



预熟化杂粮理化特性研究

孙军涛, 张智超, 胡锦涛, 李学进, 鄧文莉

(河南省食品安全生物标识快检技术重点实验室, 许昌学院食品与生物工程学院,
河南 许昌 461000)

摘要: 选择红豆、薏米为原料, 通过分析其预熟化处理前后营养成分、色泽、密度、淀粉特性和蒸煮特性的变化, 研究预熟化对杂粮理化性质的影响。结果表明: 预熟化后红豆和薏米的水分和淀粉含量明显升高, 而脂肪含量均下降, 蛋白含量红豆升高, 薏米降低; 预熟化对红豆和薏米的色泽均产生不同程度的影响; 预熟化使红豆的密度降低了23%, 薏米的密度升高了49%; 预熟化破坏了红豆和薏米的淀粉结构, 使其酶解力和碘蓝值升高; 沸水中煮15 min、焖5 min后, 预熟化红豆和薏米的硬度明显降低, 与小米实现共煮同熟。

关键词: 预熟化; 红豆; 薏米; 理化特性

中图分类号: TS 217.1

文献标志码: B

文章编号: 1005-9989(2020)01-0221-04

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2020.01.036

Study on Physicochemical Properties of Pre-Ripening Coarse Cereals

SUN Juntao, ZHANG Zhichao, HU Jinhui, LI Xuejin, ZHI Wenli

(Key Laboratory of Biomarker Based Rapid-Detection Technology for Food Safety of Henan Province, Food and Bioengineering College, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: In this paper, red beans and coix seed were selected as raw materials, and the effects of pre-ripening on the physical and chemical properties of grains were studied by analyzing the changes of nutrient composition, color, density, starch characteristics and cooking characteristics before and after pre-ripening treatment. The results showed that the water and starch content of red bean and coix seed increased significantly after pre-ripening, while the fat content decreased, the protein content of red bean increased, and the coix seed decreased. Pre-ripening had different effects on the color of red beans and coix seed. After pre-ripening, the density of red beans decreased by 23%, and the density of coix seed increased by 49%. The starch structure of red bean and coix seed was destroyed after pre-ripening, which led to the increase of enzymatic hydrolysis and iodine blue value. After boiling for 15 minutes and stewing for 5 minutes, the hardness of pre-ripening red beans and coix seed decreased significantly, and it could be cooked with millet.

Key words: pre-ripening; red bean; coix seed; physicochemical properties

收稿日期: 2019-09-24

基金项目: 河南省重点研发与推广专项(192102110105); 许昌市校地合作专项(2017); 许昌学院横向科研项目(2017HX015)。

作者简介: 孙军涛(1982—), 男, 河南漯河人, 博士, 副教授, 研究方向为食品科学。



杂粮通常指除水稻、小麦、玉米、大豆和薯类五大作物以外的粮豆作物,主要包括谷子、高粱、大麦、燕麦、荞麦、红豆、绿豆、黑豆、豌豆、蚕豆、芸豆、薏米等^[1]。中国杂粮资源丰富多样,种植历史悠久,是世界杂粮主要生产国。杂粮营养丰富,具有一定的保健功效^[2-3],但口感粗糙,不能作为主食,市场通常将杂粮与大米或小米混合开发杂粮粥,杂粮(如薏仁、红豆、绿豆、燕麦、荞麦、高粱、黑豆、豌豆、蚕豆和芸豆)结构致密、质地较硬,不易蒸煮,与大米或小米等粮食混合食用时,很难达到共煮同熟,延长加工时间,降低食用方便性,不符合现代人们快节奏生活方式对食品消费的要求^[4]。开发速食杂粮粥时,需要将杂粮进行预熟化处理,缩短杂粮的熟化时间,提高杂粮的食用方便性^[5],达到与大米、小米等共煮同熟。

文章以红豆、薏米为杂粮原料,将高温高压蒸煮与鼓风干燥结合,对红豆和薏米进行预熟化,通过分析其预熟化处理前后红豆和薏米营养成分、色泽、密度、淀粉特性和蒸煮特性的变化,研究预熟化对红豆和薏米的理化性质的影响,为杂粮预熟化加工技术的开发提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

