

空调控温储藏稻谷品质变化规律的研究

高树成,刘长生,赵旭

(辽宁省粮食科学研究所, 辽宁 沈阳 110032)

摘要:针对北方地区夏季稻谷储藏期间存在仓温高、上层粮温上升快易发热、品质陈化速度快等突出问题,在平房仓内采用空调进行控温储粮工艺研究,分析粮堆上层稻谷的温度、水分以及品质指标变化规律。结果表明:随着储藏时间的延长,实验仓和对照仓粮堆上层稻谷的水分、发芽率、品尝评分值均逐渐降低,与储藏时间呈线性负相关关系。脂肪酸值逐渐增高,与储藏时间呈线性正相关关系,直链淀粉与储藏时间呈现先上升后下降的趋势。整个储藏期内,实验仓的粮堆上层稻谷各品质指标的变化幅度均明显小于对照仓,储藏至第19个月时,实验仓稻谷品质好于对照仓。实仓应用后,上层粮温始终保持在20℃以下,无储粮害虫发生,且减少了储粮水分损失,并有效延缓了夏季粮食劣变速度,实现了稻谷准低温绿色安全储藏,具有明显的经济效益和社会效益。

关键词:稻谷;空调控温;品质;平房仓

中图分类号:S 279.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)05-0066-05

Research on changes of paddy quality in temperature controlled storage by air conditioner

GAO Shu - cheng, LIU Chang - sheng, ZHAO Xu

(Liaoning Grain Science Research Institute, Shenyang Liaoning 110032)

Abstract: The storage process of control temperature by air conditioner in the warehouse was researched aimed at the problems such as the high temperature inside warehouse, the upper grain temperature rising quickly and grain quality becoming stale rapidly during the paddy storage in summer in north area. The changes of temperature, moisture content and quality indexes of the top layer paddy were analyzed. The result showed that the moisture content, germination rate and tasting score of the top layer paddy reduced gradually with the increase of storage time, compared experimental warehouse with control warehouse, which showed negatively liner correlated with storage time; while the fatty acid value increased gradually and positively liner correlated with storage time; amylose and storage time showed the trend of ascended at first and then declined. The change ranges of quality targets in the test warehouse were obviously less than those in the control warehouse during the storage period. When stored for nineteenth months, the quality of the grain in the test warehouse was better than that in the control warehouse; The upper grain temperature was kept below 20℃ without pest, and moisture content loss in the grain was decreased and deterioration of grain quality was delayed. The safe storage of paddy at quasi low temperature was realized, which have obviously economical and social benefits.

Key words: paddy; temperature control by air conditioner; quality; warehouse

稻谷是我国第一大粮食作物,也是我国主要的储备粮。由于稻谷不耐高温的特性,低温储粮技术是目前我国粮库采取的主要储粮措施。北方地区的

长时间低温气候为稻谷的低温(或准低温)储藏提供了天然条件。但是,在稻谷储藏过程中,特别是过夏期间,仍然存在仓温高,粮堆上层粮食易发热、安全保管难度较大等问题,进而使稻谷容易陈化、造成稻谷干物质和水分的明显减量,品质劣变,同时,夏季持续的高温高湿易产生黄粒米,直接影响企业的

收稿日期:2017-02-06

作者简介:高树成,1963年出生,男,教授研究员级高级工程师。

通讯作者:赵旭,1981年出生,男,高级工程师。

经济效益^[1-3]。

采用空调控温储粮是一项能够确保粮食安全储藏和有效保鲜的绿色储粮技术。该技术在延缓品质劣变的同时,储粮水分等物质损失也得到了有效控制。近年来,国内已有关于空调控温储粮的研究报道。姜元启等^[4]开展了膜下空调控温储粮实验,结果表明,在高温季节可将粮堆表层粮温控制在 22℃ 以下,全仓平均粮温控制在 16℃ 以下,能够长期保持储粮的低温环境。张来林等^[5]对不同空调温度设定下的仓温、表层粮温变化和能耗数据进行综合分析,认为空调控温宜采用连续运行方式。宋锋等^[6]研究认为,通过结合通风降温、粮堆压盖密闭、空调制冷控温等措施,可以实现优质稻谷在高大平房仓的安全储藏。以往的研究多数针对空调控温储粮技术的实仓应用方面,而关于空调控温储粮对粮堆上层粮食(稻谷)的品质变化影响研究较少。

