10~15 分;有天然香味,无异味 5~9 分;无香味或有明显异味 0~4 分。
外观结构	15 分	粒形完整,大小均一,适度膨大,表面光滑 10~15 分;米粒稍增大,表面轻微开裂,有粗糙感 5~9 分;米粒过度膨大,粒形难辨,碎屑多 0~4 分。
黏性	10 分	米粒适度分散,有一定粘性 8~10 分;有少量米粒粘结,难分散,或虽分散而无粘性 5~7 分;粘结成团,不易分开 0~4 分。
弹性	10 分	用手轻捏有一定弹性 8~10 分;略有弹性 5~7 分;无弹性 0~4 分。
硬度	15 分	软硬适中,无夹生感 10~15 分;稍硬或过软 5~9 分;软烂或夹生感严重 0~4 分。
滋味及分层	20 分	米汤滑爽,稠度适当,米粒在其中分散均一 13~20 分;米汤滑稀,稠度稍低,有轻微分层 7~12 分;米汤几乎无稠度,米水严重分层 0~6 分。
总分	满分 100 分	各项分数之和和总分(满分 100 分)。

2 结果与分析

2.1 原料添加量对玉米速食粥挤压参数的影响

图 1 为糯米粉添加量对玉米速食粥径向膨胀率和容重的影响。由图 1 可知,在糯米粉添加量 0%~3% 范围内,随着糯米粉添加量的增加,径向膨胀率呈上升趋势,容重呈下降趋势。径向膨胀率是挤出物横截面积与模头横截面积比值,比值越大代表膨胀程度越好^[19]。容重是单位体积物料的重量,容重越小膨胀程度越好。径向膨胀率和容重结合分析更能反映速食粥的膨化的情况。从图 1 可看出,糯米粉的适当添加可提高径向膨胀率、降低容重,提高速食粥膨化效果。Bhattacharya 和 Hanna^[13] 研究得出糯性玉米粉比普通玉米粉更易糊化,导致在相同挤压参数下,流动性强易挤出,容重变化明显;糯米粉中的支链淀粉含量高,体系中支链淀粉含量增加会提高膨化效果^[14-15]。

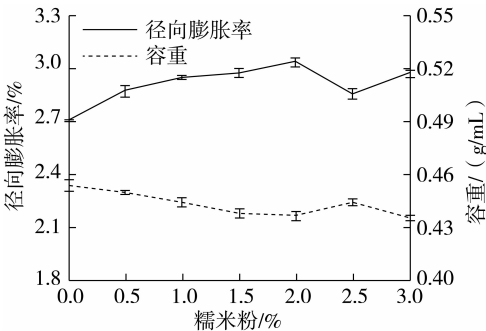


图 1 糯米粉添加量对玉米速食粥挤压参数的影响

图 2 是黄原胶添加量对玉米速食粥径向膨胀率

和容重的影响。从图2可以看出,在黄原胶添加量0.05%~0.25%范围内,随着黄原胶添加量的不断增加,速食粥的容重逐渐降低。与之相对应,径向膨胀率则呈逐渐上升趋势,而未添加黄原胶的速食粥径向膨胀率高、容重低。与添加糯米粉相比,黄原胶的加入使容重增大,径向膨胀率减小。罗志刚等人^[16]发现黄原胶会促进淀粉糊化、增大淀粉糊粘度。在挤压过程中,可能是由于黄原胶会使挤压熔融物的粘度增加,从而使物料膨化度降低,容重增加;另一方面黄原胶具有持水性,使物料在挤出的过程中水分不易蒸发,进而导致膨化度减小,容重增大。

