

## 包装方式对留胚米品质的影响

万志华, 张永林, 宋少云, 王旺平  
(武汉轻工大学, 武汉 430048)

**摘要:** **目的** 研究在3种贮藏温度条件下, 4种包装方式对留胚米品质的影响。**方法** 以实验室自制留胚米(留胚率为85%)为实验材料, 选用同一种包装材料, 分别采用普通包装、真空包装、充CO<sub>2</sub>包装和充N<sub>2</sub>包装等4种方式, 并在3种不同温度(5, 25, 35 °C)条件下贮藏, 以感官品质、含水率和脂肪酸含量为评价指标, 定期抽样测量各指标的变化规律。**结果** 各种包装方式下的留胚米感官品质均随贮藏时间的增加而降低, 含水率随贮藏时间的增加呈现先增加后降低的规律, 脂肪酸含量随贮藏时间的增加而增加。普通包装的留胚米在5, 25, 35 °C下贮藏的保质期分别为45, 30, 15 d; 真空包装的留胚米在5 °C下贮藏的保质期大于120 d, 在25 °C和35 °C下贮藏的保质期分别为105 d和90 d; 充CO<sub>2</sub>包装的留胚米在5 °C和25 °C下贮藏的保质期为90 d, 在35 °C下贮藏的保质期为60 d; 充N<sub>2</sub>包装的留胚米在5, 25, 35 °C下贮藏的保质期分别为90, 75, 60 d。**结论** 真空包装为最适宜的包装方式, 其次为充CO<sub>2</sub>包装和充N<sub>2</sub>包装, 普通包装方式的留胚米保质期相对最短。

**关键词:** 包装方式; 留胚米; 贮藏; 品质

中图分类号: TB489; S379.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)17-0033-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.17.006

## Effects of Packaging Ways on the Quality of Embryo Rice

WAN Zhi-hua, ZHANG Yong-lin, SONG Shao-yun, WANG Wang-ping

(Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430048, China)

**ABSTRACT:** The work aims to investigate the effects of four different packaging ways on the quality of embryo rice at three storage temperatures. The laboratory-made embryo rice (embryo retention rate was 85%) was taken as experimental material, and the same packaging materials were used in the experiment. The packaging ways included ordinary packaging, vacuum packaging, CO<sub>2</sub> packaging and N<sub>2</sub> packaging, and the samples were stored at three different temperatures (5 °C, 25 °C and 35 °C). Taking sensory quality, moisture content and fatty acid content as evaluation indexes, the regularity of variation of each index was measured by periodic sampling. The sensory quality of embryo rice in various packaging ways decreased with the increase of storage time, the moisture content increased first and then decreased with the increase of storage time, and the fatty acid content increased with the increase of storage time. The shelf life of ordinary packaging stored at 5 °C, 25 °C and 35 °C was 45 days, 30 days and 15 days, respectively. The shelf life of vacuum packaging stored at 5 °C was more than 120 days, and 105 days and 90 days, respectively at 25 °C and 35 °C. The shelf life of CO<sub>2</sub> packaging stored at 5 °C and 25 °C was 90 days, and that of N<sub>2</sub> packaging stored at 35 °C was 60 days. The shelf life of N<sub>2</sub> packaging stored at 5 °C, 25 °C and 35 °C was respectively 90 days, 75 days and 60 days. The vacuum packaging is the most suitable packaging way, followed by CO<sub>2</sub> packaging and N<sub>2</sub> packaging. The embryo rice in the or-

收稿日期: 2019-05-09

基金项目: 粮食公益性行业科研专项经费资助项目(201313012)

作者简介: 万志华(1983—), 男, 博士, 武汉轻工大学讲师, 主要研究方向为农产品加工与贮藏。

通信作者: 宋少云(1972—), 男, 博士, 武汉轻工大学教授, 主要研究方向为农产品加工机械设计与测控。

dinary packaging way has the shortest shelf life.

