

## 농작물 육성에 필요한 환경 자동제어 시스템

안우영<sup>1</sup> · 이현창<sup>2\*</sup>

### Automatic Control System for Cultivation Environment of Crops

Woo-young Ahn<sup>1</sup> · Hyun-chang Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of BIO Information, Daejeon Healthcare Institute of Technology, Korea

<sup>2</sup>School of Information and e-Commerce, Institute of Convergence Creativity, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

#### 요 약

농작물의 재배 목적이 생산량의 목적에서 품질향상으로 변화되어져 왔다. 실외 환경을 농작물 재배에 대해 영향을 줄이기 위해 농가들이 비닐하우스 재배 방식을 많이 사용하고 있다. 그 가운데, 버섯은 고영양이면서, 풍부한 비타민을 함유하고 있는 건강식품으로서 많은 관심을 받고 있다. 이로 인해 버섯 산업은 새로운 유망산업으로 떠오르고 있다. 이를 위해 버섯에 대한 재배방식은 단순한 수공 재배모드에서 자동화된 공장화된 재배모드로 발전해오고 있다. 이와 같이 버섯의 생산 과정에서 요구되는 생육환경제어는 버섯의 산출량 및 품질에 직접적인 영향을 미친다. 이로 인해 농가 비닐하우스 안에 온도를 수시 조정할 필요가 있다. 지금은 대부분 농가들 여전히 온도계로 온도를 측정하고 있다. 본 논문에서는 이런 문제를 해결하기 위해 자동 온도 조절 환경 구축해서 온도를 실시간으로 측정할 수 있으며 농가 생산효율 향상시키고 불필요한 노동력을 감소시킬 수 있다.

#### ABSTRACT

The purpose of the cultivated crops have been changes in the aim of improving quality production. In recent years, as people's attention on health, the demand for healthy crops such as mushrooms gradually increased. In the process of mushroom factory production, regulation of environmental factors directly affects the yield and quality of mushroom. In related to the methods of mushroom cultivation, the recent technologies apply the new technology such as sensors and IT convergence services. And then cultivating mushroom is managed effectively. Farmers use plastic greenhouse cultivation mode more and more in order to reduce the impact of outdoor environment on crop cultivation, which requires farmers to adjust the greenhouse temperature at any time. But the majority of farmers still use a thermometer to measure temperature. This paper constructs an environment that can automatically adjust the temperature, so as to measuring temperature in real time, improving the efficiency of the farm work, and reducing unnecessary labor.

**키워드** : 농작물, 환경, 자동제어, 육성

**Key word** : Crops, Environment, Automatic control, Cultivation

Received 30 October 2016, Revised 08 November 2016, Accepted 09 November 2016

\* Corresponding Author Hyun-Chang Lee(E-mail: hclglory@wku.ac.kr, Tel:+82-63-850-6260)

School of Information and e-Commerce, Institute of Convergence and Creativity, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.11.2167>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

일반적으로 사람들의 생활수준이 크게 향상되면서 사람들의 생각도 건강식품과 녹색 식품 등으로 많이 변해가고 있으며 관심도 높아지고 있는 실정이다[1]. 국제연합 식량 농업기구 (FAO)를 우두머리로 한 국제 건강 조직은 21세기에 사람들의 일상 식사 테이블에 “고기, 채소, 버섯”을 있어야 하는 새로운 건강 개념을 제안하였다[2]. 이러한 새로운 개념들은 버섯 산업에 대한 거대한 사업 기회를 초래하였으며, 국제 전문가들이 21세기에 버섯류 식품을 식물 식품, 동물식품처럼 필수적인 식품이 된다는 것을 예측하였다[3].

