

文章编号:1673-1689(2005)02-0022-05

挤压法制备营养方便米的品质

安红周^{1,2}, 金征宇¹, 赵晓文³

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450052;
3. 北京市粮食科学研究所, 北京 100053)

摘要: 对挤压工艺制备的方便米和传统工艺生产的商用方便米食用品质对比结果表明, 挤压工艺制备的方便米颜色浅白, 透明度较低, 糊化度高, 表观密度较小, 复水率稍高; 传统工艺生产的商用方便米颜色较白, 呈半透明, 糊化度低, 表观密度较大, 复水率稍低。对复水后方便米饭的质构分析和感官评价表明, 挤压工艺生产的方便米食用品质, 除色泽外, 均优于传统工艺生产的商用方便米, 其品质接近杂交籼米新鲜米饭。通过强化大豆蛋白、VB₁、VA, 挤压工艺制备的方便米的营养价值得到提高。

关键词: 挤压技术; 方便米; 食用品质; 营养强化

中图分类号: TS 210

文献标识码: A

Study on the Quality of Nutrition-Fortification Instant Rice Using Extrusion Processing

AN Hong-zhou^{1,2}, JIN Zheng-yu¹, ZHAO Xiao-wen³

(1. School of food science and technology, Southern Yangtze University, Wuxi, 214036, China; 2. Faculty of food science and engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China; 3. Beijing Grain Science Research Institute, Beijing 100053, China)

Abstract: The effects of extrusion and tradition process on the edible quality of instant rice were studied in this paper. The extruded sample was faint white and opaque. The degree of gelatinization of this instant rice, the bulk density and rehydration rate were higher than those of the commercial sample produced by tradition process, which was white and semitransparent. The texture analysis and sensory testing of rehydrated rice revealed that, except the color index the quality of instant rice produced by the extrusion process was superior over those by tradition process, and was very close to that of fresh hybrid rice. The nutrition benefit of the instant rice was improved by fortifying soy protein, VB₁, VA.

Key words: extrusion process; instant rice; edible quality; nutrition fortification

我国有一半以上人口以米饭为主食, 因此研制不用蒸煮即可食用的方便米饭, 有着十分重要的意义。

目前, 传统工业化生产的方便米饭, 通过清洗、浸泡、蒸煮、干燥等工序, 不但营养损失严重, 复水

收稿日期: 2004-07-01; 修回日期: 2004-12-01.

基金项目: 江苏省“十五”科技攻关项目(BE2001399)资助课题。

作者简介: 安红周(1968-), 男, 河南焦作人, 高级工程师, 粮食油脂及植物蛋白工程博士研究生。

性差,而且由于可溶性成分的流失造成方便米复水后缺少适宜的粘弹性.另外,为了改善产品的质量,有的工艺采用二次浸泡、二次蒸煮工艺,以及在浸泡液添加食品添加剂,虽然在一定程度上取得了进展,但由此增加了成本以及造成环境污染^[1,2].

挤压加工技术集混合、熟化、破碎、杀菌、预干燥、成型等工艺为一体,即采用一台挤压机制成膨化、组织化产品或半成品,因此作为一种经济实用的新型加工方法广泛用于食品生产中.

实验采用挤压工艺制作方便米饭,并进行营养强化,对其最终食用品质和营养成分进行分析,探讨了方便米生产的新工艺.

1 材料与方法

1.1 材料

粳米(3618 品种)、杂交籼米(9718 品种)、商用传统工艺方便米:市购.

1.2 挤压方便米制备

首先将原料进行粉碎,复配各种辅料和强化 VB₁、VA 等,然后采用挤压工艺的方法进行制备;并采用热风干燥将方便米的水分降至 10% 以下.

1.3 测定方法

1.3.1 常规测定 糊化度的测定:酶水解法^[3];水分的测定:按国标 GB 5497—85 恒重法;粗蛋白的测定:GB 5511—85 粮食、油料粗蛋白质测定法;脂肪的测定:GB 5512—85 粮食、油料粗脂肪测定法;直链淀粉的测定:GB 15683—1995 稻米直链淀粉含量的测定;灰分的测定:GB 5505—85 粮食、油料灰分测定法.