**KEY WORDS:** packaging ways; embryo rice; storage; quality

留胚米是指符合大米等级标准且胚芽保留率超过 80% 的大米<sup>[1]</sup>。大米胚芽中含有丰富的蛋白质、脂肪、可溶性糖以及多种维生素和人体必需的微量元素,而普通精米在碾白过程中会将绝大部分胚芽去除,因此与普通精米相比,留胚米具有更高的营养价值和医学价值<sup>[2]</sup>。长期食用留胚米,可以提高人体的新陈代谢能力,并能预防脚气病、口腔溃疡、高血压等多种疾病<sup>[3]</sup>。对于留胚米的加工工艺,国内外专家进行了卓有成效的研究<sup>[4-6]</sup>,目前我国已经实现了留胚米的批量生产。由于米胚中含有较高的脂肪和维生素,使得留胚米的热、湿敏性高于普通精米,在同等贮藏条件下,留胚米的贮藏时间远小于普通精米。研究表明,包装方式对大米品质的影响显著<sup>[7-9]</sup>。对于普通精米的包装方式,国内外学者开展了广泛的研究<sup>[10-13]</sup>。由于针对留胚米包装方式对其品质影响的研究鲜有报道,因此拟研究留胚米的包装方式对于延长其保质期、保留其营养成分的意义。

目前常用的大米包装方式主要有普通包装、真空包装、充气包装等。为了研究不同包装方式对留胚米品质的影响,以实验室自制留胚米为研究对象,研究普通包装、真空包装、充 CO<sub>2</sub> 包装和充 N<sub>2</sub> 包装对实验指标的影响,以期为留胚米选择适宜的包装方式提供理论参考。

## 1 实验

### 1.1 材料和仪器

主要材料:供试材料为实验室自制留胚米(留胚率 85%),包装材料为 PE 薄膜塑料袋,厚度为 60 μm。

主要仪器:600 型外抽真空包装机,武汉兴华腾达机械设备有限公司;FD-3 型食品保鲜用制氮机,苏州佳业净化设备有限公司;12 L 食用级 CO<sub>2</sub> 充气瓶,广州正量饮料有限公司;SFY 系列大米水分检测仪,深圳冠亚电子科技有限公司;JZSG-II 型脂肪酸值测定仪,郑州中谷机械设备有限公司。

### 1.2 方法

留胚米利用 LS-200 型立式留胚米碾米机加工得

到,原材料为当年新产水稻“龙香稻 1 号”,产自黑龙江省哈尔滨市,样品的制备工艺流程:稻谷清理—稻谷—调湿—碾白—分级—制成样品。利用加湿调质方法,统一将样品的初始含水率调节为 15%<sup>[14]</sup>。

实验方法:将实验室自制留胚米均匀地分成 12 等份,每份样品的质量为 300 g,装入 12 个 PE 薄膜塑料袋中,分别用普通包装(不施加任何保鲜技术)、真空包装(真空度为 -0.09 MPa)、充 N<sub>2</sub> 包装(袋内压力为 0.1 MPa)和充 CO<sub>2</sub> 包装(袋内压力为 0.1 MPa)等 4 种方式进行包装,并对各包装袋口进行密封处理。为了模拟留胚米实际贮藏时的冷藏(5℃)、室温(25℃)和高温(35℃)等 3 种温度环境,将实验材料分成 3 组,每组包含 4 种样品各 1 袋,将 3 组试样分别在 5, 25, 35℃ 条件下贮藏 120 d,每隔 15 d 取样测量其实验指标。每次取样后,对剩余样品按初始包装方式重新包装,以保证实验环境在实验周期内保持不变。

### 1.3 指标测定

实验测定 3 个评价指标,以分析 4 种包装方式对留胚米品质的影响。测定的指标包括留胚米的感官品质、含水率和脂肪酸含量。

#### 1.3.1 感官品质的测定

留胚米的感官品质主要包括色泽、气味和口感等。感官品质的测定参照 GB/T 15682,主要采用肉眼观察、嗅气味、尝口感等方法<sup>[15]</sup>。优质的留胚米应色泽均匀、无异味、口感清香、无霉味<sup>[16]</sup>。测定色泽时,将样品平摊于白纸上,用视线集中于一点认真观察,再将视线逐渐放大。测定气味时,将样品置于手掌,升温 10 s 左右,然后嗅闻气味是否正常。测定口感时,则需要将样品放入 70℃ 左右的热水中搅拌 5 s,捞出样品并冷却至室温进行口感评定。留胚米感官品质评分标准见表 1。测量时,邀请 8 位有经验的老师,将 8 组评分的平均值作为实验最终结果。若感官品质评分低于 5 分,则判定其失去商品价值;低于 4 分,则判定其失去食用价值。