그중에서 고단백·저칼로리 식품이면서 식이섬유, 비타민, 철, 아연 등 무기질이 풍부한 건강식품으로 버섯이 주목을 받고 있다. 일반적으로 버섯은 칼로리는 낮고, 포만감을 높이는 식이섬유가 풍부하여서 과식을 억제하기 때문에 뛰어난 다이어트 식품으로 평가된다. 특히 버섯에는 식이섬유가 40%나 들어 있어 장내의 유해물, 노폐물, 발암 물질을 배설하고 혈액을 정화하는 기능을 포함하고 있다고 한다. 버섯에 함유된 에르고스테롤은 햇빛 자외선에 의해서 비타민 D로 바뀌어 장내의 칼슘 흡수를 돕고 있다. 그리고 버섯은 면역 기능을 높이는 효능이 있어 감염이나 암을 예방하는 효능이 있다. 혈액을 원활히 하는 데 도움이 되며 생리활성 물질이 함유되어 건강 증진 및 유지에도 도움이 된다[4].

최근의 통계자료 결과 분석에 따르면 국민 1인당 평균 년 버섯 소비량을 계산해보면 미국 버섯 소비량이 90kg, 서유럽50kg, 일본 23kg 에 해당하며, 중국은 1kg 정도만 있다. 전문가들은 앞으로 중국시장내에서 버섯 소비량이 매년 10% 속도로 증가하고 중국 국내 시장을 두 배 이상 성장할 것으로 예측하고 있다[5].

더우기 농업 분야에서는 무선센서 네트워크와 같은 신기술을 적용함으로써 진보된 IT융합 서비스들에 대한 연구와 시도가 활발하게 진행되고 있다. 이와 동시에 인공 버섯재배 시에 버섯에 필요한 환경을 자동으로 관리할 수 있는 시설환경에 많은 투자와 관심이 높아지고 있다.

이에 본 논문에서는 버섯 재배에 필요한 최소한의 중요 요소들에 대한 자동제어 시스템 구축기술에 관하여 살펴본다. 이에 필요한 최소 요소로서 온도, 습도에 따른 버섯의 성장상태 변화와 상대습도를 벗어날 경우의 품질상태의 상황을 분석한 다음 효율적인 버섯 생육환경을 구축하기 위한 습도 센서 및 표시 장치를 이용하여 버섯 자동 습도 조절 환경을 구축하였다

## II. 관련연구

본 장에서는 버섯의 자동제어 환경을 구축하기 위한 필요 요소로서 온도, 습도에 따른 버섯 생육상태에 관하여 살펴본다.

### 2.1. 습도에 따른 버섯 생육상태 정보

버섯에 필요한 요소 가운데 습도는 공기에 대한 상대 습도를 의미한다. 버섯의 인공재배 생산과정에서 습도는 버섯의 성장에 직접적으로 영향을 크게 미치는 요소이다. 다음 표 1에는 버섯의 습도에 따른 균사 및 자실체에 따른 결과를 나타내고 있다[6].

대부분 버섯의 균사체의 성장단계에서 요구한 상대 습도는 60%~75%이고 자실체의 발육단계에서 요구한 상대 습도는 80%~95%이다. 재배 실내 상대 습도가 60%이하이면 자실체 성장을 중지되고, 상대 습도가

Table. 1 Optimum Temperature and Relative Humidity of Mushroom Growth

Type	Growth Stage				Varieties
	Mycelium		Fruitbody		
	Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	
Low Temperature	21-23	60-70	13-18	80-95	Lentinus Edodes, Needle Mushroom, Oyster Mushroom, Hericium Erinaceus, Pleurotus Eryngii
Medium Temperature	22-24	70-80	20-24	85-95	Tremella, Black Fungus
High Temperature	29-32	60-70	24-30	85-95	Straw Mushroom, Lucid Ganoderma

**Table. 2** Mycelial Growth on the Different Temperature

Division	Treatment of temperature(℃)					
	10℃	15℃	20℃	25℃	27℃	30℃
Mycelial growth(mm/7days)	0	23,6	45,6	49,3	59,9	62,2
Mycelia density	-	++++	++++	++++	+++	+++

\* Medium: potato dextrose ager(PDA)

40%~45%이면 자실체 분화하지 않고 이미 분화된 작은 버섯도 건조해서 죽게 된다[7].

