

储藏粳米垩白变化规律分析研究

丁秋¹, 贾然², 费明怡², 赵会义², 曹阳²

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037)

摘要: 为了比较不同储存条件对成品大米垩白程度的影响, 以“辽星”粳稻大米为样品, 设定 10、15、20、25 ℃ 以及常温条件等五个温度进行控温、湿度储存实验。经过 6 个月储存, 在所有储存温度条件下, 垩白粒率和垩白度均呈上升趋势, 且温度越高, 上升幅度越大; 低温条件下, 垩白粒率和垩白度的增加幅度较小。25 ℃ 条件下变化明显, 垩白粒率由 6.1% 上升到 22.6%, 垩白度由 2.2% 上升到 5.7%。粳稻大米的垩白粒率和垩白度与储藏时间呈现显著的相关性。

关键词: 粳米; 垩白粒率; 垩白度; 储藏时间

中图分类号: S 379.7 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2016)04-0099-03

Research on variation of chalkiness of japonica rice after storage

DING Qiu¹, JIA Ran², FEI Ming-yi², ZHAO Hui-yi², CAO Yang²

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan Hubei 430023;
2. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract: The effects of different storage conditions on milled rice chalkiness were compared. The sample Japonica rice Liao Xing was stored at 5 different temperature levels, 10 ℃, 15 ℃, 20 ℃, 25 ℃ and room temperature, respectively. The results showed that in all of the tests the chalky rice rate and chalkiness degree were all in the trend of increase after 6 months. As the storage temperature increased, the value of chalky rice rate and chalkiness degree increased faster, while the increasing extent less at lower temperature. At 25 ℃, chalky rice rate changed obviously from 6.1% to 22.6%, chalkiness degree from 2.2% to 5.7%. The results indicated that chalky rice rate and chalkiness degree were significant correlation with storage time.

Key words: Japonica rice; chalky rice rate; chalkiness degree; storage time

中国幅员辽阔、人口众多, 随着经济社会的发展和气候环境的变化, 近年来也是突发事件频发。为了应对突发事件, 防患于未然, 成品粮储备已成为粮食应急体系的重要组成部分。与小麦粉相比, 大米储存保质更容易, 成本更低, 目前成品粮储备的品种主要是大米。由于大米是稻谷经过碾磨的产品, 没有稻壳保护, 易受虫霉危害, 大米表面直接与空气接触, 易氧化变质, 品质下降较快, 长期储存具有一定难度, 同时, 碾米过程中, 大米颗粒受到各种力的作用, 内部还可能产生一些裂纹, 增加大米破碎率和垩白率, 也将对储藏保质有影响。

大米的垩白是指成品大米米粒的胚乳中白色不透明部分, 垩白是大米重要的外观品质^[1]。按照白

色在大米粒上的分布不同, 分为腹白、心白和背白。垩白度是指垩白投影面积占米粒投影面积的比例。有研究指出, 垩白是大米产生裂纹的重要因素^[2]。一般认为, 垩白是稻谷灌浆期间形成的, 与稻米胚乳细胞的组成和淀粉粒的填充有关^[3]。垩白也是大米加工企业对产品分级定等的重要指标, 我国《大米》标准对不同垩白程度的成品米等级作出了明确规定。

目前对于垩白的研究主要集中于垩白的形成机理、垩白的遗传^[4]以及机器视觉技术在线检测大米垩白等方面^[5-6], 有关大米垩白的研究结果并不一致, 垩白对大米各方面品质的影响极为复杂, 研究发现粳稻品种的穗型特征与品种间的垩白粒率、垩白度和透明度高低无直接的联系^[7]; 垩白也是影响北方早粳品种品质的主要因子^[8]; 研究还发现稻米垩白与食味不存在显著相关^[9]; 垩白性状与粒宽、粒厚、粒长、粒长宽比和千粒重呈显著或极显著正相

收稿日期: 2016-02-05

基金项目: 粮食公益性行业科研专项, 储粮安全防护技术研究: 大米保质期及关键缓苏技术研究(201313004-01)