本实验通过研究空调控温技术对平房仓粮堆上层稻谷品质的影响,探讨粮堆上层稻谷品质的变化规律,为优化北方地区空调控温储粮工艺提供参考,同时为北方地区粮库准低温科学储粮和科学轮换提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验仓房

选择辽宁盘锦市粮库 1 号仓为空调控温储粮实验仓,11 号仓为常规储粮对照仓,均为 1988 年建设的平房仓,仓房长 40.0 m、宽 14.6 m,装粮高度 5.4 m,单仓容量 1 900 t,仓底布设了 2 机 8 道地上笼通风系统,供试仓房均配备了 GA1500 型数字式粮情检测系统,可实现机械通风、粮温监测等储粮功能。实验仓两侧等距离对称安装空调各 2 台。

1.2 实验粮食

实验仓与对照仓用粮均为 2014 年收获并入库的盘锦地区地产稻谷,储藏周期:2014 年 12 月~2016 年 07 月,共 19 个月。2014 年 12 月入仓后全仓稻谷质量和品质检测结果如表 1 所示。

表 1 实验仓和对照仓稻谷基本情况

仓号	等级	数量/t	生产年度	水分/%	杂质/%	脂肪酸值/(mgKOH/100 g)	色泽气味	发芽率/%	入库时间/(年·月)
1#	二等	1 900	2014	15.1	1.5	11.4	正常	96	2014.12
11#	二等	1 900	2014	15.3	1.5	11.4	正常	96	2014.12

1.3 实验设备

1.3.1 空调机

KFR-32GW/(32556) FND_e-3 型空调机(1.5 P,制冷输入功率为 890 W,制冷输入电流为 4.0 A):格力电器股份有限公司。

1.3.2 检测仪器

101-2A 电热鼓风干燥箱:上海沪粤明科学仪器有限公司;SHA-C 水浴恒温振荡器:江苏佳美仪器有限公司;JXFM110 锤式旋风磨:上海嘉定粮油仪器有限公司;DHP-9272 电热恒温培养箱:上海申贤恒温设备厂;FA2104 电子天平:上海恒平科学仪器有限公司。

1.3.3 试剂

无水乙醇、0.01 mol/L 氢氧化钾—95% 乙醇溶液、酚酞等,试剂均为分析纯。

1.4 实验方法

1.4.1 空调控温

在每年 6 月中旬以后,待实验仓内温度升高到 20℃ 后,开启空调制冷,温度设定 18℃,控制仓温和上层粮温(指距粮面 1.0 m 以内,下同)的升高;对照仓进行自然通风降低仓温。在 9 月下旬,当气温降到 20℃ 以下后,关闭空调。

1.4.2 扦样方法

按照分区分层扦样的原则,参照梅花状布点方式布设扦样点,粮堆边缘的点设在距仓墙约 1.0 m 处,见图 1;扦样层数设 3 层,深度分别为粮面、粮面以下 0.5 m 处、粮面以下 1.0 m 处,见图 2。储藏期内每个月定点、分层扦取稻谷样品,混合后测定稻谷水分和品质指标,作图进行数据分析。