**2.2. 온도에 따른 버섯 생육상태 정보 버섯에 필요**

목이버섯의 균사생장에 따른 최적온도에 대한 연구로서 Cheng 과 Tu가 30여년전에 이미 24~30℃, Quimio는 28℃라고 언급한바 있다[8, 9].

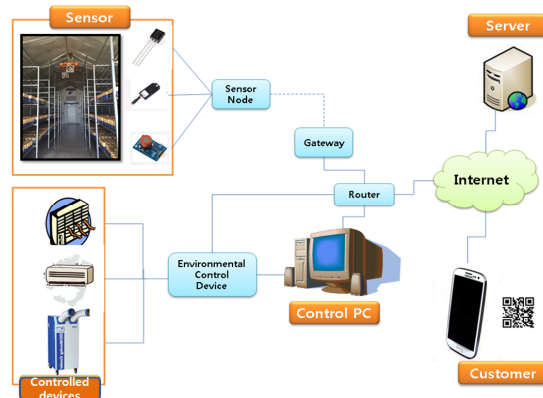
논문제목에 “목이의 균사생육 특성에 관한 연구”에서 목이버섯의 온도별 균사생장속도를 조사하기 위해 90mm 펠트리다시에서 배양한 균주를 균총 가장자리 부위를 직경 5mm 코르크 보어러로 잘라내어 PDA (Potato Dextrose Agar)배지에 접종한 다음 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 27℃, 30℃의 인큐베이터에서 7일간 배양 후 균총의 직경을 측정하여 결과를 제시하였다[10].

목이버섯의 균사생장 최적온도를 탐색하기 위하여 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 27℃, 30℃로 배양온도를 달리 하여 균사생장을 조사한 결과 표1에서 보는바와 같이 20℃에서 균사신장이 급격히 신장하여 30℃까지 균사신장이 지속적으로 늘어나는 경향이었지만, 균사밀도는 27℃부터는 약해지는 결과를 얻었다. 하지만 25℃에서 균사생장과 밀도가 가장 양호하며, 목이버섯 균사체 최적의 배양온도는 표 2를 통해서도 25℃임을 알 수 있었다[10].

**III. 스마트팜을 위한 자동제어장치 구성요소 설계**

**3.1. 버섯 생육 자동제어 장치 개발 설계**

농작물 가운데 버섯의 생육환경을 자동제어 및 자동관리를 위한 요소로서 온습도, 조도, 가습기, 히터, 카메라, 모바일 디바이스, 에어컨 및 환풍기 등 필요한 요소를 다음 그림 2에서와 같이 제시하였다.



**Fig. 1** Elements for automatic control to cultivate of crops

그림 1에서와 같이 사물인터넷 환경의 데이터 수집 기능을 활용하여 농작물 데이터 수집을 수행한다. 수집된 데이터는 온도가 버섯에 대해 미치는 영향을 바탕으로 더 효율적으로 관리하기 위한 온도센서, 표식 장치 등 이용해서 자동 표식 시스템 구축하여 활용한다. 또한 관리의 효율성을 위해서 모바일을 통한 데이터 관리를 수행할 수 있도록 한다. 더욱이, 마케팅을 위한 방안으로서 QR코드를 이용한 정보활용과 카메라를 이용한 농작물 작황 상태 정보 분석이 추후 진행되도록 한다. 이를 통해 오늘날 빅데이터를 활용한 농작물 품질향상을 도모할 수 있을 수 있다.

**IV. 농작물 육성환경 자동제어장치 구축**

3장을 통하여 스마트팜을 위한 구성요소 및 기능에 대하여 살펴보았다. 이번장에서는 그림 1에서 나타낸바와 같이 IoT 기반의 농작물 데이터 수집을 수행한다. 이를 위해서 시제품 제작을 위해 활용한 환경센서는 다음

과 같은 센서를 활용한다.