表 1 留胚米感官品质评分  
Tab.1 Sensory quality score of embryo rice

评价指标	评价分数					
	6	5	4	3	2	1
色泽	米胚淡黄	米胚暗黄	米胚轻微发黑	米胚中度发黑	米胚重度发黑	米胚暗黑
气味	清新	无异味	轻微糠粉味	轻微酸味	轻度陈米味	陈米味
口感	清香	无霉味	略有霉味	轻度霉味	中度霉味	重度霉味

### 1.3.2 含水率的测定

留胚米的含水率直接影响米饭的硬度、黏度和食味。研究表明，留胚米的正常含水率应保持在14.5%~15.5%之间。由于受环境水分及包装材料渗透的影响，样品含水率在贮藏过程中会出现波动。实验样品的初始含水率为15%，每次抽样后，利用水分检测仪对试样的含水率进行测量，取多次测量值的平均值，方法参照GB/T 5009.3—2010<sup>[17]</sup>。

### 1.3.3 脂肪酸含量的测定

脂肪酸含量是评价留胚米品质的重要指标之一，脂肪酸含量的变化直接反映留胚米的品质劣变程度。留胚米中的脂肪酸是由其中的脂肪被氧化分解而成，脂肪酸又容易被分解为对人体有害的醛类或酮类化合物。一般而言，脂肪酸含量越高，其食用品质越差。脂肪酸含量的测定参照GB/T 15684—1995中的《谷物制品脂肪酸值测定法》，用无水乙醇提取样品中的脂肪酸，用标准KOH溶液滴定<sup>[18]</sup>。经测定，样品初始脂肪酸含量为8.2 mg/100 g。若测定样品脂肪酸含量大于40 mg/100 g，则认定其陈化变质。

## 2 结果与分析

### 2.1 感官品质

按照表1所列的评分标准，每隔15 d取样1次，对3种贮藏温度和4种包装方式下的样品进行评分，得出不同包装方式对留胚米感官品质的影响曲线，见图1。

结果表明，随着贮藏时间的增加，各种包装方式的试验样品均呈现感官评分降低的趋势。普通包装的试样在5、25、35℃等3种贮藏条件下，能保持较高感官品质的贮藏时间分别为45、30、15 d。在5℃的贮藏条件下，真空包装可使试样在整个试验周期内保持较高的感官评分，并具备商品价值；充CO<sub>2</sub>包装和充N<sub>2</sub>包装可使试样在90 d内保持较高的感官品质。在25℃条件下，真空包装、充CO<sub>2</sub>包装和充N<sub>2</sub>包装可分别使试样在贮藏105、90、75 d内保持较高感官品质。在35℃的贮藏条件下，真空包装可使试样在90 d内保持较高的感官品质；充CO<sub>2</sub>包装和充N<sub>2</sub>包装可使试样在贮藏60 d内保持较高感官评分。综合比较可知（见图2），采用真空包装的留胚米保质期大于120 d，充CO<sub>2</sub>包装优于充N<sub>2</sub>包装，普通包装的留胚米在3种贮藏条件下的感官评分均下降得最快。

