

官 杰,付云飞,黄 晖,等. 蒸煮工艺对腰果外形尺寸及力学性能的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):300-302.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.096

蒸煮工艺对腰果外形尺寸及力学性能的影响

官 杰,付云飞,黄 晖,刘义军,朱德明

(中国热带农业科学院农产品加工研究所/农业部热带作物产品加工重点实验室,广东湛江 524001)

摘要:采用低场核磁共振成像技术及电子万能试验机进行压力试验,研究蒸煮工艺对腰果外形尺寸及力学性能的影响,以更加科学地解释蒸煮工艺利于腰果破壳的原因。结果表明,经蒸煮,腰果果仁与果壳之间的间隙增大,利于果壳与果仁的分离;腰果所需破壳力降低,果壳的脆性得到提高,有利于破壳和提高整仁率。
关键词:腰果;蒸煮;低场核磁共振;力学性能
中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0300-03

腰果(*Anacardiurt occidentale* L.)属漆树科,原产巴西北部,是世界著名的四大坚果之一,被公认为用途广、经济效益高、社会效益和生态效益明显的优良经济林树种^[1]。目前,越南的腰果出口量占世界出口量的绝大部分,在我国南方热带地区有种植,海南、广西、云南等地种植面积较大。腰果果仁是腰果的主要产品,果仁中蛋白质含量高达 21%,不饱和脂肪酸达 40%,且富含钙、铁、锌等微量元素,对抗氧化、抗衰老、抗肿瘤和抗心血管疾病具有积极的作用^[2-5]。腰果破壳是获取果仁必须采取的一个步骤。由于腰果壳液具有一定的腐蚀性,经常会导致剥壳工人出现过敏性皮炎^[6],且人工剥壳的效率较低。因此,国内外学者一直专注于对腰果机械化

脱壳方法的研究。但由于腰果颗粒间外形特征不规则,这加大了机械脱壳的难度^[7]。为提高机械脱壳的效率,近 2 年来,笔者所在的课题组对腰果生产设备和工艺做了大量研究工作,如腰果分级方法的理论研究,腰果脱皮机的研制、腰果蒸煮工艺的优化、腰果脱壳过程中刀具的可靠性研究等^[8-12],但并没有从理论上更直观地解释蒸煮对腰果脱壳的影响。因此,本研究采用低场核磁共振成像技术,更准确、直观地对腰果蒸煮前后的尺寸变化进行分析,并采用电子万能试验机对蒸煮前后的腰果进行破壳试验,对腰果破壳过程中所需的破壳力进行力学测试和分析,为腰果脱壳的相关技术提供理论依据。

收稿日期:2015-03-31
基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201303077-2)。
作者简介:官 杰(1990—),女,辽宁朝阳人,硕士,研究实习员,主要从事农产品加工工艺及装备研究。Tel:(0759)2202507;E-mail:18813611566@163.com。
通信作者:黄 晖,副研究员,主要从事热带农产品加工工艺及装备研究。Tel:(0759)2221031;E-mail:huihuangli@21cn.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

腰果 B 级果,由宁波余姚凯圣特腰果有限公司提供。

1.2 仪器与设备

LDS 型电子万能试验机,上海伦捷机电仪表有限公司生产;MesoMR 60 型低场核磁共振成像仪,上海纽迈电子科技有限公司生产;腰果脱壳机,自制;LDZX-50FB 型立式高压灭

2.3 验证试验结果

称取玉米酒糟 10 g,在提取温度 75 ℃、提取时间 60 min、乙醇浓度 80%、料液比 1 g:12 mL、pH 值 7 条件下,重复提取 5 次,结果表明玉米酒糟中绿原酸含量为 0.059%(表 3)。本工艺稳定、合理、可行,可作为提取玉米酒糟中绿原酸的工艺。

