

双螺杆挤压制备豆渣膨化食品工艺研究

芦菲¹,陈喜东¹,李波¹,李胜利²

(1. 河南科技学院 食品学院,河南 新乡 453003; 2. 郑州新农源绿色食品有限公司,河南 郑州 450100)

摘要:以湿豆渣(或豆渣粉)和玉米粉为主要原料,采用双螺杆挤压技术制备豆渣挤压膨化食品。结果表明:将湿豆渣(或豆渣粉)按1:4比例与玉米粉混合,添加适当调味料,控制物料含水量在28%左右,采用60℃-160℃-160℃的双螺杆挤压温度,然后将斩切后的膨化物料于200℃烘烤15 min,可制备出膨化率高、口感和外观良好的豆渣膨化食品。若用玉米淀粉替代适量玉米粉,则能进一步改善产品品质。该研究为豆渣的开发利用提供了有效途径。

关键词:豆渣;挤压;膨化食品;玉米

中图分类号:TS201.1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 02. 0306

Preparation of Okara Puffed Food by Twin Screw Extrusion

LU Fei¹, CHEN Xi-dong¹, LI Bo¹, Li Sheng-li²

(1. School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China; 2. Zhengzhou Xinnongyuan Green Food Co. Ltd., Zhengzhou 450100, China)

Abstract: Okara puffed food was prepared by twin screw extrusion using fresh okara (or okara powder) and corn flour as the primary materials. The results showed that mixing fresh okara (or okara powder) with corn flour at the ratio of 1:4, adding suitable seasoning, controlling the moisture content of mixed material at 28%, using the extrusion temperatures of 60℃-160℃-160℃, and baking the puffed products at 200℃ for 15 min, the okara puffed food had good taste and appearance can be produced. If corn flour was substituted at proper proportion by corn starch, the quality of puffed food could be further improved. This study provides a potential way for the utilization of okara.

Keywords: Okara; Extrusion; Puffed food; Corn

豆腐渣,简称豆渣,是生产豆腐、豆浆等豆制品的副产物。每加工1 kg大豆,约产生1.2 kg湿豆渣,我国豆制品行业每年约产生2 000万t湿豆渣^[1]。豆渣约含50%膳食纤维和20%蛋白质,具有较高的营养保健价值^[2]。但目前我国对豆渣的开发利用还很不够,大部分豆渣被当作饲料或废弃物处理,既浪费了资源,又污染了环境。因此,开发行之有效的豆渣利用方法是摆在科技工作者面前的重要课题。研究表明,将豆渣进行挤压膨化后,能够提高可溶性膳食纤维含量,改善豆渣的理化和加工特性^[3-6]。以往的研究多是以豆渣粉为材料,研究挤压技术对豆渣可溶性膳食纤维及理化特性的影响。本文则是以湿豆渣为原料,将其与玉米粉进行复配,采用双螺杆挤压技术研制开发膨化食品,以期对豆渣的开发利用提供有效参考。

1 材料与方法

1.1 材料

湿豆渣由郑州新农源绿色食品有限公司提供,东北大豆经浸泡、磨浆、浆渣分离后,得湿豆渣。湿

豆渣经电热鼓风干燥(50~70℃,8~10 h,每0.5 h翻搅1次)、粉碎后得豆渣粉。玉米粉:河南滑县保良玉米加工厂。玉米淀粉:新乡市和佳调味品公司。调味料均为市售优级产品。

实验双螺杆食品膨化机:济南聚贤机械设备有限公司。电烤箱:青岛新粤城工业设备有限公司。电热恒温鼓风干燥箱:上海三发科学仪器有限公司。

1.2 豆渣膨化食品的制备方法

1.2.1 工艺流程 湿豆渣(或豆渣粉)→添加玉米面、调味料及适量水→挤压膨化→斩切成型→烘烤→包装→成品。

1.2.1 工艺说明 向湿豆渣(或豆渣粉)中加入一定量的玉米粉、调味料及适量水,充分搅拌混匀,使之干湿适中,手握可成团松手后又不会立刻分散。调味料分为两种风味:(1)牛奶风味:糖含量18%(其中蛋白糖与白砂糖比例为3:1),牛奶香精0.3%;(2)孜然风味:白砂糖6%,味精0.1%,鸡精0.5%,孜然粉1%,花椒粉0.8%,食盐1.8%,姜粉0.1%。物料调配好后,加入双螺杆挤压机中进行挤压膨化,在模头出料口处用切刀将膨化后的物料切成约5 cm长条状。将斩切后的物料放入电烤箱中

收稿日期:2014-07-24
基金项目:河南省产学研合作项目(132107000060)。
第一作者简介:芦菲(1976-),女,实验师,主要从事功能性食品研究。
通讯作者:李波(1973-),男,博士,教授,主要从事功能性食品研究。E-mail:libohnxx@163.com。