红豆、薏米:市售;糖化酶、 α -淀粉酶:北京奥博星生物技术有限责任公司;石英砂:天津佰伦斯生物技术有限公司;其余化学试剂均为国产分析纯。

GGC-SY脂肪测定仪:北京国环高科自动化技术研究院;TMS-Pro质构仪:美国FTC公司;DHG-907382-III鼓风干燥箱:上海新苗医疗器械制造有限公司;MJ-54A高压蒸汽灭菌锅:施都凯仪器设备(上海)有限公司;KDN-1凯氏定氮仪:上海仪电科学仪器股份有限公司;NR200色差仪:深圳市三恩时科技有限公司;EVOLS15扫描电子显微镜:英国蔡司公司。

1.2 测定方法

1.2.1 糊化度的测定 采用糖化酶法测定糊化度^[6]。

1.2.2 水分、脂肪、淀粉和蛋白质含量的测定 水分含量按照GB 5009.3—2016直接干燥法测定;

脂肪含量按照GB 5009.6—2016索氏抽提法测定;淀粉含量测定按照GB/T 5009.9—2016酶水解法;蛋白质含量按照GB 5009.5—2016中凯氏定氮法测定。

1.2.3 密度的测定 采用排沙法测定^[7],取一定质量的红豆或薏米质量记作 m ,量取石英砂的体积记作 V_0 ,将红豆或薏米与石英砂混合,倒入量筒中记作 V_1 ,密度测定公式为: $\rho=(V_1-V_0)/m$ 。

1.3 预熟化前后红豆、薏米理化特性分析

1.3.1 红豆、薏米预熟化 红豆、薏米料液比(质量体积比)按照1:3在40℃下恒温浸泡2h,沥干表面水后,在115℃下高温高压蒸煮3min,然后70℃鼓风干燥2.5h,制得预熟化红豆和薏米。

1.3.2 预熟化前后红豆、薏米理化性质分析 对比分析预熟化前后红豆、薏米的脂肪、淀粉、蛋白质等营养成分含量变化,以及密度和色度^[8]的变化,研究预熟化对其理化性质的影响。

1.3.3 预熟化前后红豆、薏米淀粉特性分析 预熟化和未熟化的红豆和薏米用粉碎机粉碎后,过100目筛,采用碱法分别提取红豆淀粉和薏米淀粉^[9],分别测定其淀粉的酶解力和碘蓝值^[10];并用扫描电镜对淀粉的微观形态进行分析。

1.3.4 预熟化前后红豆、薏米蒸煮特性分析 预熟化后红豆、薏米和原料红豆、薏米分别置于沸水中煮15min、焖5min,沥干表面水分后用质构仪测定其硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性^[11]。测定条件为:圆柱型探头($\Phi 100$ mm),测试速度为60 mm/min,触发压力为0.5 N,形变量为50%。

2 结果与分析

2.1 预熟化前后红豆、薏米理化性质对比分析

2.1.1 营养成分 预熟化前后红豆、薏米中水分、淀粉、脂肪和蛋白质含量见表1所示。红豆和薏米预熟化处理后的水分和淀粉含量均增加,可能由于高温高压蒸煮过程中,热效应破坏了红豆和薏米中原有淀粉的聚集结构,使淀粉充分释放^[12]。

表1 预熟化前后红豆、薏米营养成分对比分析

样品	水分/%	淀粉/%	脂肪/%	蛋白质/%
原料红豆	11.07±0.15	43.46±0.09	0.46±0.10	17.19±0.25
预熟化红豆	12.90±0.32	65.31±0.00	0.35±0.06	17.91±0.22
原料薏米	12.73±0.32	64.34±0.01	3.95±0.20	13.08±0.02
预熟化薏米	13.33±0.42	70.34±0.15	3.26±0.19	12.68±0.32



而脂肪含量预熟化后红豆和薏米均减少,可能由于高温高压导致脂肪水解^[13]。预熟化后红豆蛋白质含量升高,而薏米蛋白含量降低。

2.1.2 色度 预熟化前后红豆和薏米和原料红豆和薏米的色度分析结果如表2所示,经过预熟化处理后,红豆的 L^* 、 a^* 、 b^* 值均增加,表明预熟化处理使红豆的亮度、红度和黄度增强;而薏米的 L^* 、 a^* 、 b^* 值均减小,表明预熟化处理使薏米亮度减弱、变暗。经过预熟化处理后,红豆颜色加深;薏米光泽降低,呈现透明黄色。