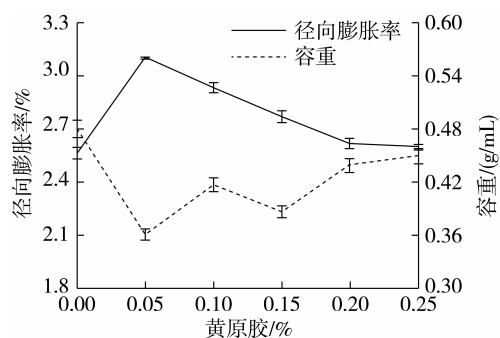


图2 黄原胶添加量对玉米速食粥挤压参数的影响

图3是玉米淀粉添加量对玉米速食粥径向膨胀率和容重的影响。从图3可以看出,在玉米淀粉添加量0%~3%范围内,随着玉米淀粉添加量的不断增加,速食粥的径向膨胀率上下波动,但整体呈上升趋势。与之相对应,容重呈逐渐下降的趋势。玉米中淀粉含量高达70%左右,其特性很大程度上会影响产品品质。有研究表明挤压过程中淀粉降解、产生的小分子与淀粉糊的黏性、凝胶高度相关^[17]。玉米淀粉的添加导致体系中淀粉比例改变,对速食粥的膨胀也有一定的作用。

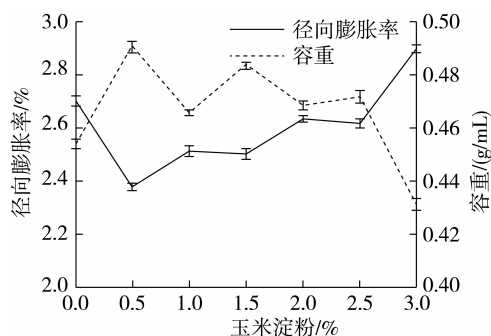


图3 玉米淀粉添加量对玉米速食粥挤压参数的影响

2.2 原料添加量对玉米速食粥熟化时间的影响

图4为糯米粉添加量对玉米速食粥熟化时间的影响。由图4可知,糯米粉添加量1%时,熟化时间最短为130 s。糯米粉添加量在0%~1.5%和1.5%

~3%范围内,熟化时间呈先降低后升高趋势。熟化时间可以表征速食粥的糊化度和复水情况。熟化时间短表明糊化速度快,组织结构疏松多孔,吸水力强,复水性好,达到了方便速食的目的。糯米粉含有大量的支链淀粉,添加糯米粉使体系中的支链淀粉比例增大,更易于速食粥的糊化,缩短熟化时间^[16]。

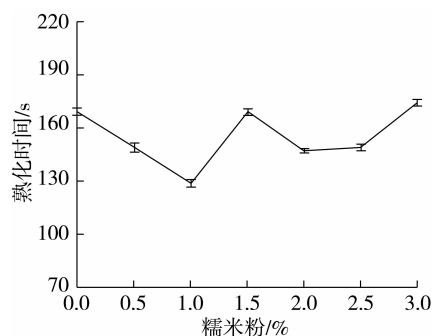


图4 糯米粉添加量对玉米速食粥熟化时间的影响

图5为黄原胶添加量对玉米速食粥熟化时间的影响。从图5可知,黄原胶添加量在0.05%~0.25%范围内,随着黄原胶添加量的增加熟化时间呈先升高再降低趋势,当黄原胶添加量为0.2%和0.25%时,熟化时间最低为185 s,而未添加黄原胶的速食粥熟化时间为170 s。黄原胶具有良好的水结合能力,加入黄原胶后会减少体系中的水分,水分减少后不利于速食粥发生糊化,从而延长熟化时间。比较而言,糯米粉缩短熟化时间,黄原胶延长熟化时间。由2.1径向膨胀率和容重的结果可知,糯米粉会增加膨胀率降低容重,还原胶会降低膨胀率增加容重。表明膨胀率大的产品熟化时间短,复水性好,糊化速度快,与庄海宁等人得出的复水率、糊化度与径向膨胀率呈相同的趋势变化结论相一致^[18]。

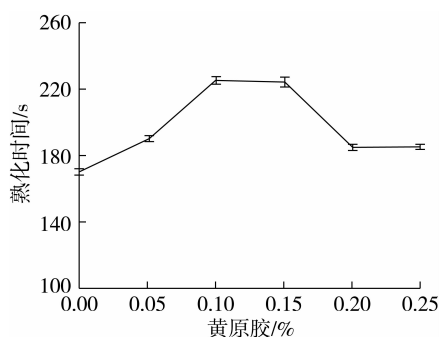


图5 黄原胶添加量对玉米速食粥熟化时间的影响

图6为玉米淀粉添加量对玉米速食粥熟化时间的影响。从图6可知,玉米淀粉添加量在1%~3%范围内,熟化时间呈先降低后升高趋势。玉米淀粉添加量为2%时,熟化时间最短为155 s。体系中淀粉组成变化影响糊化程度和熟化时间。与Miklus和Hakmaker得出支链淀粉影响烹煮时间基本一致^[18]。