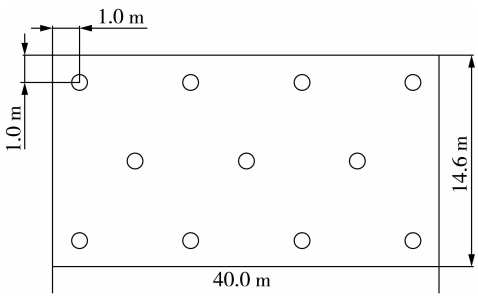


图 1 仓房扦样布点平面图

1.4.3 水分

按 GB5497—1985 方法测定。

1.4.4 脂肪酸值

按 GB/T 5510—2011 方法测定。

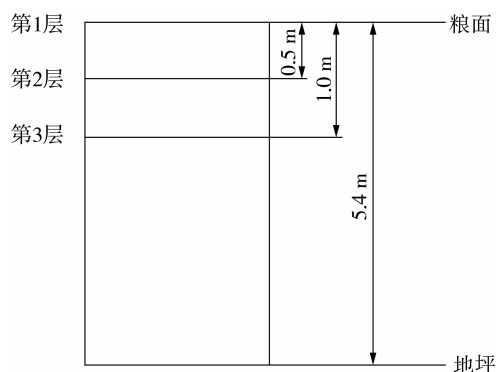


图2 稻谷分层取样示意图

1.4.5 发芽率

按 GB/T 5520—2008 方法测定。

1.4.6 品尝评分值

参照 GB/T 15682—2008 方法测定。

1.4.7 直链淀粉

按 GB/T 15683—2008 碘比色法(干基)测定。

2 结果与分析

2.1 温度变化情况

储藏期间,由于空调只在每年的过夏期间开启(见 1.4.1),因此,针对过夏期间,将供试仓房的外温、仓温、上层粮温情况进行了连续跟踪监测,见图 3。从图 3 可以看出,1 号实验仓仓温和上层粮温的变化幅度均不大,而 11 号对照仓由于受外界气温影响,仓温在实验期间的波动较大,上层粮温变化幅度也相对较大。在 7~9 月份储藏期间,1 号仓最高仓温 21.0℃,最低 14.0℃,平均仓温 18.3℃,而 11 号仓温最高 30.0℃,最低 14.0℃,平均仓温 23.2℃,2 个仓平均仓温相差 4.9℃,表明利用空调控制仓温效果明显。同时实验发现,1 号仓在 7~9 月份储藏期间的上层粮温始终保持在 20.0℃以内,上层

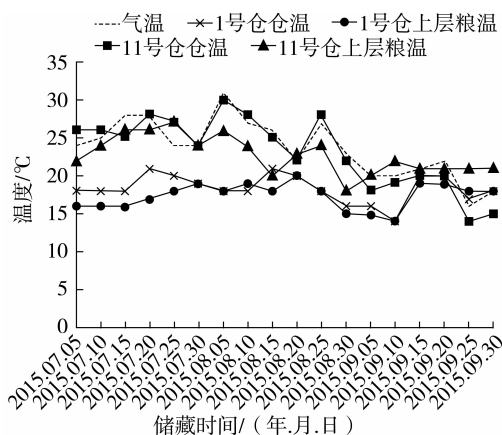


图3 实验仓和对照仓的温度变化情况

粮温最高 20.0℃,最低 14.0℃,平均粮温 17.4℃; 11 号仓上层粮温最高 26.0℃,最低 18.0℃,平均粮温 22.8℃,1 号仓的平均上层粮温明显低于 11 号仓,这说明空调和外界气温分别对仓温形成有效影响,并通过仓温对上层粮温起作用,同时也表明空调控温对上层粮温的升高有抑制作用,验证了该技术在仓储工作实践中的有效性。

2.2 水分变化情况

实验仓和对照仓粮堆上层稻谷水分变化情况见图 4。从图 4 可知,随着储存时间的延长,1 号仓和 11 号仓粮堆上层稻谷水分均呈下降趋势,呈线性负相关,1 号仓相关系数为 -0.981,11 号仓相关系数为 -0.963。相比 11 号仓,1 号仓稻谷水分减量幅度较小,储藏至第 19 个月时,1 号仓粮堆上层稻谷水分从 15.1%下降到 14.2%,水分下降了 0.9 个百分点;11 号仓稻谷水分从 15.3%下降到 13.7%,水分下降了 1.6 个百分点;1 号仓比 11 号仓水分少下降了 0.7 个百分点。因此,对比常规储藏,采用空调控温储藏,在一定程度上,可以减少储粮稻谷的水分损失,对保持稻谷品质和提高储粮企业经济效益都有很大意义。

