

# 甘薯智能贮藏系统的设计与实现

洪歌<sup>1</sup> 徐践<sup>1,2\*</sup> 韩宝平<sup>1</sup> 张娜<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>北京农学院,北京 102206; <sup>2</sup>北京市农村远程信息服务工程技术研究中心)

**摘要** 本文从硬件系统和软件系统2个方面对甘薯智能贮藏系统进行了详细介绍,并通过试验测试了智能贮藏库对甘薯的贮藏效果。结果表明,在冷库中贮藏4个月的甘薯依然保存良好,且冷库贮藏温度稳定在12℃,湿度稳定在80%~85%之间。

**关键词** 甘薯;智能贮藏系统;温湿度传感器;通风系统

**中图分类号** S531;S126 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)09-0256-02

当前农业供给侧改革的深入和人们对健康食品需求的增加,甘薯的种植面积和产量也在逐年增加。成熟收获后的甘薯除了少量鲜食之外,大部分需要贮藏,甘薯贮藏是其产业增效的重要手段之一,经济效益会随着甘薯贮藏时间的延长而大幅增加<sup>[1-3]</sup>。在甘薯贮藏期间一旦发生烂窖现象,就会给薯农造成重大的损失<sup>[4]</sup>。随着我国经济生产规模的不断扩大,自动化和智能化生产越来越普遍,智能化控制系统越来越受到研究者的高度重视。甘薯智能贮藏系统的建设能够通过温湿度传感器等设备实时监控甘薯贮藏过程中的温度、湿度及二氧化碳浓度的变化情况,及时调控通风设备来改变贮藏库内各类影响因素,以实现甘薯进行更加有效的贮藏<sup>[5-8]</sup>。在对甘薯贮藏库进行智能化建设的过程中,不仅解决了甘薯贮藏时间不长、容易引发各类病害的问题,同时也在一定程度上提高了甘薯种植户的知识素养。农户通过接触智能化装置,对互联网产品进行操作,实现了与科技时代的接轨。因此,甘薯贮藏库的智能化建设意义重大。本研究有助于实现甘薯贮藏库管理的智能化,使农民能够通过互联网及时管理薯库,实时控制薯库内部的排风系统,从而对甘薯贮藏进行降温除湿,不再需要通过管理人员进入甘薯贮藏库进行管理。

## 1 甘薯智能贮藏系统总体设计

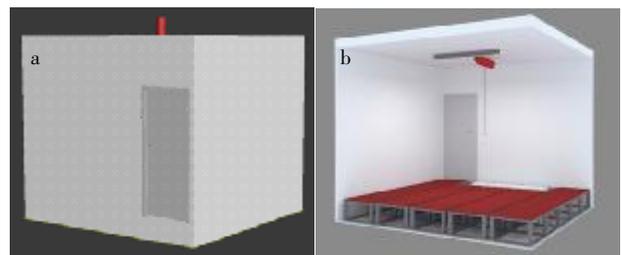
甘薯智能贮藏系统分为软件系统和硬件系统2个部分。软件系统为甘薯贮藏环境监控平台,通过该平台用户可以实时查看甘薯贮藏库内部的温湿度及二氧化碳浓度数据,也可浏览各类数据的历史记录,用户也可在监控平台对贮藏系统的硬件部分进行操控。硬件部分由保温库体、通风换气系统及温湿度传感器和二氧化碳传感器等组成,采集到的数据通过3G通讯模块进行传输,各类传感器能够及时有效地向用户反应甘薯在贮藏过程中所处的环境情况,之后可利用通风系统调节甘薯贮藏过程中的温湿度及二氧化碳浓度,从而使甘薯达到良好的贮藏效果。

## 2 甘薯智能贮藏系统硬件设计与实现

### 2.1 智能贮藏库保温库体

**2.1.1 结构。**主体结构是一个3 150 mm×3 050 mm×2 800 mm(长×宽×高)的彩钢房,如图1(a)所示。地面结构由0.5 mm×0.5 mm×0.2 mm镀锌方钢焊接成,平面由竹胶板铺平,组建

成地面由下至上通风系统,如图1(b)所示。



注:a为保温库体框架;b为贮藏库内部构造。

图1 智能贮藏库保温库体

**2.1.2 工作原理。**外墙内围合形成储物空间,储物空间下侧设置有地板,地板上铺设储物支架,地板上留有贯穿板面的地板通风孔,下方设置通风管道。通风管道上开设有抽风口,内置有风机,储物空间顶部有循环管路出风口,通风管道与循环管路出风口之间设置有循环管路。该方案中通过风机对储物空间内的气流进行自上而下的循环,气流在堆放的农产品之间的缝隙中流动,带走农产品中心处的热量,并依次通过抽风口、通风管道、循环管路和循环管路出风口,最后循环到储物空间顶部。该库体通过以上气流循环使农产品表面及内部温度维持在一定的范围内。