表2 预熟化前后红豆和薏米色度分析

样品	L^*	a^*	b^*
原料红豆	39.18 ± 1.48	10.61 ± 0.77	11.08 ± 0.68
预熟化红豆	49.21 ± 1.97	13.45 ± 0.35	13.04 ± 2.49
原料薏米	63.70 ± 2.20	17.58 ± 0.78	17.97 ± 0.46
预熟化薏米	47.09 ± 0.36	12.36 ± 0.28	13.83 ± 0.52

预熟化前后红豆和薏米的外观形态如图1所示,经过预熟化处理后,红豆的颜色整体变暗,光泽消失,表皮变皱,体积无明显变化;薏米的颜色由白变黄,透明度变高,表面出现少量裂纹。



注: A. 红豆原粮, B. 预熟化红豆, C. 薏米原粮, D. 预熟化薏米。下同。

图1 预熟化前后红豆和薏米外观形态

2.1.3 密度 红豆和薏米预熟化处理前后密度分析结果如表3所示,预熟化处理后,红豆的密度降低,表明高温高压预熟化处理使红豆中水分受热蒸发,破坏红豆原有的组织结构,使红豆组织疏松多空,质量体积变大,导致预熟化红豆密度减小;薏米的密度增加,可能由于熟化后的薏米在

鼓风干燥时表面水分迅速蒸发,糊化后的淀粉失水所致。

表3 预熟化前后红豆和薏米密度对比分析

样品	原料红豆	预熟化红豆	原料薏米	预熟化薏米
密度/(g/cm ³)	1.66 ± 0.00	1.27 ± 0.00	1.58 ± 0.02	2.36 ± 0.04

2.2 预熟化前后红豆和薏米淀粉特性分析

2.2.1 淀粉酶解力和碘蓝值 预熟化前后红豆和薏米的淀粉的酶解力和碘蓝值分析结果如表4所示。在一定条件下,淀粉的糊化度越高,其被淀粉酶的水解程度就越高,淀粉的酶解力就越大^[14]。与原料红豆和薏米相比,预熟化后红豆和薏米淀粉的酶解力均升高,说明红豆和薏米淀粉经过预熟化处理后糊化度升高,对淀粉酶的敏感性提高。

碘蓝值是淀粉与碘发生反应产生蓝色复合物多少的指标。游离淀粉越多,直链淀粉含量越高,细胞的破损程度越大,颜色就越深,碘蓝值就越大^[15]。预熟化处理后,红豆和薏米的碘蓝值均增加,说明预熟化处理破坏了细胞结构,更有利于红豆和薏米的糊化,能够缩短蒸煮时间。

表4 预熟化前后红豆和薏米的酶解力和碘蓝值对比分析

样品	酶解力	碘蓝值
原料红豆	0.030 ± 0.000	0.041 ± 0.000
预熟化红豆	0.037 ± 0.001	0.057 ± 0.001
原料薏米	0.055 ± 0.002	0.048 ± 0.002
预熟化薏米	0.067 ± 0.001	0.061 ± 0.001

2.2.2 淀粉微观结构分析 预熟化前后红豆和薏米淀粉微观结构的扫描电镜图如图2所示。从图2-A可以看出,原料红豆淀粉表面光滑,为规则的椭圆形或球状,颗粒饱满。经过预熟化处理后,如图2-B所示,红豆淀粉变得细长,表面出现裂纹,甚至破碎;说明经过预熟化处理,淀粉表层的结构被破坏,少量淀粉颗粒破碎,部分淀粉颗粒之间相互结合使其在蒸煮时更容易吸水膨胀,加快糊化进程,缩短蒸煮时间^[14]。从图2-C可以看出,原料薏米淀粉表面光滑,呈较小的圆球形。经过预熟化处理后,如图2-D所示,薏米淀粉表面出现凹陷甚至碎裂,表面变得粗糙,体型变大,说明预熟化处理会导致淀粉颗粒膨化,破坏淀粉颗粒的结构。