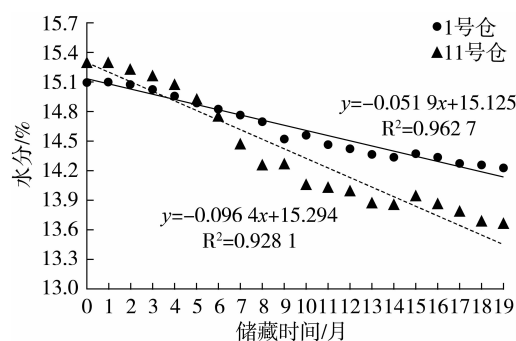


图4 粮堆上层稻谷水分变化情况

2.3 品质变化情况

2.3.1 脂肪酸值的变化

实验仓和对照仓粮堆上层稻谷脂肪酸值变化情况见图 5。从图 5 可以看出,2 个仓的脂肪酸值变化趋势基本一致,均随着储藏时间的延长,粮堆上层稻谷的脂肪酸值呈上升趋势,1 号仓相关系数为 0.982,11 号仓相关系数为 0.971,这显示脂肪酸值与储藏时间之间有高度的线性相关性。储藏至第 19 个月时,1 号仓稻谷脂肪酸值从 11.4 mgKOH/100 g 升高到 15.4 mgKOH/100 g,仅升高 4.0 mgKOH/100 g;而 11 号仓稻谷脂肪酸值从 11.4

mgKOH/100 g 升高至 21.1 mgKOH/100 g, 升高了 9.7 mgKOH/100 g, 采用空调控温技术的 1 号实验仓稻谷脂肪酸值明显低于采用常规储藏技术的 11 号对照仓。从图 5 还可以看出, 11 号仓从储藏第 6 个月开始, 脂肪酸值上升幅度明显增大, 这是由于此时开始进入夏季, 仓温、粮温受外界环境影响逐步变大, 导致脂肪酸值上升幅度明显增大。相比之下, 在整个储藏期内, 1 号实验仓的脂肪酸值上升幅度明显低于 11 号对照仓, 表明采用空调控温能有效降低过夏期间仓温和上层粮温, 有效抑制了粮堆上层稻谷脂肪酸值的升高。

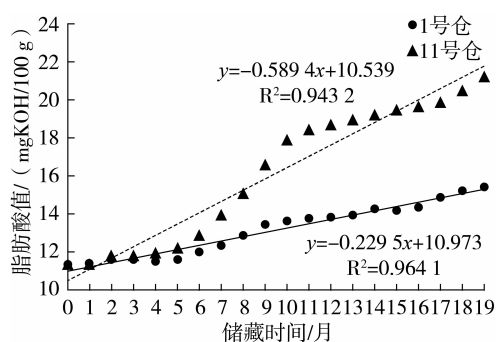


图5 粮堆上层稻谷脂肪酸值变化情况

2.3.2 发芽率的变化

实验仓和对照仓粮堆上层稻谷发芽率变化情况见图 6。发芽率是鉴定种子生命力和新鲜程度的重要指标, 可用于评定粮食在储藏过程中的品质变化及其新鲜程度^[7]。从图 6 可以看出, 随着储藏时间的延长, 2 个仓粮堆上层稻谷的发芽率均有所下降, 发芽率与储藏时间呈线性负相关, 1 号仓相关系数为 0.890, 11 号仓相关系数为 0.929, 储藏至第 19 个月时, 1 号仓粮堆上层稻谷发芽率从 96% 下降到 92%, 降幅为 4%, 11 号仓从 96% 下降到 85%, 降幅为 11%, 1 号仓下降幅度明显小于 11 号仓; 同时发现, 在储藏第 6 个月, 11 号仓发芽率下降幅度开始明显增大, 与当时正进入夏季高温期, 导致仓温和上层粮温受影响而升高有关, 1 号仓发芽率在此期间内的变化幅度要明显小于 11 号仓, 说明空调控温效果明显, 有效抑制了上层粮温的升高, 进而延缓了稻谷的陈化速度。之后, 从储藏第 10 个月开始, 随着外界气温逐渐降低, 两仓粮堆上层稻谷的发芽率下降速度逐渐趋缓。储藏 19 个月后, 虽然两仓的发芽率都大于 75%, 种子活力良好, 但从结果上看, 采用空调控温储藏的 1 号仓稻谷种子活力(或新鲜程