表 3 最佳提取工艺验证结果

重复	绿原酸含量(%)
1	0.063
2	0.059
3	0.061
4	0.053
5	0.060
平均值	0.059

3 结论

通过单因素试验和正交试验,确定提取玉米酒糟中绿原酸

的最佳工艺为提取温度 75 ℃、提取时间 60 min、乙醇浓度 80%、料液比 1 g:12 mL、pH 值 7,该工艺下提取玉米酒糟中绿原酸的含量为 0.059%。该提取工艺具有简单、高效、提取剂回收再利用、无毒等特点,可作为提取玉米酒糟中绿原酸的工艺。我国玉米酒糟产量巨大,价格低廉,应用范围较狭窄,本研究可为玉米酒糟的合理开发及深层次研究提供理论基础。

参考文献:

[1] 欧阳增理,刘弟书. 玉米酒糟饲用价值的研究进展[J]. 畜禽业, 2010(8):6-8.
[2] 贾连平,吕中旺,祁腾飞. 干玉米酒糟在国内外的生产和应用现状[J]. 中国畜牧兽医,2012,39(3):113-118.
[3] 张 铭. DDGS 的生产工艺、研究利用现状及在畜禽生产中的应用[J]. 饲料工业,2008(21):52-55.
[4] 于加平,李一卓. 稻壳中绿原酸的提取及含量测定[J]. 湖北农业科学,2009,48(2):445-447.

菌锅,上海申安医疗器械厂生产。

1.3 试验方法

挑选 100 颗腰果进行测量;选择 20 颗厚度在 10 ~ 20 mm 之间的腰果,放置于低场核磁共振成像仪测试平板上进行分析,取得平均值,仪器参数为:共振频率为 23.31 MHz,磁体强度为 0.5 T,线圈直径为 60 mm,磁体温度为 32 ℃;另选 20 颗腰果编号,放置于电子万能试验机中进行压力试验,对腰果破壳力进行测试和分析,腰果蒸煮温度为 110 ℃,时间为 20 min。

2 结果与分析

2.1 蒸煮前后腰果的外形尺寸对比分析

机械脱壳率不但与机械设备有关,还与腰果的预处理方式有关,其中蒸煮工艺预处理对腰果脱壳率有显著的影响^[11]。由图 1、图 2 可知,腰果的果皮(果壳)主要包括外果皮、中果皮和内果皮;腰果的主要外形尺寸有果仁和果壳的长度、高度、厚度。考虑到人工测量蒸煮前后的腰果尺寸会存在一定的误差,且无法得到果壳与果仁之间的间隙,而核磁共振具有无损、无任何前处理,且成像时可采集完整样品的图像等优点,因此,采用核磁共振技术对蒸煮前后的腰果进行成像。

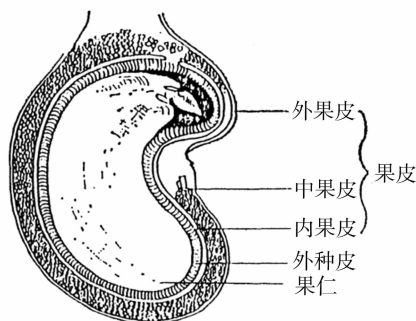


图1 腰果的剖视图

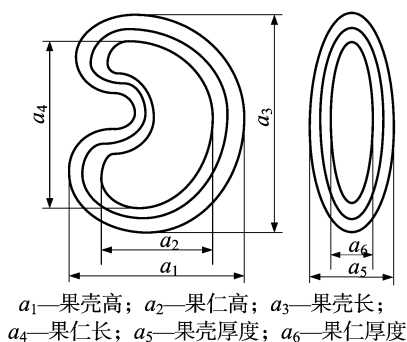
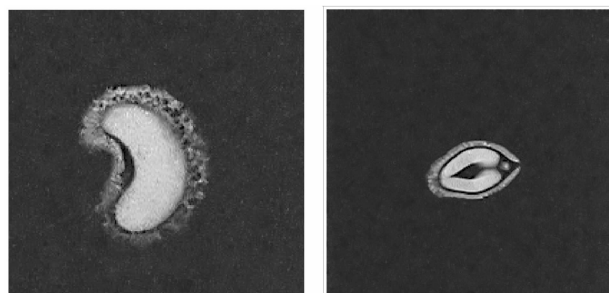