作者简介: 丁秋, 1991 年出生, 女, 研究生。

通讯作者: 曹阳, 1958 年出生, 男, 教授。

关^[10]。但是,关于应急储备的成品大米在较长期储存时,垩白变化的研究还鲜见报道。本实验以一等“辽星”粳稻大米为样品,运用大米外观测定仪研究样品垩白粒率、垩白度在储存期间的变化情况,并分析这些指标之间的联系,为我国成品大米的储备提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

“辽星”粳稻大米,一等,包装为规格 25 kg 一袋,包装袋为双面覆膜编织袋,鼎翔米业有限公司提供,品质指标见表 1。

表 1 粳米样品品质指标

品种	水分 /%	脂肪酸值 / (mgKOH/100 g)	直链淀粉 /%	垩白粒率 /%	垩白度 /%
“辽星”粳米	14.2	11.8	17.4	6.1	2.2

1.2 实验仪器

JMWT-12 型大米外观品质测定仪:北京东孚久恒仪器技术有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 样品储存

实验共设定 5 个储存温度:10、15、20、25 ℃ 和常温条件,其中 10、15、20、25 ℃ 的储存相对湿度为 60%,常温条件的储存相对湿度为样品所接触环境空气的相对湿度,温度为所接触的大气温度。

10、15、20、25 ℃ 和常温五种条件的储存量均为 1 t,利用厚度为 0.38 mm 的三层共挤聚乙烯—醋酸乙烯共聚物三防薄膜 5 面密封。实验周期为 6 个月(从 2015 年 5 月至 2015 年 11 月)。

1.3.2 大米外观品质测定

大米外观测定仪集合了扫描技术和计算机图像处理技术,采用图像分析处理软件检测大米碎米总量、小碎米率、垩白粒率、垩白度、黄粒米率等指标。

1.4 数据处理

所有实验数据用 EXCEL、SPSS19.0 统计软件分析,并用 origin8.5 科学绘图软件作图。

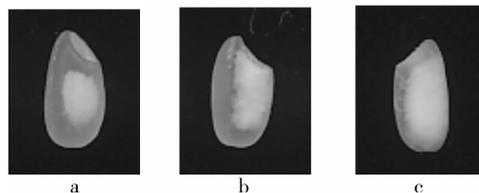
2 结果与分析

2.1 大米垩白的常见形态

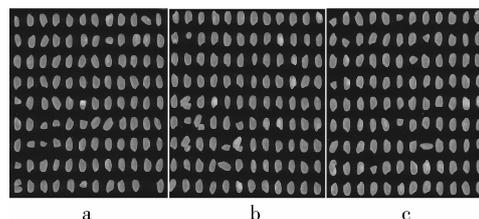
大米胚乳中有白色,包括腹白、心白和背白,不透明部分的米粒为垩白粒;垩白粒占试样米粒数的百分率为垩白粒率^[1]。垩白米的垩白面积的总和占试样整精米粒面积总和的百分率为大米的垩白度^[11]。图 1 为由大米外观测定仪采集到的大米垩白的常见形态。

图 2 为 20 ℃ 储藏条件下大米垩白粒和表面形

态。从大米外观测定仪一次采集的 1056 粒的大米图像中,随机选约 100 粒大米图像。观察发现:图 2a 中 108 粒大米,有 5 粒垩白粒,各个米粒透明度好。图 2b 中 109 粒大米,储藏 3 个月后,有 10 粒垩白粒。图 2c 中 112 粒大米,储藏 6 个月,有 11 粒垩白粒。可见随着储藏时间的延长局部图里的大米垩白粒率呈增加的趋势。



(a 心白 b 腹白 c 背白)
图 1 大米垩白的常见形态



(a 储藏 0 个月 b 储藏 3 个月 c 储藏 6 个月)

图 2 20 ℃ 储藏条件下大米垩白粒率变化情况局部图

2.2 大米垩白粒率的变化

大米外观测定仪统计软件分析结果表明(见表 2):10 ℃ 和 15 ℃ 储藏条件下,垩白粒率由 6.1% 分别增加至 15.6% 和 15.9%,储藏 6 个月增加了 2.5 倍,大米质量等级由一级降至二级;储藏前 3 个月增长速率较为缓慢,后 3 个月增长速率较快,由表 3 可得其储藏时间与垩白粒率的关系模型分别为 $y = 6.1029e^{0.1437x}$ 和 $y = 6.1512e^{0.1472x}$;20 ℃ 储藏条件下,垩白粒率由 6.1% 增加至 18.9%,增加了 3 倍,大米质量等级由一级降至二级,其储藏时间与垩白粒率的函数关系模型(见表 3)为 $y = 6.0822e^{0.1729x}$;常温储藏条件下,从 6 月到 11 月温度波动范围是 35 ℃~2 ℃,垩白粒率增加的速率最快,由 6.1% 增加至 23.6%,储藏 6 个月垩白粒率增加了近 3 倍,大米的质量等级由一级降至三级,储藏时间与垩白粒率的函数关系模型(见表 3)为 $y = 6.1139e^{0.2009x}$;