度)要好于采用常规储藏的 11 号仓。

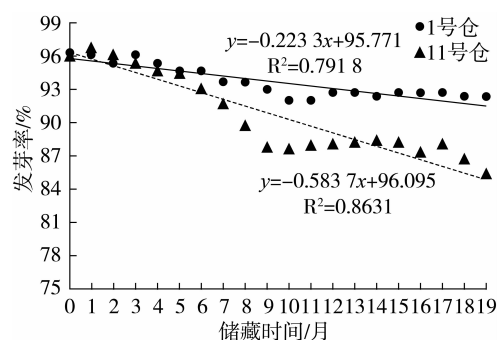


图6 粮堆上层稻谷发芽率变化情况

2.3.3 品尝评分值的变化

实验仓和对照仓粮堆上层稻谷品尝评分值变化情况见图 7。

评价大米食用品质, 米饭品尝评分是一个很直观的指标, 可以较为真实直接反映粮食的品质状况^[8]。从图 7 可以看出, 随着储存时间的延长, 1 号仓和 11 号仓粮堆上层稻谷品质由于发生一系列生理生化反应, 导致品尝评分值均相应降低, 2 个仓粮堆上层稻谷品尝评分值变化趋势基本一致, 均呈下降趋势。品尝评分值的变化与储藏时间呈线性负相关, 1 号仓相关系数 0.945, 11 号仓相关系数 0.969。在整个储藏期间, 1 号仓粮堆上层稻谷品尝评分值的变化幅度明显小于 11 号仓, 在储藏 19 个月后, 1 号仓的品尝评分值从 82 分下降到 77 分, 11 号仓从 82 分下降到 71 分, 从数据上可以判断, 1 号仓的稻谷品质状况好于 11 号仓。

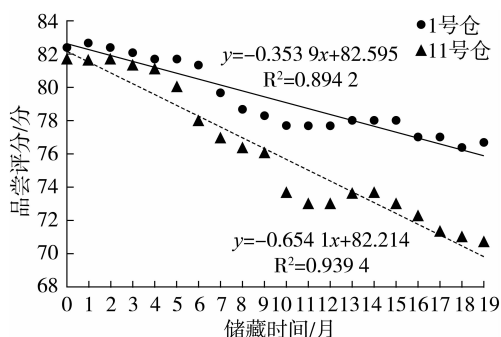


图7 粮堆上层稻谷品尝评分值变化情况

2.3.4 直链淀粉的变化

实验仓和对照仓粮堆上层稻谷直链淀粉变化情况见图 8。

储藏过程中直链淀粉含量变化对稻谷的品质评价具有一定的指导意义。稻谷的直链淀粉含量较易受环境的影响, 与大米口感有较大的相关性。

Bridgers 的研究显示直链淀粉的含量在稻谷陈化过程中有所增加,但增加的量很小^[9]。从图 8 可以看出,储藏时间与直链淀粉含量变化呈多项式关系,1 号仓相关系数 0.948,11 号仓相关系数 0.912。在储藏前期,1 号仓和 11 号仓稻谷的直链淀粉含量随着储藏时间的延长均有一定的上升趋势,从储藏第 6 个月开始增加较快,之后有所回落,可能是游离脂肪酸与直链淀粉结合改变了淀粉的性质,也可能是直链淀粉分子聚合使其发生变化所致^[10]。但总体来看,1 号仓稻谷直链淀粉含量的变化幅度相比 11 号仓较小,较为稳定。