### 2.2 含水率

实验前，先将样品的含水率统一调整为15%，定期抽样，测定贮藏后的样品含水率，结果见图2。

试验结果表明，在3种贮藏条件下，4种包装方式的留胚米含水率均出现先增加后降低的趋势，真空

包装试样的含水率变化相对最小，普通包装试样的含水率变化最大。这是因为真空包装方式下的米粒挤压在一起，暴露于环境中的米粒表面积小，能够从外界吸收的水量相对就少，受外界环境的影响相对最小。在同种贮藏温度下，充N<sub>2</sub>包装的试样含水率变化小于充CO<sub>2</sub>包装，这是由于不同气体的渗透性不同，对于PE薄膜材料，N<sub>2</sub>的透过性小于CO<sub>2</sub>，在一次取样周期（15 d）内，包装袋内CO<sub>2</sub>浓度降低的速度大于N<sub>2</sub>。综合比较可知（见图2），温度对4种包装方式含水率变化的影响不显著，除普通包装外，其余3种包装方式留胚米的含水率变化都不大。

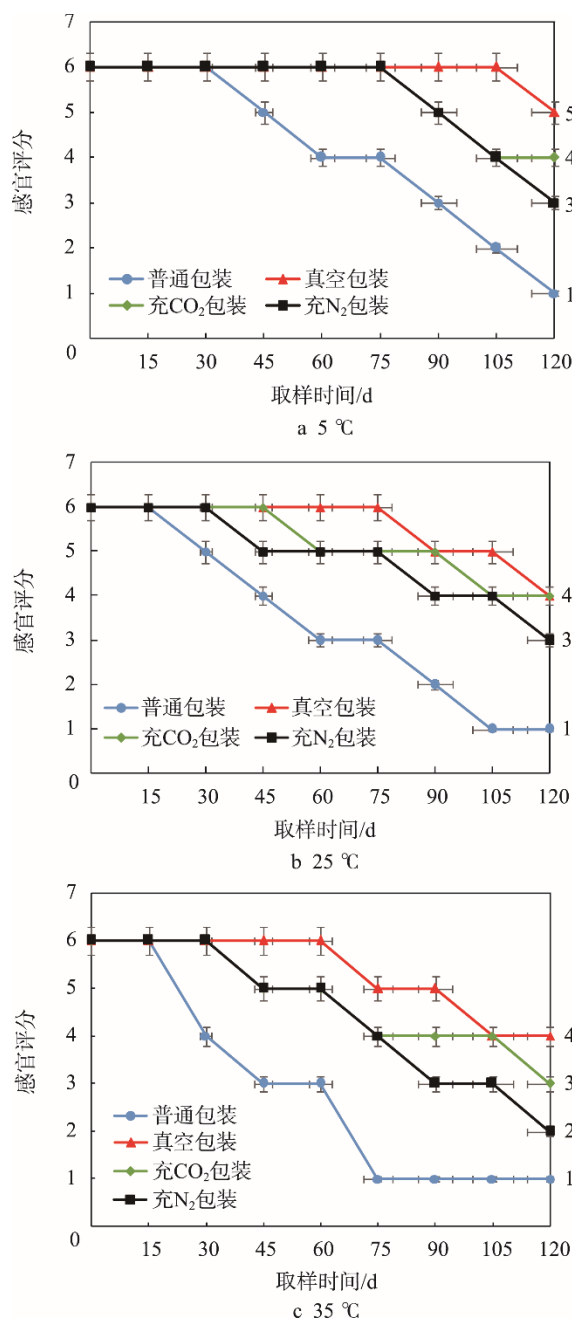


图1 不同包装方式对留胚米感官品质的影响  
Fig.1 Effects of different packaging ways on sensory quality of embryo rice