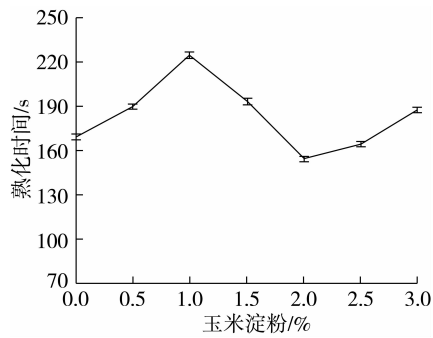


图 6 玉米淀粉添加量对玉米速食粥熟化时间的影响

2.3 原料添加量对玉米速食粥感官品质的影响

图 7 为糯米粉添加量对感官品质的影响,表 2 为糯米粉添加量对感官总分的影响。从表 2 可知,糯米粉添加量在 0% ~3% 范围内,随糯米粉添加量的增加,感官总分呈先升高再降低趋势,糯米粉添加量为 2% 时,感官总分达到最高,为 91 分。可见适当添加糯米粉有提高感官品质的作用。加入糯米粉一方面可使体系中支链淀粉比例提高,直链淀粉含量的减少会减缓老化的发生,另一方面糯米粉可作为方便粥的增稠剂,在营养、口感、性能等方面都优于食品胶,糯米粉的添加一定程度上会减少粥的营养损失,还能使粥具有天然玉米的清香^[19]。糯米粉的适量添加可以增加香味,赋予方便玉米粥优良的口感和令人愉快的颜色。因此,选择糯米粉添加量 2% 左右比较合适。添加量过高或过低,色泽、气味、外观结构均降低。添加量过高,对粘性、硬度、滋味以及分层性能均会降低。添加量对硬度的影响不大。李莉^[20]研究气流膨化香菇丁配方中,配料糯米粉添加量 45% 时感官品质最佳。

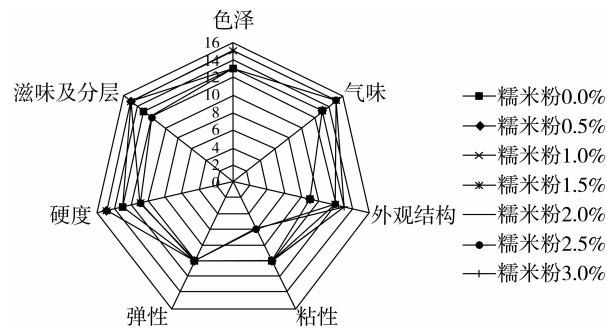


图 7 糯米粉添加量对感官品质的影响

表 2 糯米粉添加量对感官总分的影响

项目	糯米粉添加量/%						
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
感官总分	81	85	85	88	91	79	78

图 8 为黄原胶添加量对感官品质的影响,表 3

为黄原胶添加量对感官总分的影响。由表 3 可以看出,黄原胶添加量在 0.05% ~0.3% 范围内,随黄原胶添加量的增加,感官总分呈先升高再降低趋势,黄原胶添加量为 0.15% 时,感官总分达到最高为 86 分。适当添加黄原胶能提高感官品质。黄原胶是亲水性胶体,可作为稳定剂,理化性质独特,具有悬浮、增稠以及乳化稳定等功能。黄原胶添加到食品中,能够改善食品的质构特性,使产品的稳定性提高,加工工艺简化,从而降低生产成本^[21]。黄原胶加入玉米速食粥中不仅可防止固形物与汤汁分层,而且可在一定程度上降低玉米速食粥的回生程度,因为黄原胶与水有很强的结合能力,就会降低体系中的自由水含量。研究表明,在淀粉分子重结晶的过程中水具有重要的作用,当体系内自由水含量减少,就会使淀粉分子链重排变得困难,导致回生程度降低^[20]。因此,黄原胶对提高传统食品的品质,新开发型食品具有一定的作用^[21]。若考虑到速食粥的添加剂使用标准,应在感官品质较好的情况下选择最小的黄原胶添加量。因此,黄原胶添加量选择 0.15% 左右比较合适。添加量过高或过低时,粥产品色泽、气味、外观结构、粘性、滋味以及分层性能均会降低。添加量对粥产品的弹性和硬度影响不大。