于 200℃ 烘烤 15 min,至物料表面微黄,有焦香味,产品含水量约 10% 左右。产品冷却后,用塑料袋密闭包装即得成品。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 径向膨化率 径向膨化率 = 豆渣膨化样品直径/模口直径(2.5 mm)。样品直径用游标卡尺测定,每组样品测定 10 次取平均值^[7]。

1.3.2 含水量 将豆渣膨化样品研磨、粉碎后,采用直接干燥法(105℃)测定其水分含量。

1.3.3 水溶性与吸水性指数 将豆渣膨化样品研磨粉碎过筛后,取样品粉末 1.6~2.0 g(W₀),放入已知质量的离心管(W₁)中,加入 10 mL 蒸馏水,震荡,直至粉末完全分散。在 30℃ 水浴中保持 30 min,每隔 10 min 振摇 30 s,然后在 4 200 r·min⁻¹ 离心 15 min。将离心上清液倒入 500 mL 烧杯(W₂)中,于 105℃ 烘干至恒重(W₃)。离心管加沉淀质量为 W₄^[8]。

水溶性指数 = $\frac{W_3 - W_2}{W_0} \times 100\%$

吸水性指数 = $\frac{W_4 - W_1}{W_0} \times 100\%$

1.3.4 感官评定 参照膨化食品评价标准,确定本实验所用评分标准为:6 分以下:膨化差,气孔大小不一,外观差,口感硬且粗糙,入口后略粘牙;6~8 分:膨化较好,气孔较均匀,外观较光滑,口感酥脆,入口后少量粘牙;8~10 分:膨化很好,气孔均匀,外观光滑,口感酥脆,入口后不粘牙。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 物料含水量对产品品质的影响

物料的水分含量对挤压膨化效果有显著影响。如图 1 所示,物料含水量越低,产品的径向膨化率越高。这可能是由于物料水分含量较低时,物料与机筒、螺杆之间的摩擦阻力较大,物料受到螺杆的挤压和剪切作用较强,导致机筒内温度高、压力大,物料中的高聚物发生断裂,产生了聚合度相对较低的成分,从而提高了物料的膨化率。而且,由于不溶性膳食纤维发生部分降解,使可溶性物质数量增多,因而水溶性指数在低含水量时较高(图 2)。同时,由于不溶性高聚物发生断裂,物料由紧密的组织结构变成松散无序的疏松结构,从而使持水力(即吸水性指数)有所下降。

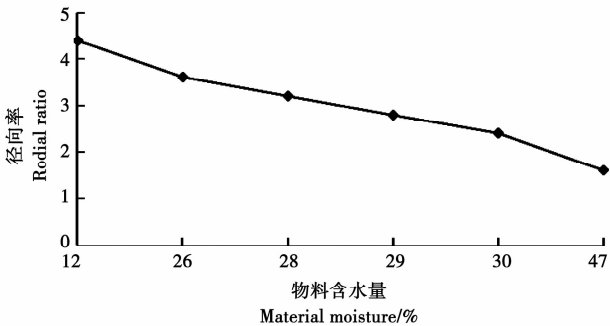


图 1 物料含水量对产品膨化率的影响
Fig. 1 Effect of moisture content of materials on puffing rate of product

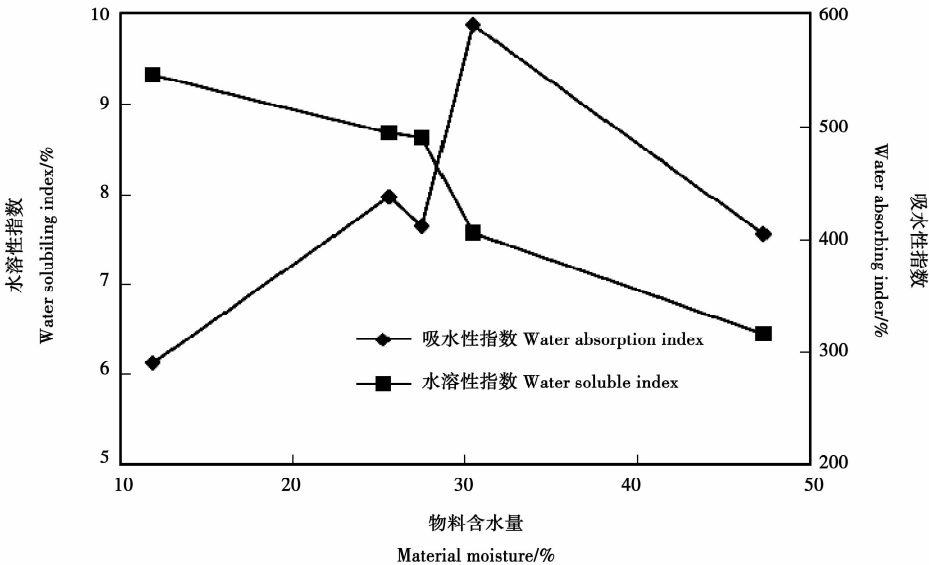


图 2 物料含水量对产品水溶性指数和吸水性指数的影响
Fig. 2 Effect of moisture content of materials on water soluble index and water absorption index of product