1.3.2 复水与测试 称取样品约 5 g,放入直径为 36 mm,高 100 mm 的特制金属笼中,将金属笼浸泡在(88±2)℃ 的开水中,然后加盖,浸泡 3,5,7 min 后立即沥去水分(用吸水纸吸去金属笼表面多余的水分),称重.

1.3.3 米饭质构测定 原料杂交籼米按 2.1:1 质量比加水,粳米按 1.5:1 质量比加水,使用电饭煲蒸煮 30 min.方便米样品按 1.3.2 的方法开水冲泡至所要求时间后,除去表层米饭,取中间部位试样置于质构仪载物台上进行测定,每样重复 3 次,取平均值.

工作条件:穿刺前探头下降速度 5 mm/s;探头穿刺时的速度 2 mm/s;穿刺后探头回升速度 5 mm/s;样品穿刺百分比 80%;第 2 次穿刺间隔时间 5 s.

1.3.4 感官评定 选择不同年龄、性别的品尝人

员 8 人,对复水后的产品进行评分.每种样品均取约 5 g,编号后分别放入纸杯中,加入 10 mL(88±2)℃ 的开水,加盖焖 5 min,评定.评审项目分别为:颜色、口味、弹性、粘性、生熟度.评审标准为:按每项最高分为 5 分,差(1 分)、较差(2 分)、适中(3 分)、较好(4 分)、好(5 分).

1.3.5 表观密度的测定 见文献^[4].

1.4 试剂及设备

1.4.1 试剂 硫酸、钨酸钠、硫代硫酸钠、醋酸、铁氰化钾、碘化钾、砷钼酸钠均为分析纯; β -淀粉酶:江苏省无锡酶制剂厂产品.

1.4.2 仪器及设备 电子天平(FA1004 型):上海天平仪器厂生产;电热恒温水浴锅(HH-6 型):江苏金坛市荣华仪器制造有限公司生产;酸度计(Delta-2-II 型):梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司生产;恒温鼓风干燥箱(101-2 型):上海市实验仪器厂生产;颗粒粉碎机(JFSD-100-II 型):上海嘉定粮油检测仪器厂生产;热电偶测温仪(DM6902 型):深圳市胜利高电子科技有限公司生产;质构仪(TA.XT 2i 型):英国 Stable Micro System 公司生产.

2 结果与分析

2.1 大米和商用方便米的主要化学成分组成

实验所用大米的主要化学成分见表 1.依据直链淀粉质量分数,大米可分为 0~2% 的糯米型;非常低 5%~12%;较低 12%~20%;中等 20%~25%;高质量分数 25%~33%^[5].根据本实验分析结果,杂交籼米直链淀粉质量分数为 23.16%,属于中等偏高;粳米直链淀粉为 17.17%,属于较低;商用产品的直链淀粉为 18.29%,也属于较低水平.

表 1 原料大米的化学组成

Tab. 1 The chemical composition of raw rice and commercial product

原 料	水分 质量 分数/%	直链 淀粉质量 分数/%	蛋白质 质量 分数/%	脂类 质量 分数/%	灰分 质量 分数/%
杂交籼米	12.40	23.16	8.51	0.37	0.58
粳 米	15.19	17.17	7.85	0.52	0.61
商用产品	9.02	18.29	8.29	0.43	0.48

2.2 挤压工艺制备的方便米主要理化指标

挤压加工过程又称高温、高压、短时过程,在挤压机内,淀粉在高压、高温和剪切的共同作用下,高分子的支链淀粉发生部分降解,产生更多的可溶性碳水化合物,更重要的是淀粉能够在较低水分下发生充分糊化^[6,7],而且在挤压加工中,食品原料和辅

料之间能够进行很好的复配和混合,促进生物大分子之间的质构重组,赋予产品独特的风味.在挤压工艺参数中,物料水分和机筒温度对挤压法制备的方便米的理化特性影响最大.当物料水分较低和机筒温度较高时,米粉挤出时水溶性碳水化合物、淀粉的糊化度、膨胀度增加,制备的中间产品“工程重组大米”米饭的硬度降低,粘度有所增加,但对挤压成形产生不利影响^[8].

从表 2 可以看出,挤压加工工艺得到的成品糊化度干燥后达到 90.8%,表观密度降低,但色泽稍黄、透明度小.

