

# 物联网技术在食用菌工厂化生产中应用效果研究

范郁尔<sup>1</sup>, 许文玲<sup>2</sup> (1. 连云港市农业信息中心, 江苏连云港 222000; 2. 连云港国盛生物科技有限公司, 江苏连云港 222000)

**摘要** 为获得食用菌生长所需最佳环境, 提高菌菇品质, 分析了以物联网技术为基础的食用菌生产测控系统在食用菌工厂化生产中的应用效果。通过与没有相应智能控制系统的菇房进行对比研究, 结果表明: 基于物联网技术的智能控制系统数据采集、传输、分析、控制性能可靠, 可根据室外气温、风向和相对湿度, 根据杏鲍菇不同的生长阶段控制菇房温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度, 较人工操作更加稳定, 提高菌菇生长标准化水平, 提高劳动生产率和资源利用率, 减少管理用工和降低能耗。

**关键词** 食用菌; 工厂化生产; 物联网; 应用研究

**中图分类号** S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)12-379-03

## Study on the Application Effect of the Internet of Things Technology in Edible Mushroom Factory Production

FAN Yu-er<sup>1</sup>, XU Wen-ling<sup>2</sup> (1. Agricultural Information Center in Lianyungang, Lianyungang, Jiangsu 222000; 2. Lianyungang Guosheng Biological Technology Co. LTD., Lianyungang, Jiangsu 222000)

**Abstract** In order to obtain the best environment for edible fungi growing and improve the quality of mushroom, the production measurement and control system of edible fungus on the basis of Internet of things technology was analyzed. The comparative study shows that the data acquisition, transmission, analysis, control performance of the system are reliable. It also can control room temperature, humidity, CO<sub>2</sub> concentration according to the outdoor air temperature, wind direction and relative humidity in the different growth stage of *Pleurotus eryngi*. The system is more stable than the manual operation. It can improve the level of standardization of fungus mushroom growth, improve system labor rate, utilization rate of resources, reduce the management of labor and reduce energy consumption.

**Key words** Edible fungi; Factory production; The Internet of things; Application research

食用菌工厂化生产是用工业理念发展现代农业, 是农业生物工程技术 and 工业先进生产手段相结合的产物。食用菌的工厂化生产正在我国快速发展, 因其相比传统的栽培方式具有诸多优势, 将成为未来食用菌的主流趋势<sup>[1]</sup>。食用菌生长发育需要适宜的温度、湿度、光照和 CO<sub>2</sub> 浓度等环境条件, 当环境条件不适宜生长发育要求时, 它们便发育不良、畸形、病害, 甚至引起死菇、烂菇。要获得食用菌生长所需的最佳环境, 不能单独静态考虑某一因子, 应从整体上综合地研究环境控制问题<sup>[2]</sup>。随着物联网技术的发展与应用, 为食用菌工厂化智能化生产创造了技术条件。连云港国盛生物科技有限公司应用物联网技术建设智能化控制系统, 进行工厂化生产杏鲍菇, 实现了生产环境的自动传感监测, 数据自动处理、对比、判断, 自动指令控制环境调节系统运行状态<sup>[3]</sup>。相比人工监测和控制, 菇房环境得到更加精确的调节, 更加适合杏鲍菇的生长, 显著节省了人工和生产能耗, 提高了杏鲍菇的产量和质量, 较好地解决了传统栽培方式中食用菌生长环境控制不到位、劳动生产率和资源利用率不高等问题。

## 1 系统结构与功能

**1.1 系统结构** 基于物联网的杏鲍菇工厂化生产智能化测控系统由菇房环境信息传感采集系统、生产现场视频监视系统、网络数据传输系统、农业专家系统、中央控制系统和控制执行单元集成, 如图 1 所示。

**1.2 系统功能** 该系统根据杏鲍菇不同生长阶段所需要的环境参数, 按一定频率采集菇房内温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度和室外气温、风向、相对湿度等数据, 通过网络传输系统将数据传送到中央控制系统, 中央控制系统对信息进行处理、统计