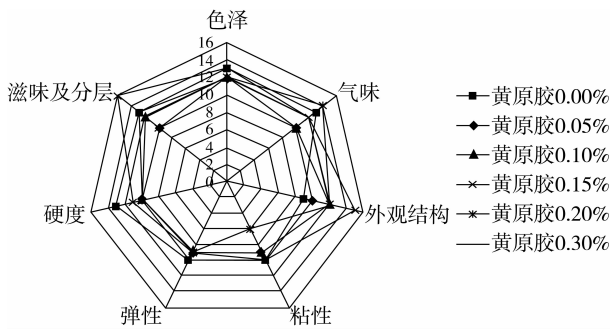


图 8 黄原胶添加量对速食粥感官品质的影响

表 3 黄原胶添加量对速食粥感官总分的影响

项目	黄原胶添加量/%					
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.30
感官总分	81	70	74	86	73	74

图 9 为玉米淀粉添加量对速食粥感官品质的影响,表 4 玉米淀粉添加量对速食粥感官总分的影响。由表 4 可以看出,玉米淀粉添加量在 0% ~3% 范围内,随着玉米淀粉添加量的增加,速食粥感官总分呈上下波动,但整体呈现下降趋势。在玉米淀粉添加量为 1% 时,速食粥感官评分达到最高为 88。选择适合的玉米淀粉添加量有助于提高速食粥的感官品质。玉米淀粉作为一种植物多糖,不仅在烹调、调味

过程中发挥重要作用,也具有丰富的营养价值。玉米淀粉添加到速食粥中可作为增稠剂,同时在高温高压挤压膨化的过程中淀粉会发生部分降解,增加体系中的还原糖含量,小分子的还原糖更有利于人体的吸收,可提高速食粥的甜味。玉米淀粉的适当添加可使速食粥口感绵滑和微甜,增加粥的鲜浓口感。由实验可知,淀粉添加量选择 1% 左右比较合适。添加量过高或过低时,对气味、滋味以及分层性能均会降低。添加量过高时,色泽和外观结构降低,硬度增大。添加量对粘性和弹性的影响不大。郭安民^[22]等研究添加剂对速食玉米粥感官品质的影响,在单甘脂添加量 5%,麦芽糊精添加量 25%,砂糖粉添加量 19% 时,感官品评得分 94。本实验在配料添加量较低的条件下制作玉米速食粥,感官品质与其相差不多。

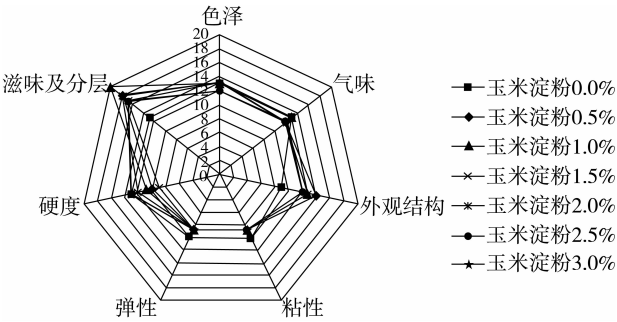


图 9 玉米淀粉添加量对速食粥感官品质的影响

表 4 玉米淀粉添加量对速食粥感官总分的影响

项目	玉米淀粉添加量/%						
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
感官总分/分	81	85	88	82	86	84	86

3 结论

添加糯米粉会使速食粥的膨化效果提高,熟化时间缩短,感官品质提高。随着糯米粉添加量的增加,径向膨胀率呈上升趋势,容重呈下降趋势;糯米粉添加量 1% 时,熟化时间最短为 130 s;糯米粉添加量为 2% 时,感官总分达到最高为 91 分。