表 2 挤压工艺制备的方便米主要特性
Tab.2 Chief properties of instant rice using extrusion processing

产品 类型	水分 质量分数/%	糊化度/ %	表观密度/ (g/mL)	颜 色
挤压工艺	7.90	90.8	0.65	浅白色、 透明度低
商用产品	9.02	85.2	0.78	白色、 透明度高

2.3 挤压配合营养方便米的复水特性

从表 3 可以看出,总体上,随着复水时间的延长,方便米的复水率得到提高,口感趋好;挤压工艺制备的产品复水率比商用产品的复水率增加不明显.可能因为在挤压过程中,淀粉不但发生了糊化,而且由于强烈的剪切作用,使部分淀粉大分子发生降解,水溶性碳水化合物增加,而吸水率下降^[9,10].

表 3 不同加工工艺对方便米复水特性
Tab.3 Rehydration properties of instant rice made in different processing

产品 类型	复水时 间/min	复水 率/%	口 感 评 价
挤压复 配工艺	3	2.37	基本复水,有少许硬芯,有点异味,色略发黄,粘性小
	5	2.86	复水完全,软硬适中,有咬劲,滋味较好,色浅白,粘性中等
	7	2.95	复水完全,很软,无咬劲,无异味,色较白,粘性低
商用产 品	3	2.25	未完全复水,偏硬,有咬劲,无异味和香味,色白,粒小,无粘性
	5	2.79	复水完全,少许硬芯,有异味,无香味,色白,粒小,粘性小
	7	2.89	复水完全,松软无咬劲,有异味,无香味,色白,粒小,粘性小

挤压工艺制备的产品感官评价比传统工艺生产的商业化方便米好,这说明复水后产品的食用品质不但与复水率有关,而且与其组成、质地有一定的相关性.万志勤等^[11]说,商用产品感官评价不如挤压

工艺制备的产品.

2.4 挤压配合营养方便米复水后的物性特征

为了客观地评价不同工艺得到的方便米复水后的品质,按 1.3.3 方法对蒸煮后的原料大米、复水后的方便米采用 TA.XT 2i 型质构仪质构分析,结果见表 4.

表 4 原料米饭及方便米质构分析结果
Tab.4 Texture analysis of cooked rice and rehydrated instant rice

样品 类型	复水 时间/ min	硬度/ g	粘度/ g	弹性	粘聚 性	粘牙 度/g	咀嚼 度/g
挤压复 配工艺	3	156.40	-0.51	0.72	0.75	93.70	85.19
	5	145.80	-0.69	0.69	0.78	80.12	67.27
	7	131.78	-0.95	0.72	0.70	47.51	53.28
商用产 品	3	367.42	-0.67	0.91	0.62	106.79	108.31
	5	216.89	-1.06	0.73	0.61	94.03	75.11
	7	168.66	-0.63	0.78	0.64	68.72	58.72
籼米新 鲜米饭	—	150.43	-0.57	0.68	0.39	58.00	39.58
粳米新 鲜米饭	—	142.15	-1.13	1.74	0.27	46.83	66.97

从表 4 可以看出,总体上,随着复水时间的延长,方便米的硬度、粘聚性、粘牙度、咀嚼度有所降低;粘着度、弹性变化规律性不强.挤压工艺制备的方便米复水后的硬度小于传统工艺制备的商用方便米,粘着度、粘聚性有所增加,粘牙度、咀嚼度有所降低,而弹性与传统工艺制备的商用方便米相近似,这说明大米经过挤压、复配后其质构发生了较大变化.与挤压原料籼米的新鲜米饭相比,挤压工艺制备的方便米复水后硬度明显减小,复水 3~5 min 后硬度接近粳米新鲜米饭的硬度;粘着度、粘牙度和咀嚼度也小于籼米新鲜米饭;而粘聚性大于籼米新鲜米饭,弹性接近籼米新鲜米饭.

2.5 感官评价

由于感官质量反映了食品与人的感觉器官的关系,在食品的感官质量评定中,感官分析仍然不可能完全被理化分析所取代,为此,本实验对不同样品复水后的感官品质以及原料大米蒸煮后的新鲜米饭进行了感官评分,结果见表 5.从表 5 可看出,挤压工艺的样品的米饭除色泽、透明度较商用产品稍差外,其口味、弹性、粘性、生熟度均优于传统工艺制备的商用产品.与新鲜籼米米饭相比,挤压工艺的样品复水后,除色泽外,其他指标都超过或接近新鲜米饭;与新鲜粳米米饭相比,挤压工艺的样品复水后的评价指标值都低于新鲜粳米米饭.