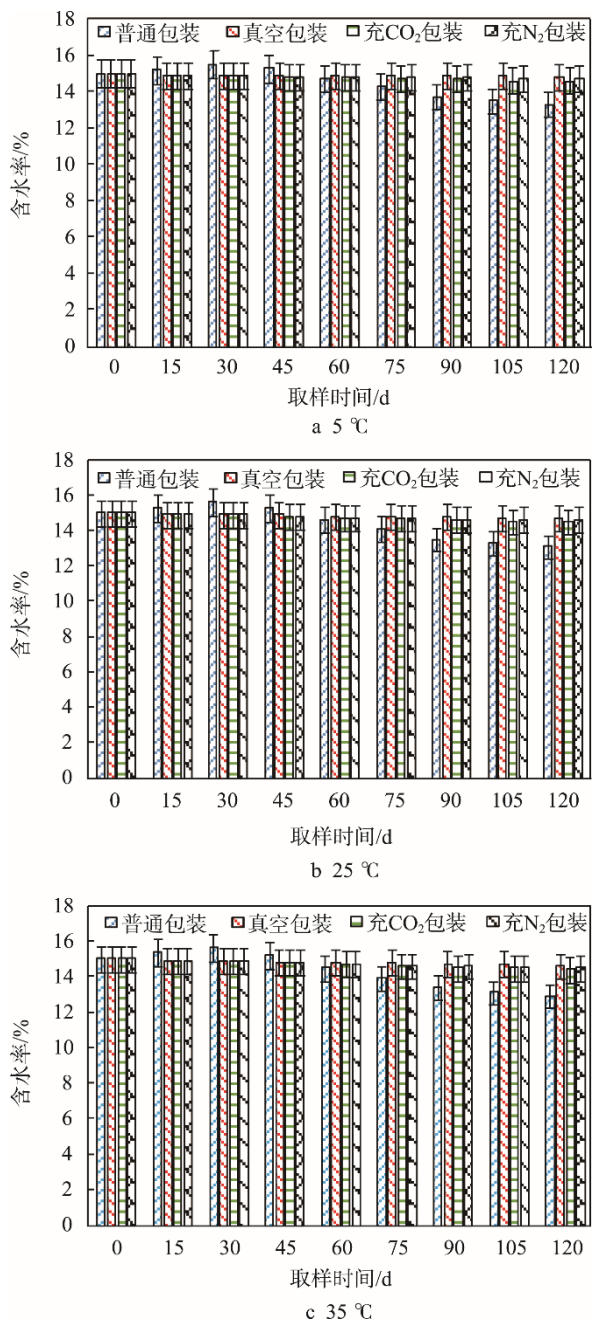


图2 不同包装方式对留胚米含水率的影响  
Fig.2 Effects of different packaging ways on moisture content of embryo rice

### 2.3 脂肪酸含量

不同包装方式对留胚米脂肪酸含量的影响见图3。由图3可以看出,在3种贮藏条件下,4种包装方式留胚米的脂肪酸含量均出现随取样时间的延长而增加的趋势。在5℃时,真空包装的试样在贮藏120 d后的脂肪酸含量低于40 mg/100 g,证明在低温贮藏环境下,真空包装留胚米的保质期大于120 d,结果与感官品质实验吻合。综合比较可见,在120 d的实验周期内,普通包装的试样脂肪酸含量增加量最大,其次为充CO<sub>2</sub>包装与充N<sub>2</sub>包装,真空包装的试样脂肪酸含量增加量最小。