图2 腰果的外形尺寸

由表 1 可知,蒸煮后腰果果壳和果仁的高度分别比蒸煮前增加 9.44%、2.57%,果壳高度增加的幅度大于果仁;果壳的长度增加,较蒸煮前增大 7.19%,而果仁长度降低,较蒸煮前减小 21.53%;果壳和果仁厚度分别降低 10.14%、21.93%,果仁厚度降低的幅度大于果壳。这些尺寸参数的变化导致腰果果壳与果仁之间间隙距离加大,进一步证明蒸煮工艺有利于腰果的脱壳。由图 3 可以清晰看到,蒸煮后腰果的果仁与果壳之间间隙明显大于蒸煮前,且蒸煮后腰果果仁与果壳之间的黏连被破坏,这也是一个有利于破壳的因素。

表 1 蒸煮前后腰果的外形尺寸

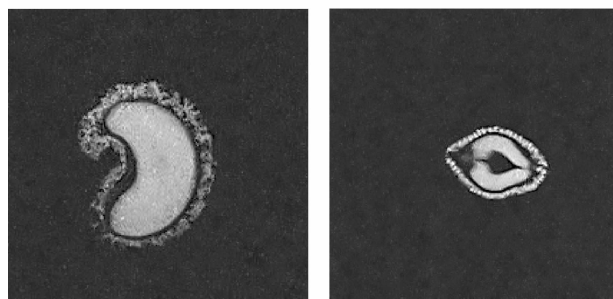
主要参数	尺寸(mm)	
	蒸煮后	蒸煮前
果壳高	25.00	27.36
果仁高	17.50	17.95
果壳长	30.46	32.65
果仁长	24.57	19.28
果壳厚度	15.88	14.27
果仁厚度	12.36	9.65



冠状面

横断面

a. 蒸煮前



冠状面

横断面

b. 蒸煮后

图3 腰果蒸煮前后的核磁共振图像

2.2 蒸煮前后腰果的力学性能对比分析

为对比蒸煮前后腰果破壳所需力的大小,采用电子万能试验机对蒸煮前后的腰果进行力学性能测试,腰果的受力状态见图 4,图 5 中曲线峰值代表 1 颗腰果破壳所需的破壳力。通过测试 10 颗腰果蒸煮前后的破壳力(表 2)发现,未蒸煮腰果破壳力的平均值为 415 N,蒸煮后腰果破壳力的平均值为 396.5 N,蒸煮后腰果所需的破壳力明显小于蒸煮前。这可能是由于蒸煮后的腰果果壳脆性加大,脆性的增加有利于果壳

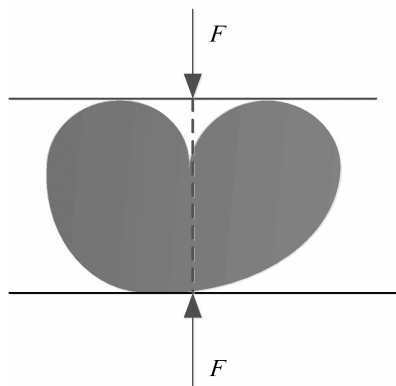


图4 腰果的受力简图

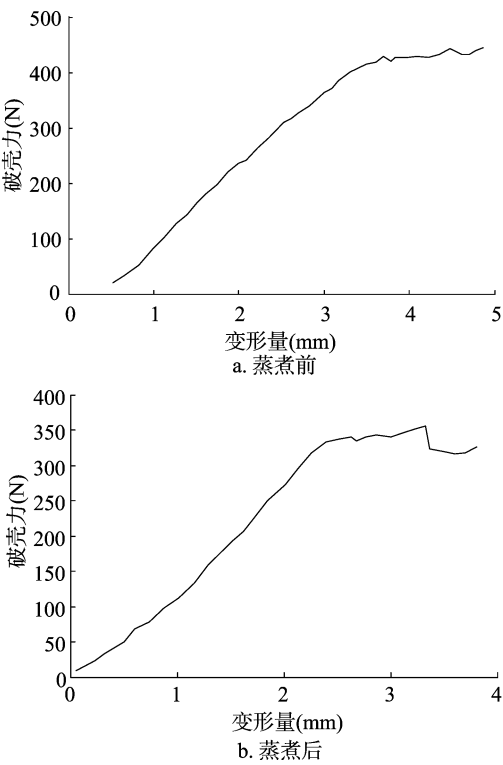


图5 腰果的破壳力曲线

表 2 蒸煮前后腰果所需的破壳力

编号	破壳力(N)	
	未蒸煮腰果	蒸煮腰果
1	443	462
2	356	324
3	398	451
4	405	360
5	473	372
6	443	479
7	356	324
8	398	461
9	405	360
10	473	372