添加黄原胶会使速食粥的膨化程度降低,熟化时间延长,感官品质改善。随着黄原胶添加量的增加,径向膨胀率呈逐渐上升趋势,容重逐渐降低,但未添加配料的速食粥膨化度更高;随着黄原胶添加量的增加,感官总分呈先升高再降低趋势,黄原胶添加量为 0.15% 时,感官总分达到最高为 86 分。

添加玉米淀粉会使速食粥的膨化效果有所提高,熟化时间缩短,感官品质提高。随着玉米淀粉添加量增加,径向膨胀率整体呈上升趋势,容重呈逐渐下降趋势;玉米淀粉添加量为 1% 时,感官总分达到最高为 88 分。

参考文献:

[1] Ronal R Watson. Functional foods and nutraceuticals in cancer prevention[J]. Iowa Stale University Press, 2003(1): 45-50.

[2] Mathew J M, Hoseney R C, Faubion J M. Effect of corn hybrid and growth environment on corn curl and pet food extrudates[J]. Cereal Chemistry, 1999, 76(5): 625-628.

[3] Robutti J, Borraa F, Gonzalez R, et al. Endosperm properties and extrusion cooking behavior of maize cultivars[J]. Lebensm. Wiss. Technol., 2002, 35(8): 663-669.

[4] Antun Jozinovic, Drago Subarc, Đudica Ackar, et al. Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits[J]. Journal of Food Engineering, 2016, 172: 31-37.

[5] 叶琼娟, 杨公明, 张全凯, 等. 挤压膨化技术及其最新应用进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(5): 1329-1334.

[6] Alexy U, Sichert-Hellert W, Rode T, et al. Convenience food in the diet of children and adolescents: consumption and composition. [J]. British Journal of Nutrition, 2008, 99(2): 345-51.

[7] Gujral H S, Sodhi N S. Back extrusion properties of wheat porridge (Dalia) [J]. Journal of Food Engineering, 2002, 52(1): 53-56.

[8] Nyombaire G, Siddiq M, Dolan K D. Physico-chemical and sensory quality of extruded light red kidney bean (Phaseolus vulgaris L.) porridge[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2011, 44(7): 1597-1602.

[9] Ganjyal G M, Hanna M A. Effects of extruder die nozzle dimensions on expansion and micrographic characterization during extrusion of acetylated starch[J]. Starch-Starke, 2004, 56(3-4): 108-117.

[10] 刘明, 刘艳香, 张敏, 等. 双螺杆挤压工艺参数对模头压力及白高粱粉挤压产品品质特性的影响[J]. 食品工业科技, 2009(9): 95-102.

[11] 田晓红, 谭斌, 汪丽萍, 等. 常用食品添加剂对苦荞挂面蒸煮品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2012, 20(5): 12-15.

[12] 李占林, 郑洪元, 卫天业, 等. 小米方便粥加工工艺研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2004(11): 62-62.

[13] Bhattacharya M, Hanna M A. Extrusion Processing of wet corn gluten meal[J]. Journal of Food Science, 1985, 50(50): 1508-1509.

[14] 杜双奎, 魏益民, 张波. 挤压膨化过程中物料组分的变化分析[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(3): 39-43.

[15] 张洁. 五谷米挤压生产技术研究[D]. 西北农林科技大学, 2012.

[16] 罗志刚, 王颖, 罗发兴. 黄原胶对木薯淀粉糊性质的影响[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2010, 38(12): 95-99.

[17] Miklus M B, Hamaker B R. Isolation and characterization of a soluble branched starch fraction from corn masa associated with adhesiveness[J]. Cereal Chemistry, 2003, 80(6): 693-698.

[18] 庄海宁, 夏智, 李军德, 等. 挤压方便米的径向膨胀率与其复水率、糊化度关系的研究[J]. 现代食品科技, 2010, 26(10): 1057-1062.

[19] 管叶峰, 董英. 方便大麦粥的工艺配方研究[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 254-257.

[20] 李莉. 香菇丁气流膨化工艺及加工技术研究[D]. 福建农林大学, 2010.

[21] 唐敏敏, 洪雁, 顾正彪, 等. 黄原胶对绿豆淀粉糊化和流变特性的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(21): 42-46.

[22] 郭安民, 金新文, 吴洪斌, 等. 添加剂对速食玉米粥感官品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(4): 49-52.