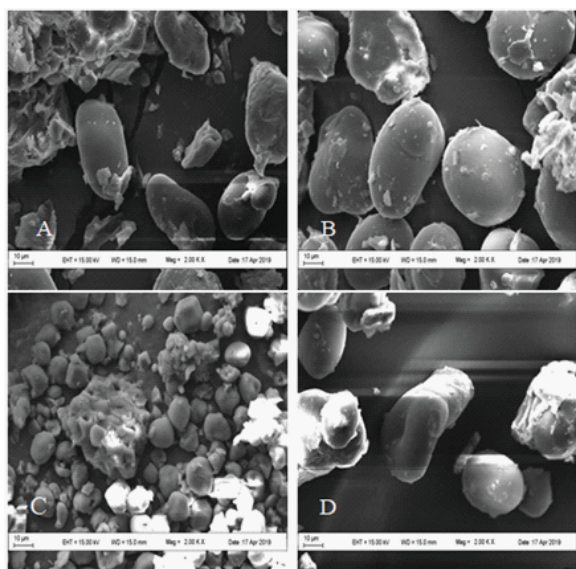


图2 预熟化前后红豆和薏米淀粉结构扫描电镜图

2.2.3 预熟化前后红豆、薏米蒸煮特性分析 红豆和薏米预熟化处理后,经测定红豆和薏米的糊化度分别为27.72%和79.98%,将原料红豆和薏米与预熟化红豆和薏米分别在沸水中煮15 min、焖5 min后,采用质构仪对其硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性进行测定,测定结果如表5所示,预熟化处理后,红豆和薏米的硬度和咀嚼性降低,弹性增加,红豆的胶黏性降低,薏米的胶黏性增加;沸水煮15 min、焖5 min后,预熟化红豆和薏米均能与小米实现共煮同熟。

表5 预熟化前后红豆和薏米蒸煮质构分析

样品	硬度/N	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
原料红豆	39.05±0.12	0.97±0.03	11.10±0.34	11.25±0.16
预熟化红豆	22.60±0.67	1.21±0.18	6.55±0.10	8.19±0.04
原料薏米	11.35±0.31	0.76±0.07	2.00±0.06	2.10±0.04
预熟化薏米	8.15±0.13	0.87±0.02	2.40±0.05	1.71±0.03

3 结论

预熟化红豆和薏米的水分和淀粉含量明显升高,而脂肪含量均下降,蛋白含量红豆升高、

薏米降低;预熟化使红豆和薏仁的光泽丧失,红豆颜色加深,表皮变皱,薏米呈透明黄色,表面出现裂纹;预熟化使红豆的密度降低了23%,薏米的密度升高了49%。预熟化不同程度地破坏了红豆和薏米的淀粉结构,使其酶解力和碘蓝值升高。在沸水中煮15 min、焖5 min后,预熟化红豆和薏米的硬度和咀嚼性明显降低,能与小米实现共煮同熟。

参考文献:

- [1] 谢佳函,刘回民,刘美宏,等.杂粮多酚功能活性研究进展[J].食品工业科技,2017,38(14):326-330.
- [2] 孙丽丽,董银卯,李丽,等.红豆生物活性成分及其制备工艺研究进展[J].食品工业科技,2013,34(4):390-392,396.
- [3] 张聿梅,杨峻山,赵杨景,等.薏苡化学成分及药理活性研究进展[J].中国药学杂志,2002,(1):10-13.
- [4] 倪萍,沈群.杂豆同熟米的工艺研究[J].中国食品学报,2017,17(8):140-146.
- [5] 刘佳男.4种杂粮米预熟化工艺及理化性质的研究[D].长春:吉林农业大学,2017.
- [6] 唐萍.特殊人群杂粮营养早餐配方及工艺研究[D].成都:西华大学,2015.
- [7] 李晓蒙.绿豆与大米共煮同熟工艺及其发酵酒的研究[D].长春:吉林农业大学,2016.
- [8] 师莹,陈娅,符宜谊,等.色差计在食品品质检测中的应用[J].食品工业科技,2009,30(5):373-375.
- [9] 王颖,晁桂梅,杨秋歌,等.不同提取工艺对糜子淀粉糊化特性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(11):153-159.
- [10] 熊善柏,赵思明,冯醒桥,等.淀粉在过量水分下糊化机制研究[J].粮食与油脂,2001,(9):2-4.
- [11] 徐坤华,赵巧灵,廖明涛,等.金枪鱼质构特性与感官评价相关性研究[J].中国食品学报,2014,14(12):190-197.
- [12] 刘佳男,于雷,王婷,等.微波处理对白高粱淀粉理化特性的影响[J].食品科学,2017,38(5):186-190.
- [13] 杨文慧,高昂,巩江.微波加工对食品营养成分影响的研究进展[J].宁夏农林科技,2011,52(3):61-62.
- [14] 田翠华,严守雷,李洁,等.莲藕淀粉的糊化特性研究[J].食品科学,2009,30(11):29-32.
- [15] 姚亚平,田呈瑞,张国权,等.糜子淀粉理化性质的分析[J].中国粮油学报,2009,24(9):45-52.