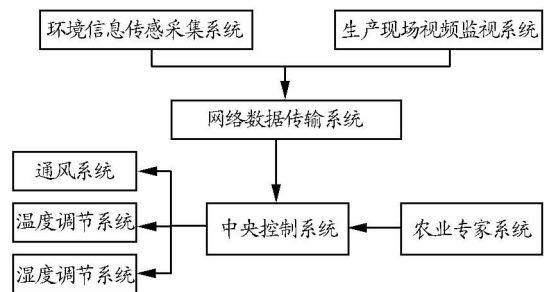


图 1 基于物联网的杏鲍菇生产智能化测控系统架构

分析并通过农业专家系统进行识别、对比、判断, 输出指令, 控制环境调节系统运行状态, 实现对菇房环境的自动调节。

## 2 系统应用效果试验

### 2.1 试验方法

**2.1.1 区域分组。** 连云港国盛生物科技有限公司拥有杏鲍菇工厂化生产用房 9 408 m<sup>2</sup>, 年产杏鲍菇 2 520 t。杏鲍菇生产智能化控制系统应用区菇房总面积 4 704 m<sup>2</sup>, 共有独立菇房 56 个, 每个菇房配备一套环境控制系统, 其中包括温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度传感器, 视频监视装置 1 个及配套线路, 作为应用区。对比区域为相同面积的菇房, 没有相应的智能控制系统, 作为对照区。

**2.1.2 试验材料。** 试验材料为同一批次的杏 102 品系杏鲍菇, 试验应用区和对照区均经历装瓶自动接种液体菌种到菌丝体生长阶段再到子实体生长阶段等过程。

**2.1.3 试验设计。** 对菇房内环境、杂菌感染率、病害发生率、育熟周期、育成率、管理用工量、生产能耗等方面进行数据统计, 分析对比得出基于物联网的杏鲍菇生产智能化测控系统应用效果<sup>[4-5]</sup>。

### 2.2 试验结果

**2.2.1 菇房内温湿度的稳定性。** 杏鲍菇是开发栽培成功的

**基金项目** 江苏省农业三新工程项目(SXGC[2013]372)。

**作者简介** 范郁尔(1975-), 男, 江苏灌云人, 高级农艺师, 从事农业信息化研究。

**收稿日期** 2015-03-17

集食用、药用、食疗于一体的珍稀食用菌新品种,很受人们喜爱,市场价值较高。但其生长发育对温湿度、CO<sub>2</sub> 浓度、光照强度均有一定的敏感性。根据已有的知识和经验,温度是决定杏鲍菇生长发育的最重要的环境因子,也是产量能否稳定的关键因素。菌丝生长的适宜温度为 25 ℃,菌蕾适宜的温度范围是 12~15 ℃。子实体适宜的温度范围为 10~21 ℃。菌丝生长阶段培养料的含水量以 60%~65% 为好,这时的相对湿度也在 60%。在出菇阶段,空气相对湿度一般保持

85%~95%。在子实体发生阶段,空气相对湿度高一些,在子实体生长阶段也可以低一些。

试验应用区环境传感器自动监测、网络传输,控制系统根据专家系统自动控制开启或关闭调节系统。对照区温湿度由人工记录、处理,人工开启或关闭调节系统。分别对 2014 年 4 月和 10 月份数据进行统计处理并绘制日平均温湿度变化图(图 2)。

