

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.S0.049

微波辐射对农产品生命活性的影响研究*

孔晓玲 周洁 于鹏 陈艳 王丽伟

(安徽农业大学工学院,合肥 230036)

【摘要】 以板栗微波加工后出现的熟化变色情况和稻谷微波后进行生长培养的发芽情况来观测分析微波辐射对材料的损伤作用。结果表明:高功率短时间的微波加工会降低板栗的熟化程度,但无论是板栗还是稻谷在微波辐射后的生命活性都会受到影响,如果去除稻谷中10%的水分,微波后稻谷的发芽率只有0~8%,所以微波在加工种子之类的物料时需特别注意对生命活性的影响。

关键词: 农产品 微波辐射 生命活性

中图分类号: TS201.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2012)S0-0239-03

Effect of Microwave Radiation on Life Activity of Agricultural Products

Kong Xiaoling Zhou Jie Yu Peng Chen Yan Wang Liwei

(School of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract

The ripening color and growth cultured germination of chestnuts after microwave processing was observed to analyze microwave radiation damage to materials. Short time and high-power processing will reduce the ripening degree of the chestnut, but whether chestnut life activity or rice life activity in the microwave would be affected. Rice germination rate is only 0~8% after microwave treatment if 10% of the rice water is removed, so special attention to the impact on the life activity is necessary in the processing of microwave materials like seeds.

Key words Agricultural products, Microwave radiation, Life activity

引言

微波在农产品加工中起到很重要的作用。微波加工可以实现对物料的加热、干燥、杀菌和萃取等^[1-5],在粮食、食品、蔬菜和茶叶等的加工中广泛使用。但是微波辐射会影响物料的生命活性^[6-8]。

生物细胞是由水、蛋白质、核酸、碳水化合物、脂肪和无机物等复杂化合物构成的一种凝聚态介质,该介质在强微波场的作用下,温度升高,其空间结构发生变化或破坏,蛋白质变性,影响其溶解度、粘度、膨胀性、稳定性,从而失去生物活性^[9-10]。所以在利用微波对物料进行加工的同时,还要关注物料的生命活性。本文以板栗和稻谷两种作物来研究微波辐射对物料活性的影响。

1 试验方法和材料

1.1 试验材料和设备

板栗选用的是安徽省舒城生产的新鲜板栗,每个板栗的质量均为 (16 ± 1) g,板栗表面在微波干燥前需切一口,切口的长度为板栗长度的 $2/3$ 以上,横向和纵向均可。

稻谷选用的是早灿14,挑选籽粒饱满、外观无伤的谷粒为试验材料。

设备选用的是6SW-5型智能微波干燥机。该机可实现物料温度、干燥机内部温度和湿度实时显示。微波功率设定为5挡,分别为0.63、0.84、1.26、1.68和2.1 kW,微波时间可调,物料输送带的带速可调。

收稿日期:2012-07-07 修回日期:2012-08-06

*安徽省2011年富民强县特色产业项目(1104a0303049)

作者简介:孔晓玲,教授,主要从事农产品加工和CAD研究,E-mail: gxykxl@ahau.edu.cn

1.2 试验方法

采用不同的微波功率和时间的组合进行试验,观察板栗微波处理后的熟化程度和灼伤变色情况^[11]。

稻谷试验在板栗试验的基础上,采用不同微波功率和时间的组合进行试验。将进行微波后的稻谷和未进行微波加工的稻谷利用纸巾发芽法在温箱里进行培育,温箱的温度控制在30℃,观察发芽情况。

2 结果分析

2.1 板栗的熟化现象

以板栗为研究对象,主要原因是通过板栗的颜色变化可以方便地观察到其物料熟化的情况。为了便于量化,熟化程度用6个等级表示,第1等级熟化程度最低,第6等级熟化程度最高。熟化程度1级,微波后无颜色变化,无灼伤;熟化程度2级,板栗表面无颜色变化,心部有少许的熟化变色,变色点不大于总体积的5%;熟化程度3级,板栗表面颜色基本无变化,心部的熟化变色占总体积的5%~10%,即表生内熟;熟化程度4级,板栗表面有灼伤点,心部有熟化变色状况,变色范围占总体积的10%~20%;熟化程度5级,板栗表面有灼伤点,心部有熟化变色状况,变色范围占总体积的20%~50%;如果表面无灼伤,但表面的颜色变暗,熟化变色范围已达到总体积的50%以上,熟化程度为6级。