### 2.2 通风换气系统

本研究采用双流向新风换气系统,确保库内氧含量,保证有害气体浓度在警戒范围以内,同时能够排除霉菌等有害病菌。每个薯库都设置有1个进风口和1个出风口,出风管道内风机为CDR2E-315型号的外转子轴流风机。通过通风管路的进风、排风来控制冷空气流动来达到制冷和通风换气效果,形成冷空气在薯窖的内循环,从而达到薯堆内部的降温、除湿效果。

### 2.3 温湿度传感器及二氧化碳传感器

本研究所选用的温湿度传感器为SHT11温湿度传感器,本传感器采用CMOSens™技术以确保产品具有极高的可靠性和长期稳定性。传感器包括1个电容性聚合体湿度敏感元件和1个用能隙材料制成的温度敏感元件,这2个敏感元件与1个14位的A/D转换器以及1个串行接口电路设计在同一个芯片上面。每个传感器芯片都在极精确的恒温室中进行标定,以镜面冷凝式露点为参照。通过标定得到的校准系数以程序形式储存在芯片本身的OTP内存中。通过两线制的串行接口与内部的电压调整,使外围系统集成变得快速而简单。此类传感器具有响应快、抗干扰能力强、体

**基金项目** 粮经作物产业技术体系北京市创新团队(BAIC09-2018)。  
**作者简介** 洪歌(1993-),男,河北唐山人,在读硕士研究生。研究方向:农业信息化。  
\*通信作者  
**收稿日期** 2018-12-26

积小、功耗低等优点。本研究所选用的二氧化碳传感器为美国 Telaire CO<sub>2</sub> 传感器,该类传感器具有成本低、体积小、功耗低等优点。

### 2.4 制冷设备

本研究中贮藏库采用空调整冷,当将空调温度设定到最低温度 16 ℃时,空调口温度一般在 10 ℃左右,利用出风管道内的风机将高处的冷空气吸进管道,使冷空气在薯堆内部流动,并最终通过通风系统的出风口排出。

### 3 甘薯智能贮藏系统软件设计与实现

甘薯贮藏环境监控平台是甘薯智能贮藏系统的配套软件平台,甘薯智能贮藏库实时观察冷库内传感器采集的各项数据指标实现精准适宜的甘薯贮藏,同时通过控制冷库内风机的运行实现温湿度上下层的均衡。而上传到服务器的数据以及需要远程控制风机状态的操作都需要通过甘薯贮藏环境监控平台来远程实现。甘薯贮藏环境监控平台的主要功能是在用户登录后可查看基地冷库贮藏甘薯的基本信息以及冷库内的各种环境参数,同时可查看和远程控制冷库风机运行状态,功能模块如图 2 所示。

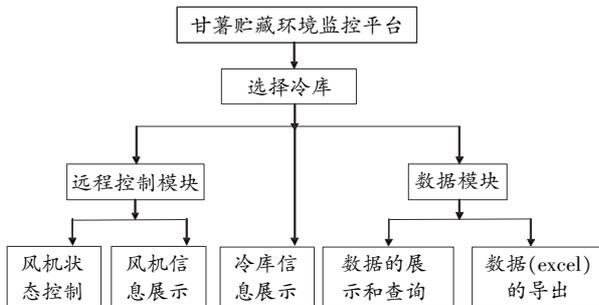


图 2 甘薯贮藏环境监控平台功能模块

软件平台主界面如图 3 所示。主界面显示的是当前冷库的基本信息,包括冷库面积、贮藏品种、入库时间、贮藏量、进出风口的风机状态,同时还显示了冷库当前时间的环境参数,包括甘薯中心的温湿度、冷库内空气的温湿度和二氧化碳浓度以及当前时间。如果用户有控制权限,页面会显示风机的运行状态和操作部分。



图 3 软件平台总界面

数据展示界面如图 4 所示。用户可以通过点击右上角时间选择框选择要查看的时间区间,点击搜索数据即可将冷库的给定条件范围的数据检索出来并分页展示在下方的数据展示区。具体展示的数据参数包括时间戳、空气温度、空气湿度、甘薯中心温度、甘薯中心湿度、环境中的二氧化碳浓度等。