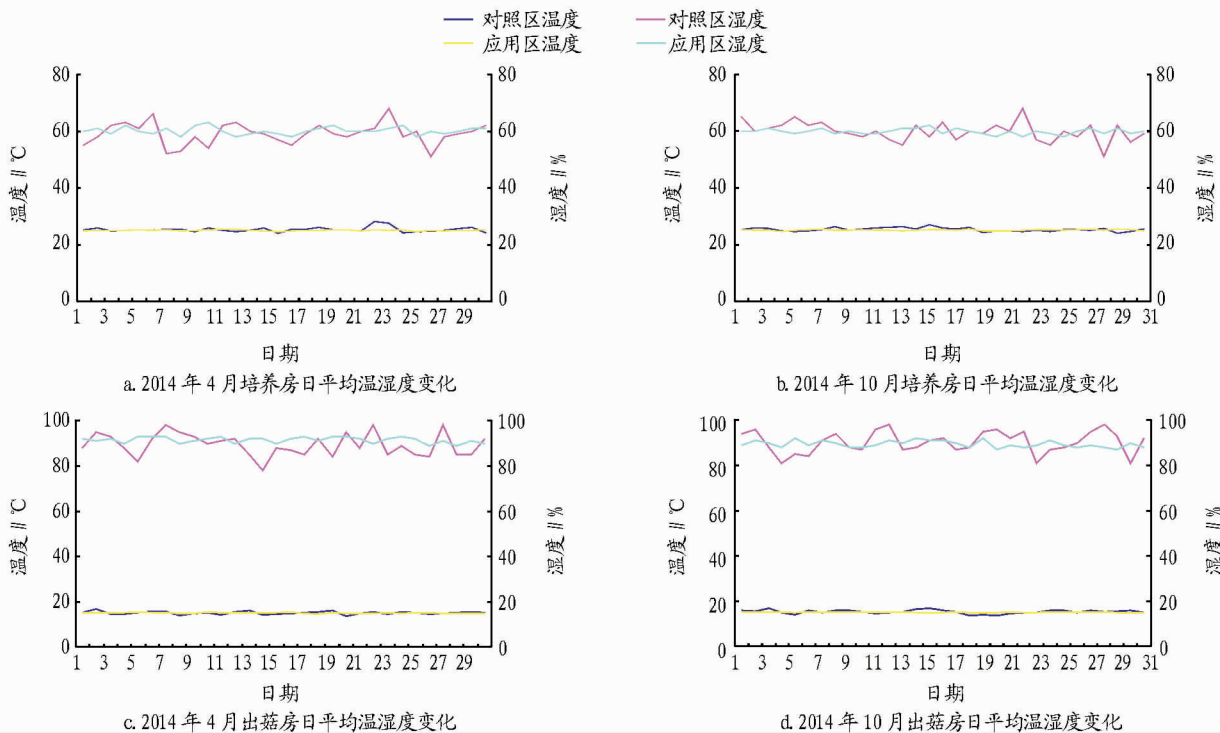


图 2 2014 年 4 月、10 月培养房、出菇房日平均温湿度变化

由图 2 可知,对照区普通设施栽培杏鲍菇温湿度变化幅度大,不稳定;应用区智能化栽培杏鲍菇温湿度变化比较稳定。温湿稳定性的提高能够为杏鲍菇生长提供更加适宜的

环境条件。

2.2.2 杏鲍菇菌丝体生长情况对比。从杏鲍菇菌丝体阶段杂菌感染率比较对照区和应用区生长情况,结果见表 1。

表 1 菌丝体阶段应用效果对比

项目	2014 年 1 月	2014 年 2 月	2014 年 3 月	2014 年 4 月	2014 年 5 月	2014 年 6 月	2014 年 7 月	2014 年 8 月	2014 年 9 月	2014 年 10 月	2014 年 11 月	2014 年 12 月
对照区污染率	0.35	0.41	0.37	0.42	0.43	0.61	0.89	0.92	0.90	0.87	0.50	0.46
应用区污染率	0.35	0.47	0.36	0.40	0.42	0.52	0.39	0.41	0.52	0.35	0.38	0.45

由表 1 可知,对照区普通设施栽培杏鲍菇杂菌感染率高,应用区杂菌感染率降低 0.176%。

2.2.3 杏鲍菇子实体生长情况对比。从杏鲍菇子实体阶段病害发生率、畸菇率、育熟周期、育成率等方面比较对照区和应用区生长情况,结果见表 2。

由表 2 可知,应用区病害发生率降低 0.02 个百分点,畸菇率降低 0.14 个百分点,育熟周期缩短 2 d,育成率提高 3.5%,提高了杏鲍菇的产量和质量。同时应用智能控制系统降低了能耗,减少了用工。