表 2 储藏条件对大米垩白粒率的差异性分析 %

储藏条件	储藏时间/月						
	0	1	2	3	4	5	6
10 ℃	6.1	7.1±0.9	8.7±1.5	9.2±0.1	9.7±1.7	12.3±2.9	15.6±0.3
15 ℃	6.1	7.3±1.1	8.8±1.0	9.3±0.2	9.8±1.3	12.9±0.1	15.9±3.4
20 ℃	6.1	7.4±0.9	9.3±4.3	9.8±1.7	10.3±3.4	14.5±2.8	18.9±3.2
25 ℃	6.1	7.5±1.1	9.5±1.2	9.9±0.8	11.3±2.9	16.4±2.6	22.6±5.5
常温	6.1	7.9±1.0	9.9±0.3	10.1±0.1	11.2±1.8	15.5±3.8	23.6±4.4

25℃储藏条件下, 垩白粒率的增加与常温条件下基本相同, 其储藏时间与垩白粒率的函数关系模型为 $y = 5.927e^{0.2024x}$ 。

表3 储藏时间与垩白粒率的关系模型

温度	储藏时间与垩白粒率的函数关系模型	函数的相关性
10℃	$y = 6.1029e^{0.1437x}$	$R^2 = 0.9609$
15℃	$y = 6.1512e^{0.1472x}$	$R^2 = 0.9603$
20℃	$y = 6.0822e^{0.1729x}$	$R^2 = 0.9490$
25℃	$y = 5.927e^{0.2024x}$	$R^2 = 0.9521$
常温	$y = 6.1139e^{0.2009x}$	$R^2 = 0.9518$

2.3 大米垩白度的变化情况

不同储藏条件下大米垩白度的变化情况以及差异性分析见表4。10℃和15℃储藏条件下, 垩白度由2.2%分别增加至4.5%和4.6%, 增加了近1倍, 储藏时间与垩白度的函数关系模型(见表5)分别为 $y = 2.1729e^{0.1258x}$ 和 $y = 2.2221e^{0.1293x}$; 20℃储藏条件下, 垩白度由2.2%增加至5.3%, 储藏时间与垩白度的函数关系模型(见表5)为 $y = 2.2139e^{0.151x}$; 常温和25℃条件下, 垩白度增长的最快, 由2.2%增加至5.7%, 增加了近2.5倍, 储藏时间与垩白度的函数关系模型(见表5)分别为 $y = 2.2748e^{0.1604x}$ 和 $y = 2.2305e^{0.1637x}$ 。

表4 储藏条件对大米垩白度的差异性分析 %

储藏条件	储藏时间/月						
	0	1	2	3	4	5	6
10℃	2.2	2.4±0.2	2.8±0.4	3.1±0.2	3.8±0.9	4.1±0.2	4.5±0.1
15℃	2.2	2.4±0.1	3.0±0.3	3.3±0.1	4.0±0.2	4.1±0.1	4.9±0.8
20℃	2.2	2.5±0.1	3.1±0.2	3.4±0.2	4.3±0.6	4.7±0.1	5.3±0.1
25℃	2.2	2.6±0.2	2.8±0.1	3.5±0.9	4.5±0.1	5.2±0.7	5.7±0.1
常温	2.2	2.7±0.2	3.2±0.3	3.6±0.3	4.6±0.3	5.1±0.7	5.5±0.2

表5 储藏时间与垩白度的关系模型

温度	储藏时间与垩白度的函数关系模型	函数的相关性
10℃	$y = 2.1729e^{0.1258x}$	$R^2 = 0.9884$
15℃	$y = 2.2221e^{0.1293x}$	$R^2 = 0.9749$
20℃	$y = 2.2139e^{0.151x}$	$R^2 = 0.9886$
25℃	$y = 2.2305e^{0.1637x}$	$R^2 = 0.9895$
常温	$y = 2.2748e^{0.1604x}$	$R^2 = 0.989$