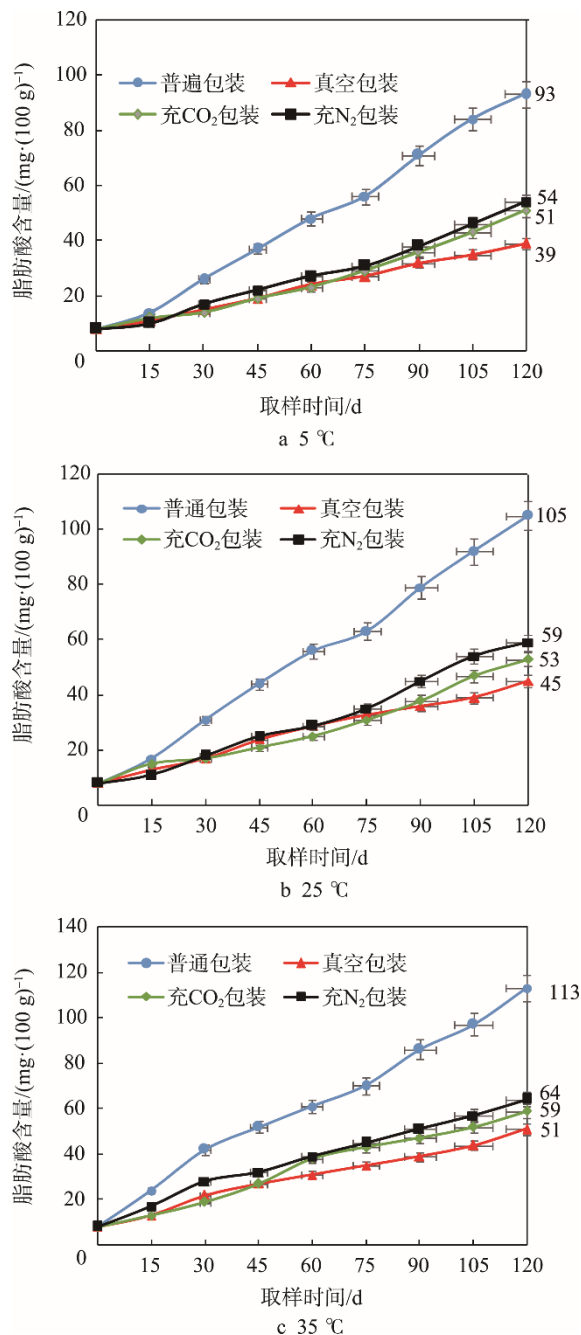


图3 不同包装方式对留胚米脂肪酸含量的影响  
Fig.3 Effects of different packaging ways on fatty acid content of embryo rice

### 3 结语

包装方式是影响留胚米品质的重要因素,文中对4种不同包装方式在3种贮藏温度下的留胚米品质变化进行了试验研究。结果表明,各种包装方式下的留胚米感官品质均随贮藏时间的增加而降低,含水率随贮藏时间的增加呈现先增加后降低的规律,脂肪酸含量随贮藏时间的增加而增加。普通包装的留胚米在5, 25, 35℃下贮藏的保质期分别为45, 30, 15 d;真空包装的留胚米在5℃下贮藏的保质期大于120 d,

在 25 °C 和 35 °C 下贮藏的保质期分别为 105 d 和 90 d; 充 CO<sub>2</sub> 包装的留胚米在 5 °C 和 25 °C 下贮藏的保质期为 90 d, 在 35 °C 下贮藏的保质期为 60 d; 充 N<sub>2</sub> 包装的留胚米在 5, 25, 35 °C 下贮藏的保质期分别为 90, 75, 60 d, 低温环境有利于延长留胚米的保质期。综合比较, 真空包装为最适宜的包装方式, 其次为充 CO<sub>2</sub> 包装和充 N<sub>2</sub> 包装, 普通包装方式的留胚米保质期相对最短。该研究可为留胚米选择适宜的包装方式提供理论参考。