2.2 湿豆渣与玉米粉配比对产品品质的影响

湿豆渣含水量较高(81.6%),且不溶性膳食纤维含量较高,若单独挤压则膨化率低,且口感粗糙。因此,需将其与淀粉含量较高的物料混合后才能进行挤压膨化。本文将湿豆渣与玉米粉(含水量

11.9%)进行混合,如表1所示,随玉米粉比例增加,物料含水量降低,产品直径和径向膨化率增高,但气孔变大,外观变差。当湿豆渣与玉米粉的比例为1:4时,产品膨化率适中,感官品质较佳。

表1 湿豆渣与玉米粉配比对产品品质的影响

Table 1 Effect of fresh okara/corn flour on product's quality

湿豆渣/玉米粉 Fresh okara/corn flour	含水量 Moisture/%	产品直径 Diameter/mm	径向膨化率 Radial expansion ratio	感官评分 Sensory score
1/3	29.85	7.89	3.16	7.9
1/4	28.42	8.07	3.23	8.4
1/5	23.37	9.17	3.67	8.1
1/6	21.05	9.89	3.96	7.6

2.3 豆渣粉与玉米粉配比对产品品质的影响

将湿豆渣干燥粉碎后,便于贮存、运输和加工。本文所用豆渣粉含水量为5.3%,由于它与玉米粉含水量都很低,因此在二者混合过程中添加了18%

的水,以保证混合物料的总水分含量不致太低。由表2可知,随玉米粉比例增加,物料含水量逐渐增高,产品直径和径向膨化率逐渐减小。当二者比例1:4时,产品膨化率适中,感官品质较佳。

表2 豆渣粉与玉米粉配比对产品品质的影响

Table 2 Effect of okara powder/corn flour on product's quality

豆渣粉/玉米粉 Okara powder/corn flour	含水量 Moisture/%	产品直径 Diameter/mm	径向膨化率 Radial expansion ratio	感官评分 Sensory score
1/1	24.47	10.47	4.12	7.1
1/2	25.05	9.74	3.90	7.7
1/3	27.47	9.04	3.62	8.2
1/4	29.13	8.26	3.30	8.5
1/5	34.56	7.97	3.19	8.3
1/6	36.92	7.46	2.98	7.9

2.4 添加玉米淀粉对产品品质的影响

玉米粉除含有淀粉外,还含有蛋白质、膳食纤维、脂肪、维生素、矿物质等成分,单纯采用玉米粉不能完全弥补豆渣的粗糙口感。通过添加一定量的玉米淀粉,可增加物料的淀粉含量,有利于膨化和品质改良。用玉米淀粉替代部分玉米粉进行挤压膨化,由表3可知,采用湿豆渣进行挤压膨化时,

玉米淀粉与玉米粉的比例为1:3时效果较好,产品的外观、口感及膨化度都较易为人接受。这可能是因为玉米淀粉添加比例过高时,会使膨化过度,造成气孔较大,表面粗糙,外形较差。由表4可知,采用豆渣粉进行挤压膨化时,玉米淀粉与玉米粉的比例为1:1时效果较好,产品膨化度高、口感良好。

表3 玉米淀粉添加量对湿豆渣挤压膨化效果的影响

Table 3 Effect of corn starch addition on puffed result of fresh okara

玉米淀粉/玉米粉 Corn starch/corn flour	感官品质 Sensory quality	感官评分 Sensory score
1/1	膨化较好,气孔较大,口感酥脆,外形较差	7.8
1/2	膨化较好,气孔较均匀,口感酥脆	8.0
1/3	膨化良好,口感酥脆,外观良好	8.7
1/4	膨化一般,口感较酥脆,外观良好	6.8
1/5	膨化一般,口感一般,外形一般	6.0

湿豆渣与玉米淀粉/玉米粉的比例为1:4,下同。
The ratio of fresh okara to corn starch/corn flour is 1:4, the same below.