2.4 储藏时间与大米垩白的相关性

实验结果表明, 不同温度下的大米垩白粒率和垩白度在储存期间随着时间的变化均会增加, 储存在10℃、15℃和20℃下增幅较小, 而较高温度下的垩白粒率则增幅明显。将储藏时间与所有温度下的大米垩白度和垩白粒率做相关性分析, 结果见表6, 储藏时间与垩白粒率及垩白度之间具有显著的相关性, 其中储藏时间与垩白度之间有极显著的相关性,

相关系数最大。

表6 大米储藏时间与垩白粒率及垩白度的相关性分析结果

		储藏时间	垩白粒率	垩白度
储藏时间	Pearson 相关系数	1.000	0.866**	0.939**
	Sig.	-	0.000	0.000
垩白粒率	Pearson 相关系数	0.866**	1.000	0.920**
	Sig.	0.000	-	0.000
垩白度	Pearson 相关系数	0.939**	0.920**	1.000
	Sig.	0.000	0.000	-

注: **表示在 $\alpha = 0.01$ 水平下显著相关, *表示在 $\alpha = 0.05$ 水平下显著相关。

3 结论

不同储藏温度的大米在储藏过程中垩白度、垩白粒率随储藏时间延长呈上升趋势, 10℃和15℃储藏条件下, 储藏6个月垩白粒率由6.1%分别增加至15.6%和15.9%, 垩白度由2.2%分别增加至4.5%和4.6%; 20℃储藏条件下, 垩白粒率增加至18.9%, 垩白度增加至5.3%; 25℃和常温储藏条件下, 垩白粒率分别增加至22.6%和23.6%, 垩白度分别增加至5.7%和5.5%, 表现出温度越高上升幅度越大, 且不同温度下垩白粒率以及垩白度与储藏时间的函数关系模型均呈非常显著, 其中垩白度与储藏时间的相关性系数较高。

实验证明, 随着储藏时间的延长垩白度和垩白粒率呈上升趋势, 低温及准低温条件下有利于大米的储藏, 实际中利用监测大米垩白粒率或垩白度来判定应急储备大米是否易储的品质质量指标, 有待进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] GB/T1354—2009, 大米[S].
- [2] 刘友明. 漂白和干燥方式对稻谷吸湿裂纹的影响及微裂纹的研究[D]. 武汉: 华中农业大学硕士论文. 2000: 34-37.
- [3] 刘霞, 付艳苹, 朱晔荣, 等. 水稻垩白形成的生理和遗传机制[J]. 植物生理学通讯. 2007(3): 569-574.
- [4] 周立军, 江玲, 翟虎渠, 等. 水稻垩白的研究现状与改良策略[J]. 遗传, 2009, 31(6): 563-572.
- [5] 陈丁山, 程鹏, 李东晖, 等. 基于计算机图像处理的稻米垩白测定系统的研究[J]. 湖南农业大学学报, 2011, 37(5): 469-473.
- [6] 王倩英, 江良荣, 郑景生, 等. 稻米垩白和粒形的主效QTL定位分析[J]. 分子植物育种, 2011, 9(5): 547-553.
- [7] 陈书强, 金峰, 王嘉宇, 等. 两种穗型梗稻不同粒位籽粒垩白性状的比较分析[J]. 华北农学报. 2008(2): 1-8.
- [8] 赵镛洛, 张云江, 王继馨, 等. 北方早粳稻米品质因子分析[J]. 作物学报, 2001, 27(4): 538-540.
- [9] 张亚东, 朱镇, 赵凌, 等. 稻米垩白性状与食味值的相关性分析[J]. 江苏农业科学, 2006, (2): 25-26.
- [10] 黎毛毛, 徐磊, 曹桂兰, 等. 粳稻谷粒性状与垩白性状的相关分析[J]. 植物遗传资源学报. 2008, 9(2): 206-211.
- [11] NY/T2334—2013, 稻米整精米率、粒型、垩白粒率、垩白度及透明度的测定 图像法[S].