#### 参考文献:

- [1] 朱永义. 留胚米的营养、生产及食用方法[J]. 粮食与饲料工业, 2011(5): 31—32.  
ZHU Yong-yi. Nutrition, Production and Edible Methods of Embryo Rice[J]. Cereal & Feed Industry, 2011(5): 31—32.
- [2] 金增辉. 留胚米[J]. 粮食加工, 2007, 32(2): 39—40.  
JIN Zeng-hui. Germ-Remaining Rice[J]. Grain Processing, 2007, 32(2): 39—40.
- [3] 周显青. 稻谷精深加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 147—150.  
ZHOU Xian-qing. Deep Processing Technology of Rice[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006: 147—150.
- [4] 刘秀芳, 阮少兰. 留胚米生产技术[J]. 食品加工, 2008(6): 39—41.  
LIU Xiu-fang, RUAN Shao-lan. The Processing Technology of Germ-Remaining Rice[J]. Grain Distribution Technology, 2008(6): 39—41.
- [5] FERREIRA A R, OLIVEIRA J, PATHANIA S, et al. Rice Quality Profiling to Classify Germplasm in Breeding Programs[J]. Journal of Cereal Science, 2017, 76: 17—27.
- [6] JING Li-quan, WU Yan-zhen, ZHUANG Shi-teng, et al. Effects of CO<sub>2</sub> Enrichment and Spikelet Removal on Rice Quality under Open-air Field Conditions[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2016, 15(9): 2012—2022.
- [7] 刘国锋, 徐雪萌, 王德东. 不同真空度对真空包装大米食用品质影响的研究[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 30—31.  
LIU Guo-feng, XU Xue-meng, WANG De-dong. The Research of the Influence of Various Vacuum Degrees on the Taste of Rice[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4): 30—31.
- [8] 高占争, 谢健. 大米的气调保鲜[J]. 粮食与饲料工业, 2007(7): 5—6.  
GAO Zhan-zheng, XIE Jian. Rice Fresh Keeping by Modified Atmosphere[J]. Cereal & Feed Industry, 2007(7): 5—6.
- [9] 李闯, 孔繁东, 刘兆芳. 不同包装材料对大米恒温恒湿贮藏品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2017(5): 5—8.  
LI Chuang, KONG Fan-dong, LIU Zhao-fang. Different Packaging Materials on the Rice Quality during Constant Temperature and Humidity Storage[J]. Cereal & Feed Industry, 2017(5): 5—8.
- [10] 姜平, 张晖, 王立, 等. 不同包装方法下大米储藏品质的变化研究[J]. 粮食与饲料工业, 2012(2): 38—39.  
JIANG Ping, ZHANG Hui, WANG Li, et al. Effect of Different Rice Packaging on Changes of Storage Quality[J]. Cereal & Feed Industry, 2012(2): 38—39.
- [11] LIN Lu, FANG Chang-yun, HU Zhan-qiang, et al. Grade Classification Model Tandem BpNN Method with Multi-metal Sensor for Rice Eating Quality Evaluation[J]. Sensors & Actuators: B Chemical, 2018, 281: 22—27.
- [12] CHAO Ding, RAGAB K, PAN Zhong-li, et al. Influence of Infrared Drying on Storage Characteristics of Brown Rice[J]. Food Chemistry, 2018, 264: 149—156.
- [13] SUWANNEE L, BENJAVAN R, SITTICHAJ L, et al. Seasonal Variation in Grain Yield and Quality in Different Rice Varieties[J]. Field Crops Research, 2018, 221: 350—357.
- [14] 张强, 郑先哲, 贾富国, 等. 循环加湿工艺降低发芽糙米爆腰增率并提高得率[J]. 农业工程学报, 2013, 29(11): 241—247.  
ZHANG Qiang, ZHENG Xian-zhe, JIA Fu-guo, et al. Decreasing Crack Additional Percentage and Improving Yield in Preparation of Germinated Brown Rice with Cyclic Moisture Conditioning Treatment[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(11): 241—247.
- [15] 严松, 孟庆红, 高扬, 等. 储藏调控方法对留胚米品质的影响[J]. 食品与机械, 2016(8): 119—123.  
YAN Song, MENG Qing-hong, GAO Yang, et al. Effect of Storage Control Method on Quality of Germ-left Rice during Storage[J]. Food & Machinery, 2016(8): 119—123.
- [16] 张朝富, 李志方, 杨会宾. 留胚米的保鲜包装技术[J]. 粮食与饲料工业, 2017(6): 1—3.  
ZHANG Chao-fu, LI Zhi-fang, YANG Hui-bin. Packaging Preservation Technology of Embryo Rice[J]. Cereal & Feed Industry, 2017(6): 1—3.
- [17] 于殿宇, 王彤, 唐洪琳, 等. 挤压法制备富钙强化重组大米的工艺优化及其结构表征[J]. 农业工程学报, 2018, 34(22): 291—298.  
YU Dian-yu, WANG Tong, TANG Hong-lin, et al. Process Optimization and Structure Characterization of Calcium-fortified Recombinant Rice Prepared by Extrusion[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2018, 34(22): 291—298.
- [18] 叶霞, 李学刚, 张毅, 等. 稻谷中游离脂肪酸与脂肪酶活力的相关性[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 26(1): 75—78.  
YE Xia, LI Xue-gang, ZHANG Yi, et al. Relationship Between Free Fatty Acids of Rice Grains and Lipase Activity during Storage[J]. Journal of Southwest Agricultural University (Natural Science), 2004, 26(1): 75—78.