图1和图2为板栗微波加热后的熟化和灼伤情况。从图1中可知,板栗的外表仍然保持着新鲜,而心部已经开始熟化变色,说明物料的表面温度小于心部温度。这是因为微波加热与传统的加热方式完全不同,加热物质本身可以作为发热体,热能的传导首先从心部向外扩散,功率越高,热能扩散速率越快。微波加热时间越长,板栗的热能扩散越均匀。随着微波时间与功率的增加,板栗的热能向外部扩散。图2中可以明显看到板栗表面的灼伤、熟化变色情况,这种熟化变色说明板栗的生命活性已经受到损伤。

试验装置安装有红外温度传感器,可实时采集板栗的温度。试验表明当板栗的温度超过60℃,板栗的熟化程度会明显升高。所以为了控制熟化程度,板栗表面的温度要求不超过60℃。

不同微波功率和时间的组合,微波温度的变化是不一样的。图3是在不同功率下板栗温度的变化曲线。从该曲线图中可知,功率越高,温度上升的速率越快。当功率为0.63 kW时,温度上升的速率非常缓慢,600 s后板栗温度只上升了约5℃,而当功率为2.1 kW时,微波时间为40 s,板栗温度却达到

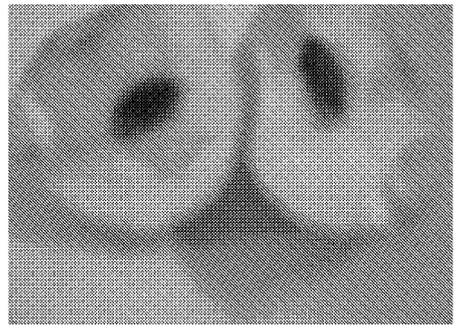


图1 熟化程度2级

Fig.1 Chestnut on the ripening degree 2 after microwave

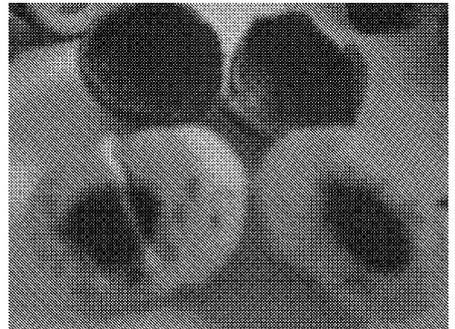


图2 熟化程度4~5级

Fig.2 Chestnut on the ripening degree 4~5 and exterior burned

55℃左右。为了了解微波功率与熟化程度的关系,在不同功率下,测试板栗温度达到 $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时,查看板栗的熟化程度。参见图4,功率0.84 kW时,熟化程度最高;功率为2.1 kW时,熟化程度最低,原因是当功率为2.1 kW时,只需40 s时间,板栗温度就达到55℃,时间短,热量来不及传递,所以板栗的熟化程度低。而功率0.84 kW时,要达到53℃左右时,需要600 s时间。因此要想达到同样的温度,高功率短时间的加工会降低熟化程度。

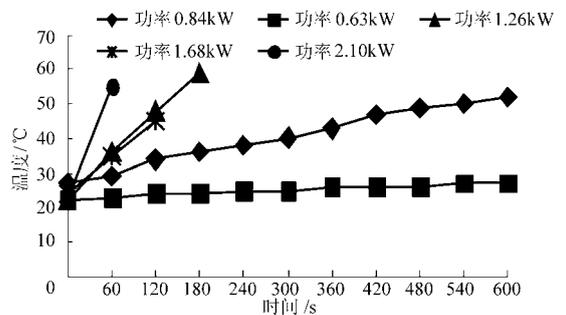


图3 不同功率下板栗温度的变化曲线

Fig.3 Chestnut temperature curve in different power

另外板栗自身的质量和含水率也会对熟化率造成影响。含水率高的板栗熟化程度要高于含水率低的板栗。

2.2 稻谷发芽试验

根据板栗的试验,初步确定稻谷的微波干燥时间(10~600 s)和微波功率(0.84、1.26、1.68和

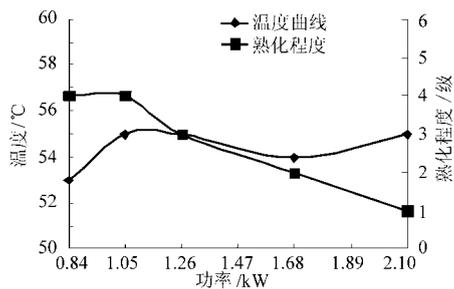


图4 不同功率下的熟化程度

Fig. 4 Degree of ripening in different power

2.1 kW)的组合。

以4组稻谷做对比试验,分别用4种不同的功率和时间组合进行微波试验,微波时注意观察稻谷的温度,要求温度控制在50℃以下。由于储存的稻谷含水率较低(14%的含水率),在微波干燥前加入10%的水润湿。要求经过微波干燥后的稻谷质量为减去10%的水之后的质量。