图 4 数据展示界面

### 4 甘薯贮藏试验

通过试验测试智能贮藏库对甘薯的贮藏效果,采用制冷空调作为制冷装置,将制冷温度设定在 16 ℃,持续给环境降温。在冷库内放置 24 箱甘薯作为测试目标,每 12 箱作为 1 组,其他放置甘薯箱的地面空间使用农膜覆盖阻挡空气流动,开启风机在底部抽风,迫使空调吹出的冷风流经甘薯后再被吸到底部地板之下,加速空气流动,为甘薯整体降温。在冷库外、冷库内、甘薯箱内部以及循环管路出风口放置温度计,测量温度、记录数据;冷库内还设置湿度测量仪器,测量冷库内湿度。记录室外温度、室内温度、甘薯内部温度、循环管路出风口温度、室内湿度,数据每 30 min 采集 1 次,从 8:00 至 20:00,连续测量 1 周。室内温度测量可以及时了解室内温度情况,及时与甘薯内部做出对比,了解当前冷库的制冷情况。循环管路出风口温度的测量可以和室内温度做出对比,验证是否可以通过风机的运转造成室内冷气的流动,带出甘薯中产生的热量。

经过试验发现,在空调温度恒定设置为 16 ℃的情况下,冷库的储物空间温度基本保持在 14 ℃左右;房间温度随着外部温度有所波动,最高不超过 15 ℃,房间温度的波动并没有对甘薯内部温度造成很大的影响,因为甘薯内部升温慢降温也慢,甘薯温度总体可控;循环管路出风口温度始终要比室内温度高 2 ℃左右,说明气流将甘薯内部热量带出。由于大气压强原因,空调所吹出的冷风通过缝隙被补充到甘薯周围,形成空气流动为甘薯降温,有效降低了甘薯表面及内部的温度。

以上一个试验作为基础,第 2 次将 2 500 kg 新鲜甘薯置于该冷库中,观察其贮藏过程中的温湿度变化,以贮藏甘薯 1 周的试验数据为例,冷库甘薯贮藏温湿度变化情况如表 1 所示。

表 1 冷库甘薯贮藏温湿度变化

时间	空气温度/℃	空气湿度/%	甘薯中心温度/℃	甘薯中心湿度/%	二氧化碳浓度/m <sup>3</sup> ·L <sup>-1</sup>
2018-10-25	14.5	87.2	14.8	81.0	996.7
2018-10-26	14.6	92.2	14.7	89.8	1 009.3
2018-10-27	14.9	75.1	14.7	75.8	1 008.6
2018-10-28	14.9	79.0	14.7	79.3	1 008.0
2018-10-29	14.8	79.6	14.7	79.7	1 008.6
2018-10-30	14.6	76.7	14.5	76.8	1 008.6
2018-10-31	14.6	77.1	14.5	77.2	1 006.7

由表 1 可知,智能冷库的空气温度和甘薯中心温度基本维持在 14.5 ℃左右,2018 年 10 月 25 日及 2018 年 10 月 (下转第 259 页)

一系列举措,将涉及到的农户流转土地全部集中连片形成规模<sup>[9]</sup>。

**2.2.3 行政引导与市场行情相结合。**为保障此次土地集中流转的广大农户能够获得高于当地农户自行流转土地的租金收益,在当地每年 6 000 元/hm<sup>2</sup> 左右流转租金的基础上,经过多次测算,峨桥镇土地流转服务中心与芜湖响水涧农业生态休闲有限公司签订了每年 7 800 元/hm<sup>2</sup> 的流转基础租金,分为 6 个 5 年支付租金,每 5 年在前 1 个租金基数上上调 10% 进行调整流转租金,保障流转土地农户的收益逐年递增。

**2.2.4 宣传承诺与合同规范相结合。**由于此次签订的流转合同是 30 年,广大农户顾虑重重,最大的担忧就是如果将来土地被国家征用后,征地补偿金不能 100% 归承包农户所有,部分会被克扣归现在经营的芜湖响水涧农业生态休闲有限公司所有。为此,村委会将《农村土地承包经营权流转管理办法》制作成小册子发放到户,告知土地流转的只是经营权,原承包权不变,国家征地补偿金是对村集体经济组织成员进行补偿安置的,不存在给村集体经济组织成员以外的单位和个人,村委会给予承诺,流转期间内如遇到承包地被征用,征地补偿费一定按国家政策兑现到承包户,并将承诺写进流转合同,消除了群众的顾虑。

### 3 存在的问题

#### 3.1 扩大经营规模难

近年来,随着三山区工业化、城镇化进程的加快,大量的征地拆迁以及棚户区改造,土地渐显稀缺,可用于农户流转的土地越来越少,导致经营主体扩大经营规模难度较大<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 土地集中难