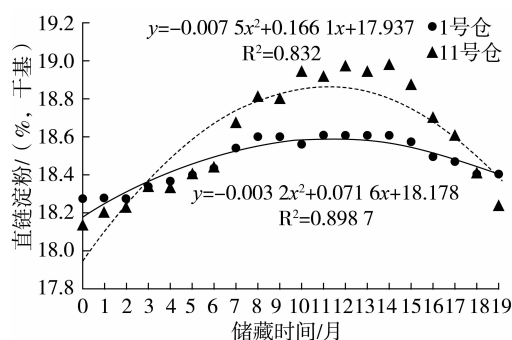


图 8 粮堆上层稻谷直链淀粉变化情况

3 结论

在实验期间,1 号实验仓的上层粮温始终保持在 20.0℃ 以内,且仓温和上层粮温均明显低于对照仓,说明利用空调能有效控制仓温及粮堆上层温度的升高,控温效果明显,能够达到准低温储粮要求。

随着储藏时间的延长,实验仓和对照仓粮堆上层稻谷的水分、发芽率、品尝评分值均逐渐降低,与储藏时间呈线性负相关,而脂肪酸值逐渐增高,与储藏时间呈线性正相关,直链淀粉与储藏时间呈多项式关系,呈现先上升后下降的趋势,但总体变化不大。这些指标可在很大程度上反映稻谷品质的陈化程度。

在整个储藏期内,对照仓的粮堆上层稻谷各品质指标比实验仓的变化幅度大,尤其在夏季高温条

件下,各指标的变化速度均较快,而在低温条件下,变化则比较缓慢。储藏期内,实验仓与对照仓的稻谷各品质指标变化差异显著,储藏至第 19 个月时,1 号仓粮堆上层稻谷的脂肪酸值比 11 号仓低 5.7 mgKOH/100 g,发芽率和品尝评分值分别比 11 号仓高 7% 和 6 分,实验仓稻谷的品质好于对照仓。这表明利用空调控温储粮技术能够有效延缓储藏期内稻谷的品质劣变速度。

从实验结果看,应用空调控温储粮技术,储藏后的粮堆上层稻谷水分较常规储藏少下降 0.7%,稻谷品质及口感优于常规储藏,进而带动销售价格的增加。且在仓储期内无害虫现象发生,减轻保管人员劳动强度、降低熏蒸化学药剂污染等效果明显,具有良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 高树成,刘长生,陈百会,等. 北方地区夏季空调控温储藏稻谷实验报告[J]. 粮食加工,2016,41(5):57-59.
- [2] 许明珍,金剑,褚金林,等. 房式仓空调控温情况介绍[J]. 粮食加工,2012,37(1):71-73.
- [3] 陈素君,赵国武,陈刚. 空调控温技术在偏高水分稻谷储藏中的应用[J]. 粮油食品科技,2014,22(4):114-116.
- [4] 姜元启,徐硕,于开敬. 膜下空调控温储粮实验[J]. 粮食储藏,2007(1):26-28.
- [5] 张来林,高杏生,褚金林,等. 高大平房仓空调控温技术合理使用方式探索[J]. 粮食加工,2015,40(1):76-77.
- [6] 宋锋,王雅琳,莫魏林,等. 高大平房仓储粮控温技术应用[J]. 粮食与饲料工业,2016(9):17-21.
- [7] 陈晨,胡晓菁. 稻米储藏期间的品质变化与储藏方法[J]. 粮食与油脂,2015,28(7):14-16.
- [8] 马永强,韩春然,刘静波. 食品感官检验[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [9] Bridgers E N, Chinn M S, Truong V D. Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweetpotatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars[J]. Industrial Crops and Products,2010,32(3):613-620.
- [10] 李娟,李忠海,付湘晋,等. 不同品种稻谷储藏期间品质变化的研究[J]. 食品与机械,2012,28(1):197-199.