可见从感官评价上讲,挤压工艺制备的方便米复水后的品质优于传统工艺生产的商用产品,接近新鲜籼米米饭。

表 5 原料米饭及方便米的感官评分
Tab.5 Sensory evaluation of cooked rice and rehydrated instant rice

评价指标	样 品 类 型			
	籼米新 鲜米饭	粳米新 鲜米饭	挤压 工艺	商用 产品
颜 色	4.9	5.0	4.2	4.9
口味(硬度)	4.5	4.8	4.8	4.0
弹 性	4.7	4.9	4.7	4.6
粘 性	4.5	5.0	4.2	3.9
生熟度	4.8	4.9	4.9	4.3
总 分	23.4	24.6	22.8	21.7

表 6 大豆蛋白粉与米粉混合物的氨基酸评分
Tab.6 Amino acid score of Soy protein and rice mixture

项 目	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Val	Trp
FAO 必需氨基酸需要模式(mg/g)	40	70	55	35	60	40	50	10
每 100 g 大豆蛋白粉中氨基酸质量/mg	2578.66	6326.06	4632.69	1674.34	7085.48	2973.17	2575.48	—
每克大豆蛋白粉蛋白质中氨基酸质量/mg	35.42	86.90	63.64	23.00	97.33	40.84	35.38	—
大豆蛋白氨基酸比值	0.89	1.24	1.16	0.66	1.62	1.02	0.71	
大豆氨基酸最终评分	66							
每 100 g 大米粉中氨基酸质量/mg	209.76	621.30	256.50	221.46	624.72	306.66	296.40	—
每克米粉蛋白质中氨基酸质量/mg	24.65	73.01	30.14	26.02	73.41	36.04	34.83	
米粉蛋白氨基酸比值	0.62	1.04	0.55	0.74	1.22	0.90	0.70	
米粉氨基酸最终评分	55							
每 100 g 配方米粉中氨基酸质量/mg	359.64	829.44	329.4	273.29	740.88	378	482.76	—
每克配方米粉蛋白质中氨基酸质量/mg	37.04	85.42	33.92	28.15	76.30	38.93	49.72	—
配方蛋白氨基酸比值	0.93	1.22	0.62	0.80	1.27	0.97	0.99	
配方氨基酸最终评分	62							

2.6.2 VA 和 VB 的强化 谷物是 B 族维生素最重要的来源,这些营养成分大部分集中在谷物的表皮和胚芽中.据文献报道^[11],每克糙米、每克米的皮层、每克米的胚芽中 VB₁ 质量分别约为 3.0~4.5, 15~30,30~80 μg,每克米胚乳只含有约 0.3 μg 的 VB₁,所以在加工的过程中大部分损失掉了,精加工谷物产品的维生素与矿物质的损失更加严重.VA 仅存在于动物性食物中,据调查,我国居民中 VA 的每天摄入量严重不足^[12].而我国居民约 80% 的热量来自谷物食品,因此谷物类食品也是强化 VA 的良好载体。

2.6 挤压工艺对方便米营养的影响

2.6.1 氨基酸评分 通过前期试验,根据品质的需要,在配方中添加了一定量大豆蛋白粉(大豆蛋白粉中蛋白质质量分数为 72.8%,米粉加入大豆蛋白粉后,蛋白质质量分数达到 9.71%),对挤压工艺制备的方便米的氨基酸进行了评分,结果见表 6.

从表 6 可以看出,大豆蛋白粉的第一限制氨基酸为蛋氨酸,氨基酸的最终评分为 66;大米蛋白质第一限制氨基酸为赖氨酸,氨基酸的最终评分为 55;添加大豆蛋白粉的配方第一限制氨基酸仍是赖氨酸,但氨基酸最终评分提高到了 62,因而提高了方便米中膳食蛋白的营养效价.

以 VB₁ 和 VA 作为强化营养因子,按质量比各添加 5 mg/kg,测定采用挤压工艺制备的方便米维生素保留率,结果见表 7.