稻谷籽粒小,不易观察其颜色变化,所以采用观察发芽率来评价其生命活性。微波后分别用不同的器皿放入温箱里进行发芽试验。为了与未经微波辐射的稻谷作对比试验,培养箱也放入了与微波试验数量相同的稻谷进行发芽试验。如图5所示,发现经过微波辐射后的稻谷发芽率只有0~8%,而且发现短时间、高功率的微波辐射比长时间、低功率的微波辐射稻谷的发芽率高,而未经过微波辐射的稻谷的发芽率可达到80%~90%。发现经过微波辐射的稻谷的发芽率远低于未进行微波辐射的稻谷。

可见,微波辐射后,对稻谷的生命活性有很大的损伤。因为微波加工过程中,微波在辐射到物料表面时首先对物料的中心进行加热,一般的物料在微

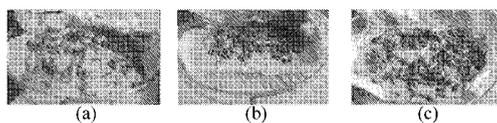


图5 经过微波辐射和未经微波辐射的稻谷发芽情况

Fig. 5 Rice germination after microwave radiation and without the microwave radiation

(a) 30 s+2.1 kW (b) 100 s+1.68 kW (c) 未经过微波辐射

波辐射后不易发现。例如,在对稻谷进行微波干燥、杀菌和杀虫时,同时也对稻谷的生命活性进行了杀伤。

3 讨论

微波辐射对物料的生命活性会产生很大的影响,所以在对某些有特定要求的物料进行微波干燥、杀菌和杀虫处理时,特别要注意物料温度的变化,选用高功率、短时间的微波辐射可以减小对物料的损伤作用。

4 结束语

通过对板栗和稻谷的微波辐射试验,发现板栗的熟化程度和微波辐射的功率、时间、温度有关,微波功率高,可在较短的时间内达到需要的温度,同时可减小熟化程度。微波功率小,要达到需要的温度必须通过长时间的微波辐射,造成板栗的熟化程度升高。减小板栗熟化程度的方法是功率控制在2.1 kW时,时间控制30~40 s。

对稻谷的发芽试验也证明了微波辐射造成物料生命活性的损伤,干燥率达到10%,则稻谷发芽率仅为0~8%,要使损伤率降低,同样可采用大功率、短时间的办法。

参 考 文 献

- 崔政伟.微波技术在食品工程中的新应用展望[J].包装与食品机械,2003,21(4):1~4.
Cui Zhengwei. The prospect of new application of microwave technology in food engineering [J]. Packaging and Food Machinery, 2003, 21(4): 1~4. (in Chinese)
- 杨芙莲,梁萍,朱妞.利用微波能使板栗脱壳去衣的新工艺新方法研究[J].食品科技,2006,31(9):80~83.
Yang Fulian, Liang Ping, Zhu Niu. Study on the new processing and technique of Chinese chestnut shelling with microwave [J]. Food Science and Technology, 2006, 31(9): 80~83. (in Chinese)
- 王俊,许乃章.热风、远红外和微波干燥香菇、蘑菇方程研究[J].农业机械学报,1994,25(2):48~52.
Wang Jun, Xu Naizhang. The research of hot-airflow, far-infrared and microwave drying equations on lentinus edodes and mushroom [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 1994, 25(2): 48~52. (in Chinese)
- 刘成海,郑先哲.微波与微波真空膨化黑加仑果片膨化特性对比[J].农业机械学报,2011,42(增刊):194~198.
Liu Chenghai, Zheng Xianzhe. Comparison of puffing characteristics for blackcurrant slice obtained by microwave and microwave-vacuum method [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(Supp.): 194~198. (in Chinese)
- 靳志强,王顺喜,韩培.微波杀灭霉变玉米中寄生曲霉动力学模型[J].农业机械学报,2011,42(12):148~153,170.
Jin Zhiqiang, Wang Shunxi, Han Pei. Inactivation kinetics model of *Aspergillus parasiticus* in mouldy maize by microwave processing [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(12): 148~153, 170. (in Chinese)