2.2.4 管理用工和能耗节省情况对比。从杏鲍菇生产全过

表 2 子实体阶段应用效果对比

项目	病害发生率//%	畸菇率//%	育熟周期//d	育成率//%
对照区	0.05	0.16	19	96.4
应用区	0.03	0.02	17	99.9

程用工管理和能耗等方面比较对照区和应用区生长情况。对照区每天用工 45 人,应用区每天用工 27 人;对照区平均每天电费 1 780 元,应用区平均每天电费 1 520 元。

试验结果表明:应用区 4 704 m<sup>2</sup> 的菇房面积用工量较对照区减少了 18 人,按照每人 100 元的日工资计算,每天可节省人工成本 1 800 元,一年节省人工成本 65.7 万元。应用区

4 704 m<sup>2</sup> 的菇房面积平均每天的电费较对照区降低了 260 元,一年节省能耗成本 9.49 万元。

### 3 结论与分析

基于物联网的智能化测控系统实现了对杏鲍菇生产环境进行高频自动监测、传输和处理,自动对比、判断、控制环境调节设备运行状态,可以有效实现生长环境条件自动精准调节,为杏鲍菇生产提供更加稳定的生长境,提高劳动生率和资源利用率,减少管理用工和降低能耗。

**3.1 环境调节精准** 连云港国盛生物科技有限公司 4 704 m<sup>2</sup> 菇房配备智能化调控设备主要有用于调节菇房环境的加热设备、制冷设备、加湿设备、通风设备、CO<sub>2</sub> 发生器、人工光源等。相比智能化测控系统,在杏鲍菇生产过程中,人工监控菇房内环境,工作人员每隔 8 h 用干湿球温度计测量、记录一次温湿度,并根据记录数据变化情况人工控制调节系统,凭借人工经验控制通风系统和光源。由于测量数据误差大,不能准备反映菇房内实时、各角落环境变化,环控设备利用不合理,环境管理粗放,是导致杂菌感染率高、病害发生率高、畸菇率高、育熟周期长、育成率低的原因。试验对比结果表明,通过物联网技术的应用可以降低杂菌感染率、病害发生率和畸菇率,提高杏鲍菇的品质。

**3.2 用工量减少** 在对照区工作人员主要工作内容为菇房环境管控,挑拣生长异常的菌瓶,并进行相关数据记录和统计,工作量较大,4 704 m<sup>2</sup> 菇房用工量为 45 人。应用区由系统实现智能控制,有效节省了人员用工,4 704 m<sup>2</sup> 菇房用工量减少为 27 人。该 4 704 m<sup>2</sup> 菇房一年节省人工成本 65.7 万元。

**3.3 节省能源消耗** 国内工厂化生产食用菌起步晚,大多

仍属于劳动密集型、高能耗产业。在人工监控下,环境调节设施运行安排不合理,设备不必要的运行时间延长,提高设备能耗。通过试验比较表明,通过物联网技术的应用可以减少电费支出,4 704 m<sup>2</sup> 菇房每天节省电费 260 元,一年节省能耗成本 9.49 万元,提高了企业的市场竞争力。