受外力时产生裂纹,也利于裂纹的快速扩展^[13],从而有利于腰果的破壳。此外,脆性的增加有利于减少果壳破壳时所需的变形量^[14]。采用密度计对腰果进行检测,蒸煮前腰果果壳的密度为 1. 097 g/cm³,蒸煮后腰果果壳的密度为 0. 781 g/cm³。蒸煮后果壳密度减小,可能是由果壳中水含量降低所致,这也是腰果果壳脆性提高的原因之一。

3 结论

蒸煮工艺显著增加了果仁与果壳之间的间隙,该间隙的

增加有利于腰果破壳,更有利于获得完整的果仁;蒸煮后腰果所需的破壳力小于蒸煮前,这会加大腰果破壳的概率,从而提高腰果的破壳率。蒸煮工艺条件的好坏可以依据蒸煮后果仁与果壳间隙的大小和所需破壳力进行判断,从而获得最佳蒸煮条件。本蒸煮工艺采用的条件为:蒸煮温度 110 ℃,蒸煮时间 20 min,这个条件也并非最佳的,有必要进一步开展相关研究。

参考文献:

[1] 李国鹏,朱德明,刘洋洋,等. 基于腰果果实性状主成分分析[J]. 农产品加工·学刊,2014(9):37-38.

[2] Thivavarnvongs T O,Kitani O. Development of compact sized cashew nut shelling machinery:syntheses of effective manual and semi-automatic shelling methods [J]. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery,1995,57(2):57-65.

[3] Patel R N,Bandyopadhyay S,Ganesh A. Extraction of cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid using supercritical carbon dioxide [J]. Bioresource Technology,2006,97(6):847-853.

[4] Setianto W B,Yoshikawa S,Jr R S,et al. Pressure profile separation of phenolic liquid compounds from cashew (*Anacardium occidentale*) shell with supercritical carbon dioxide and aspects of its phase equilibria[J]. The Journal of Supercritical Fluids,2009,48(3):203-210.

[5] Ogunwolu S O,Henshaw F O,Mock H,et al. Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut[J]. Food Chemistry,2009,115(3):852-858.

[6] Fukushima S,Kidou M,Ihn H. Fixed food eruption caused by caused by cashew nut[J]. Allergology International,2008,57(3):285-287.

[7] Uchiyama N,Minh H P,Yamanaka H. Force control for automatic cashew shelling considering size variance[J]. Journal of Advanced Mechanical Design Systems and Manufacturing,2014,8(3):1-9.

[8] 刘义军,朱德明,黄茂芳. 腰果加工利用的研究进展[J]. 农产品加工·学刊,2013(22):43-45.

[9] 刘义军,朱德明,黄茂芳. 腰果二元分级方法的初步探索[J]. 食品科技,2014,39(6):106-110.

[10] 刘义军,朱德明,黄茂芳,等. 腰果外形尺寸分布规律的确定性研究[J]. 食品与发酵科技,2014,5(2):48-52.

[11] 刘义军,朱德明,黄 晖,等. 腰果蒸煮品质的多尺度分析[J]. 食品与机械,2014,30(5):57-60.

[12] Fu Y F,Gong J,Zhu D M,et al. Fatigue damage of a cutter used for cutting cashew nut under random load[J]. Applied Mechanics and Materials,2015,743:49-54.

[13] Xiong J J,Shenoi R A. Fatigue and fracture reliability engineering [M]. New York:Springer,2011:63-102.

[14] Liu C T,Ma J. Mechanical properties of materials[M]. Beijing: Chemical Industry Press,2009:7-31.