土地流转取得的土地,是农田基础设施条件较差的田地,零零碎碎不集中。

#### 3.3 流转租金上涨快

由于受物价水平上涨以及种植葡萄、花卉等高收益农业经济作物的影响,土地流转租金逐年上升,这给经营主体增加了生产成本,形成了压力,特别是对以种植粮棉油基础农产品生产为主的经营主体造成的压力更大;同时,也由此带来了一系列土地流转纠纷,严重影响了经营主体的生产

(上接第 257 页)

26 日空气湿度以及甘薯中心点湿度偏高,开启通风系统,从后 5 d 的平均数据可以看出温度正常,湿度明显降低,由此可以说明甘薯智能贮藏冷库通风系统能够达到除湿效果。目前经过 4 个月的甘薯贮藏试验发现,所贮藏的甘薯依然保存良好,贮藏温度已经稳定在 12 ℃,湿度稳定在 80%~85% 之间。

### 5 结语

目前该智能贮藏库试验在稳步有序地进行,想要找到相对于甘薯贮藏最好的控制温湿度条件的方法,就需要采集和整理到更多试验数据,建立一套完整的试验模型,其中包括温湿度之间存在的关系变量、温湿度之间的整体变化趋势及规律,确定通风系统及加湿设备如何更加协调地工作,以便维持甘薯贮藏过程中的温湿度。通过对智能冷库的

积极性。

### 4 对策

#### 4.1 明确发展目标

提高新形势下对农村集体土地所有权、承包权、经营权分置,发展适度规模经营重要性的认识;要将土地流转作为新型农业经营主体实行规模经营、发展农业现代化的有效举措。各级要进一步加强组织领导,加大财政支持力度,明确发展目标和任务,促进农村经济快速健康发展,增加农民收入<sup>[9]</sup>。

#### 4.2 把握发展原则

开展农村土地经营权流转,双方必须遵循平等协商、依法、自愿、有偿的原则,必须在《农村土地承包经营权流转管理办法》框架内进行;要坚持发展主导产业的原则,坚持农业发展规划;要坚持适度规模经营的原则,提高农业的生产效率。

#### 4.3 推进土地流转

镇街农村经营管理部门要加强农村土地承包合同管理,指导广大农户开展土地流转工作,要搭建平台,为双方提供土地流转政策咨询、业务指导、供需登记、合同签订与备案、矛盾调处等服务;逐步建立土地流转双方市场价格导向机制、风险利益共享机制和矛盾纠纷调处机制,促进经营主体和农户流转关系的稳定和土地集中形成规模;各级财政应增加对新型农业经营主体的扶持,提高农业保险理赔力度;进一步完善农村社会保障制度,提高农民社会保障待遇,解决他们的后顾之忧,积极推进农村土地流转的有序进行。

### 5 参考文献

- [1] 黄静.“三权分置”下农村土地承包经营权流转规范问题研究[J].河南财经政法大学学报,2015(4):67-75.
- [2] 李哲.“三权分置”下的农村土地经营权研究[J].兰州学刊,2017(8):124-131.
- [3] 聚文惠.坚持三项原则 做好土地流转[EB/OL].(2018-09-01)[2018-10-08].<https://wenku.baidu.com/view/da6dba2bf4335a8102d276a20029bd64783e62de.html>.
- [4] 陈托文.浅谈农村土地流转应当坚持的几个原则[J].农村合作经济经营管理,2002(3):17-18.
- [5] 刘忠惠.浅析农村土地流转与现代农业发展的关系[J].中共贵州省委党校学报,2009(3):36-38.

进一步完善,将试验成果更好地应用到各地的甘薯贮藏工作中。

### 6 参考文献

- [1] 张有林,张润光,王鑫腾.甘薯采后生理、主要病害及贮藏技术研究[J].中国农业科学,2014(3):553-563.
- [2] 王炜,黄开红,刘春泉,等.不同贮藏温度对甘薯商品性的影响[J].江苏农业科学,2012(3):233-235.
- [3] 刘爽.甘薯的安全贮藏技术[J].吉林蔬菜,2009(6):69.
- [4] 王海山,肖佩刚.甘薯的科学收获和安全贮藏[J].现代农村科技,2009(23):47.
- [5] 朱红,李洪民,张爱君,等.贮藏温度对甘薯呼吸强度的影响[J].江苏农业科学,2009(4):299-300.
- [6] 林婕,邱万伟,萧国庆,等.温度对甘薯贮藏品质的影响研究[J].食品工业,2016(3):64-67.
- [7] 史光辉,胡志和,吴子健,等.贮藏温度对 3 种甘薯品质的影响[J].核农学报,2015(3):493-498.
- [8] 杨虎清,赵晓飞,黄程前,等.不同处理方式对甘薯冷害和抗氧化代谢影响分析[J].核农学报,2014(8):1407-1412.