### 参考文献

- [1] 李洪亮,李瑞国,韩广钧. 浅谈中国食用菌的工厂化生产[J]. 食用菌, 2014(3): 6-8.
- [2] 徐心诚. 自制温室智能控制系统在农业生产中的应用[J]. 商丘职业技术学院学报, 2006, 5(2): 92-94.
- [3] 宋卫东,王明友,肖宏儒,等. 基于物联网技术的食用菌生产智能化测控系统[J]. 中国农机化, 2012(4): 142-144.
- [4] 刑志卿,付兴,房骏,等. 物联网技术在现代农业生产中的应用研究[J]. 农业技术与装备, 2010(8): 16-17.
- [5] 王建强. 基于嵌入式 web 的农作物远程环境监控系统设计[J]. 湖北民族学院学报:自然科学版, 2014(2): 215-217.
- [6] 费玉杰,冯莉,郭华,等. 河南省三门峡市农业物联网技术应用与推广[J]. 农业技术与装备, 2012(6): 90-92.
- [7] 陈韵,贾文庆,黄毅,等. 食用菌栽培设施分布式智能测控系统的设计与实现[J]. 湖南农业科学, 2008(3): 149-150.
- [8] 王朝川,李新胜,冯建华,等. 我国食用菌工厂化产业的发展趋势[J]. 中国果菜, 2013(3): 53-55.
- [9] 林东亮,林文忠. 食用菌工厂化栽培环境计算机智能控制系统研发[J]. 长春师范大学学报:自然科学版, 2014(6): 58-61.
- [10] 邱荣洲,林营志,陈宏,等. 基于云服务的食用菌工厂化安全生产管理与质量溯源系统开发[J]. 福建农业学报, 2014, 29(1): 94-98.
- [11] 卢嫚,张辉,卢博友,等. 食用菌生长环境控制系统研究[J]. 农机化研究, 2013, 35(5): 111-114.
- [12] 高百惠,张长利,王欢,等. 基于 ZigBee 技术的食用菌栽培环境监控系统的设计[J]. 农机化研究, 2013, 35(11): 99-102.
- [13] 彭镇,景亮,陆继远,等. 基于 OPC 技术的食用菌工厂化生产远程监控系统[J]. 现代科学仪器, 2013(3): 83-86.
- [14] 唐玉邦,李辉平,黄万喜,等. 食用菌生产环境参数自动监测系统的设计与实现[J]. 食用菌, 2012(3): 57-59.

(上接第 375 页)

**3.4.1 用户管理。** 造林管理工作出现变化,需要新增或修改、删除当前用户的,县级、市级管理员则可通过用户管理功能作出预改动,由省级管理员经用户数据审核后即可生效。与此同时,省级管理员用户可直接在本功能界面下增加删除、修改用户信息,为用户分配角色权限;需要新增或修改、删除当前用户的,则可通过用户数据审核功能提出申请。

**3.4.2 角色管理。** 系统当前分为县级普通用户、县级审核用户、市级管理员和省级管理员 4 类角色,该功能可为不同的用户帐户设置不同的角色权限。该功能主要由省级管理员和市级管理员操作。

**3.4.3 字典管理。** 该功能主要由省级管理员根据实际情况变化,对系统的行政区、树种、方位等字典进行管理。增删改字典时,需避免与已存在 ID 重复。

**3.4.4 政区管理。** 政区管理功能可对政区代码表进行管理;县级管理员添加政区需要省市级审核。具操作需与“3.3.2”政区数据审核联合使用。

**3.4.5 解锁管理。** 针对已审核数据进行解锁操作,数据解锁后,处于未审核状态,县级用户可进行修改、删除操作。

### 4 系统应用现状及前景

辽宁省造林信息管理系统经 2014 年在全省范围内推广使用,整体效果比较理想。总体上看,造林信息管理系统的应用全面提升了辽宁省造林信息化管理的水平,较大地减轻了各级各部门造林行业管理人员的工作强度,明显地提高了各级造林部门的工作效率,针对性地解决了前度造林管理过程中可能存在的造林数据不真实、造林进度上报慢、统计口径不一致等典型问题,直接为各级领导提供了全面可靠的准确信息,对有关部门指挥决策造林生产等工作产生了积极作用。该系统的开发和应用受到了各级用户的一致好评,实践表明:造林信息管理系统开发和对于辽宁省造林行业管理工作意义重大,并为相关信息化管理体系的建设提供了成功范例,应持续加大力度进行推广与应用。

### 参考文献

- [1] 宋宏光,于鸣,刘丹. 基于 WebGIS 平台的营林、造林管理信息系统[J]. 东北林业大学学报, 2009(11): 111-112.
- [2] 何国业,罗胜万,谢能坚,等. 营造林工程信息管理系统的设计与应用[J]. 广西林业科学, 2004(4): 19-22.
- [3] 刘慧林,陶金山,张道宏. 辽宁省草原资源管理系统的设计与应用[J]. 草业科学, 2014(2): 334-341.