- 9 姜凯,乔晓军,王成. 蔬菜自动嫁接机在设施生产中的研究与应用[J]. 农业工程技术·温室园艺,2009(1):16~17.
 - 10 别之龙. 我国瓜类作物嫁接育苗生产的现状、问题与对策[J]. 长江蔬菜,2009(2b):1~5.
Bie Zhilong. Present status, problem and countermeasures of grafted cucurbit seedlings production in China[J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2009(2b):1~5. (in Chinese)
 - 11 尚庆茂,张志斌. 构建工厂化育苗网络促进现代蔬菜产业发展[J]. 中国蔬菜,2008(6):1~4.
Shang Qingmao, Zhang Zhibin. Establishing factory seedling nursing network to promote the development of modern vegetable industry[J]. China Vegetables, 2008(6):1~4. (in Chinese)
 - 12 辜松,江林斌. 国内外蔬菜嫁接机的发展现状[J]. 东北农业大学学报,2007,38(6):847~851.
Gu Song, Jiang Linbin. Development of domestic and foreign vegetable grafting robot[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2007,38(6):847~851. (in Chinese)
 - 13 辜松,姜凯. 中国野菜接ぎ木苗生産の発展[J]. 農作業研究,2007,42(3):179~182.
Gu Song, Jiang Kai. Development of vegetables grafting in China[J]. Japanese Journal of Farm Work Research, 2007, 42(3):179~182. (in Japanese)
 - 14 初麒,姜凯,辜松. 2JC-600型自动嫁接机的试验研究[J]. 农机化研究,2011,33(1):183~185.
Chu Qi, Jiang Kai, Gu Song. Experimental study on 2JC-600 automatic grafting machine[J]. Journal of Agricultural Mechanization, 2011, 33(1):183~185. (in Chinese)
 - 15 杨丽,张铁中. 西红柿嫁接机控制系统的设计[J]. 农机化研究,2008,30(12):79~82.
Yang Li, Zhang Tiezhong. Design and realization of control system for tomato grafting robot[J]. Journal of Agricultural Mechanization, 2008,30(12):79~82. (in Chinese)
 - 16 赵颖,孙群,张铁中. 营养钵茄苗嫁接机器人控制系统设计[J]. 农业机械学报,2007,38(12):225~228.
 - 17 张秀芳. 蔬菜嫁接机嫁接夹液力排序及送夹装置研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2007.
 - 18 张琳琳. 电磁振动给料系统结构动力学研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2006.
-

(上接第 241 页)

- 6 陈业高,海丽娜,毕先均. 微波辐射在天然药用活性成分提取分离中的应用[J]. 微波学报,2003,19(2):85~89.
Chen Yegao, Hai Li'na, Bi Xianjun. Application of microwave radiation in the extraction of natural active principles[J]. Journal of Microwaves,2003,19(2):85~89. (in Chinese)
- 7 姜绍通,邵平,赵妍嫣. 小麦胚芽 VE 微波提取工艺和神经网络模型的研究[J]. 食品科学,2005,26(2):25~28.
Jiang Shaotong, Shao Ping, Zhao Yanyan. Study on microwave-assisted extraction of vitamin E from wheat germ and neural network model[J]. Food Science,2005,26(2):25~28. (in Chinese)
- 8 李辉,林河通,袁芳,等. 荔枝果肉微波真空干燥特性与动力学模型[J]. 农业机械学报,2012,43(6):107~112.
Li Hui, Lin Hetong, Yuan Fang, et al. Microwave-vacuum drying characteristics and kinetics model of litchi pulp[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012,43(6):107~112. (in Chinese)
- 9 赵俊敏. 食品微波干燥杀菌的探讨[J]. 天津科技,2008(5):101~102.
Zhao Junmin. Study on food bactericidal in microwave drying[J]. Tientsin Science and Technology, 2008(5):101~102. (in Chinese)
- 10 刘志伟,文南,郑梦云. 微波萃取在食品化学中的应用[J]. 武汉工业学院学报,2002(2):18~21.
Liu Zhiwei, Wen Nan, Zheng Mengyun. The application of microwave-assisted extraction technique in food chemistry[J]. Journal of Wuhan Polytechnic University,2002(2):18~21. (in Chinese)
- 11 周洁,孔晓玲,高楠. 微波与热风组合干燥对板栗干燥特性的影响[J]. 包装与食品机械,2009,27(2):15~17.
Zhou Jie, Kong Xiaoling, Gao Nan. Effects of combination of microwave and hot-air drying on characteristics of chestnuts [J]. Packaging and Food Machinery, 2009,27(2):15~17. (in Chinese)