表 4 玉米淀粉添加量对豆渣粉挤压膨化效果的影响
Table 4 Effect of corn starch addition on puffed result of okara powder

玉米淀粉/玉米粉 Corn starch/corn flour	感官品质 Sensory quality	感官评分 Sensory score
1/1	膨化效果好,口感良好,外形一般	8.0
1/2	膨化效果良好,口感一般,外形一般	6.9
1/3	膨化效果一般,口感一般,外形较好	7.8

2.5 挤压温度对产品品质的影响

双螺杆挤压机是通过一对相互平行啮合的螺杆推动物料向前推进,物料与螺杆、机筒之间发生强烈的摩擦和剪切作用,通过控制挤压机内不同区域的温度,可使物料逐渐升温并产生高压,淀粉充分糊化,蛋白质、脂肪发生变性,膳食纤维发生部分降解。当物料从模口处挤出时,压力迅速释放,游离水分急剧蒸发,物料随之发生膨胀。双螺杆挤压机分三段加热:I区是对送进的物料进行预热;II区

是对物料进行迅速升温,使其尽快达到挤压熔融状态;III区位于最末端,是对物料进一步升温。3个区域的加热温度对挤压膨化效果的影响见表5,可知挤压膨化温度对产品品质有重要影响。在实验条件下,控制I区60℃、II区160℃、III区160℃较为适宜,产品的膨化、口感和外观均较好。当然,在实际操作过程中,进料速率等因素会对物料的实际受热温度带来一定影响。

表 5 挤压温度对产品品质的影响
Table 5 Effect of extrusion temperature on product's quality

I区- II区- III区 I part-II part-III part	感官品质 Sensory quality	感官评分 Sensory score
50℃-140℃-140℃	膨化较为良好,酥脆感不强,气孔均匀	6.1
50℃-150℃-150℃	膨化较为良好,酥脆感良好,气孔较均匀	8.0
60℃-160℃-160℃	膨化良好,口感较酥脆,外观良好	8.5
70℃-170℃-160℃	膨化较强,口感酥脆,外观差,气孔较大	7.1

3 结 论

将湿豆渣(或豆渣粉)按1:4比例与玉米粉混合,添加适当调味料,控制物料含水量在28%左右,采用60℃-160℃-160℃的双螺杆挤压温度,可制备出膨化率高、口感和外观良好、富含膳食纤维的豆渣膨化食品。若用玉米淀粉替代适量玉米粉,则能进一步改善产品品质。该研究为豆渣的开发利用提供了一个有效途径。

在今后的研究中,可根据需要采用其它谷物原料(如面粉、米粉等)替代玉米粉,同时对调味方法进行改进,从而进一步优化改良豆渣膨化食品的风味、口感和品质,使之更加满足消费者的需求。

参考文献

[1] 罗垠,陈野,李鹏,等. 挤压加工对豆渣中可溶性膳食纤维和豆渣物性的影响[J]. 天津科技大学学报,2011,26(2): 5-8. (Luo Y, Chen Y, Li P, et al. Effect of extrusion processing on soluble dietary fiber and physical properties of soybean residue[J]. Journal of Tianjin University of Science & Technology, 2011,26(2): 5-8.)

[2] Li B, Qiao M, Lu F. Composition, nutrition and utilization of okara (soybean residue)[J]. Food Reviews International,2012, 28: 231-252.

[3] 刘汉文,黄良策,陈洪兴,等. 挤压膨化对豆渣可溶性膳食纤维的影响[J]. 食品科学,2011,32(8): 159-162. (Liu H W, Huang L C, Chen H X, et al. Effect of extrusion on properties of soluble dietary fiber from soybean meal[J]. Food Science, 2011,32(8): 159-162.)

[4] 王文侠,宋春丽,曾凤彩,等. 挤压膨化碱处理豆渣制备水溶性膳食纤维工艺的研究[J]. 大豆科学,2011,30(6): 1017-1021. (Wang W X, Song C L, Zeng F C, et al. Extruding technology for soluble dietary fiber from soybean dregs treated with alkalin[J]. Soybean Science, 2011,30(6): 1017-1021.)

[5] 刘传富,董海洲,张瑞霞,等. 挤压膨化豆渣理化性质的研究[J]. 中国粮油学报,2009,24(2): 55-58. (Liu C F, Dong H Z, Zhang R X, et al. Physico-chemical property change of soybean dregs after extrusion[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2009,24(2): 55-58.)

[6] 刘传富,王兆升,董海洲,等. 挤压膨化对豆渣加工特性影响的研究[J]. 食品与发酵工业,2008,34(12): 102-105. (Liu C F, Wang Z S, Dong H Z, et al. Study on the influence of extrusion processing on soybean residue[J]. Food and Fermentation Industries, 2008,34(12): 102-105.)

[7] 潘永刚. 膨化食品生产工艺与设备[J]. 四川食品与发酵, 1996(2):2-3. (Pan Y G. Processing technology and equipment of puffed food[J]. Sichuan Food and Fermentation, 1996(2):2-3.)

[8] Baik B K, Powers J, Nguyen L T. Extrusion of regular and waxy barley flours for production of expanded cereals[J]. Cereal Chemistry, 2004,81:94-99.