从表 7 可以看出,挤压对方便米中维生素的破坏较小,而蒸煮以及高温干燥对维生素的破坏较大,据资料介绍采用碗蒸的米饭 VB₁ 的保留率一般为 62% 左右^[11]。另据文献报道,采用传统工艺制备的方便糙米 VB₁ 的保留率约为 69%(其主要工艺参数为:室温水浸泡 1~16 h,沸水蒸煮 15~30 min,离心流化床干燥温度 135~145 ℃,时间 4~6 min)^[13],因而采用挤压工艺生产方便米有利于 VB₁

和 VA 的保留和稳定. 在挤压谷物食品生产过程中, 维生素的破坏损失不可避免, 为增加食品中维生素的含量和营养效价, 除了调整工艺参数尽量减少损失外, 下面的选择是可行的: (1) 添加更多的维生素弥补损失; (2) 挤压后再采用喷涂方法强化; (3) 采用维生素的复合物, 提高维生素的稳定性.

表 7 挤压法生产方便米中 VB₁ 和 VA 的变化
Tab. 7 The effect of extrusion process on VB₁ and VA of instant rice

类 别	配 方 质量分数/ (mg/kg)	挤压后 保留率/ %	干燥后 保留率/ %	贮藏 15 d 后保留率/ %
VB ₁	5. 67	92. 6	73. 5	72. 5
VA	4. 82	96. 1	85. 1	84. 3

参考文献:

[1] 熊善伯, 杨铁贵, 赵思明, 等. 浸泡处理对方便米饭品质的影响[J]. 食品工业科技, 1998, (4): 22—24.
[2] 王显伦, 陈明, 许红. 不同添加剂对 α -方便米粘度的影响[J]. 郑州工程学院学报. 2001, 22(3): 14—19.
[3] 无锡轻工业学院, 天津轻工业学院. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1992. 189—192.
[4] Rolfe J Bryant, Ranjit S Kadan, Elaine T Champagne, *et al.* Functional and digestive characteristics of extruded rice flour [J]. *Cereal Chemistry*, 2001, 78(2): 131—137.
[5] Juliano B O. Varietal impact on rice quality[J]. *Cereal Foods World*, 1998, 43(4): 207—222.
[6] Harper J M. Food Extruders and Their Application[M]. Mericer C, Linko P, Harper J M. Extrusion cooking. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 1989. 1—15.
[7] 阮进忠, 周正俊, 吕政义. 进料水分与套筒温度对挤压米一些物化特性之影响[J]. 食品科学(台北), 1995, (20): 441—449.
[8] 安红周, 金征宇, 陆建安. 进料水分对挤压人造米理化特性和物性的影响[J]. 食品工业科技, 2004, (9): 56—59.
[9] Biliaderis C G. Stucture and phase transitions of starch in food systems[J]. *Food Technology*, 1992, (6): 98—109.
[10] Paton D, Spratt W A. Simulated approach to the estimation of degree of cooking of an extruded cereal product[J]. *Cereal Chemistry*, 1981, (58): 216—220.
[11] 孙远明, 余群力. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002. 177.
[12] 刘志皋. 我国食品营养强化发展概况[J]. 中国食品添加剂, 2002, (2): 3—8.
[13] Roberts R L, Carlson R A, Farkas D F. Preparation of a quick-cooking brown rice product using a centrifugal fluidized bed drier[J]. *Journal of Food Science*, 1980, 45: 1080—1081.

(责任编辑: 杨 勇)

2005 第四届中国国际冰淇淋乳业加工设备及原辅料展览会
暨第三届中国糖果、巧克力设备及原辅料展览会今秋将在上海举行

由中国焙烤食品糖制品工业协会、全国冰淇淋专业委员会、全国糖果巧克力专业委员会以“搭平台、促交流; 推动冰淇淋糖果巧克力行业健康发展”为主题, 在成功举办 3 届展览会的基础上继续于 2005 年 9 月 1—3 日在上海光大会展中心举办“2005 第四届中国国际冰淇淋乳业加工设备及原辅料展览会暨第三届中国糖果巧克力设备及原辅料展览会”, 欢迎业内人士踊跃参加。

联系方式: 全国冰淇淋专业委员会地址: 北京市阜外大街乙 22 号; 电 话: 010—68396576 68396530; 传 真: 010—68396567; 联系人: 茅金妹女士、熊昌敬先生

全国糖果巧克力专业委员会地 址: 北京市阜外大街乙 22 号; 电 话: 010—68396636; 传真: 010—68396576 万芳数据: 赵燕萍女士