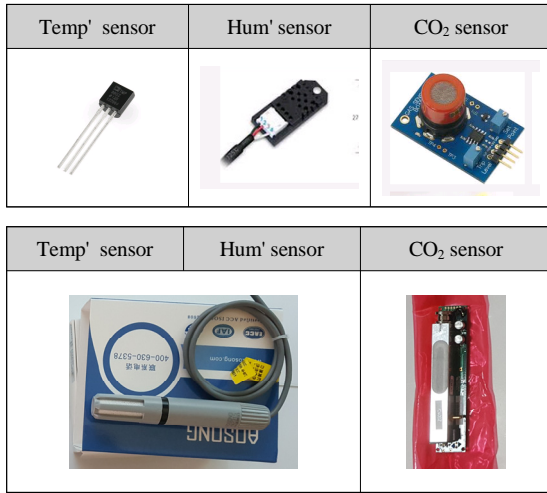


Fig. 2 Elements for development step(above) and prototype version(bottom)

그림 2에서는 스마트팜을 위한 구성요소들 가운데 초기 개발에 사용된 센서와 시제품에 사용된 센서들을 나타내었다. 이를 기반으로 구축된 자동제어장치는 다음 그림 3을 통해 나타내었다.



Fig. 3 ESnapshot for automatic control device system

## V. 결 론

본 논문에서는 사물인터넷을 구성하는 다양한 종류의 센서를 적용하여 농작물 환경개선 및 품질향상을 위한 환경제어에 관하여 언급하였다. 이를 통해 폭넓은 농작물 스마트팜을 위한 기술력 확보를 할 수 있었으며, 품질개선을 위한 최신 IoT 기술을 접목함으로써 환경개선의 패러다임의 변화에 대한 동기부여를 만들었다. 또한, 농작물 생육데이터의 빅데이터 구축을 위해서 보완해야 할 부분에 대해서도 다루었으며, 이를 통해 연구방향으로 제시하였다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This paper was supported by Wonkwang university in 2016.

## REFERENCES

- [ 1 ] H. Wang, "Design of the Black Fungus Growth Environment Monitoring System Based on PLC," Master dissertation, Northeast Agricultural University, 2014.
- [ 2 ] L. N. Wan, "Study on Humidity Stability of Fruiting Environment in Industrial Production of Edible Fungus," Master dissertation, Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2010.
- [ 3 ] P. Jin, F. J. Qin, "Advantages and Characteristic Industry Development of Edible Fungi in China," in *Jiangsu Agricultural Sciences*: Nanjing, CH: JAAS Pub, ch 1, pp.54-56, 2007.
- [ 4 ] C. L. Xu, H. C. Lee, S. Y. Shin, "A study of constructing automatic display system for effective Management Based on The Influence of Temperature on the Mushroom," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 11, pp. 2603-2608, Nov. 2015.
- [ 5 ] S. F. Wu, "Discussion on Some Problems in the Industrial Production of Edible Fungi," in *Edible Fungi of China*: Beijing, CH: Tsinghua Tongfang Knowledge Network

Technology Pub, ch 1, pp.52-54, 2008.

[ 6 ] C. L. Xu, H. C. Lee, S. K. Kang, S. Y. Shin, "Constructing of Humidity Automatic Regulation Environment to Build Effective Mushroom Growing Environment," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 11, pp. 2597-2602, Nov. 2015.

[ 7 ] C. Jihong, C. Chuangxi, L. Jinxin, "Development and Application of HACCP Intelligent Control System on Edible Fungus Factory Produce," *Journal of Chinese Agricultural Science*, vol. 16, no. 2, pp. 98-113, Feb. 2008.

[ 8 ] C. S. Lee. "Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods," *Journal of MYCOLOGIA*, vol. 76, no. 2, pp. 383-384, Feb. 1984.

[ 9 ] P. Zhang, F. J. Yao, L. J. Wang, Y. M. Zhang, "Overview of Morphological Development about *Auricularia auricula*," *Journal of CNKI*, vol. 19, no. 4, pp. 71-86, April 2011.

[10] Y. J. Yu., K. H. Choi, J. S. Jeong, G. K. Lee, S. R. Choi, "Study on characteristic of mycelial culture in ear mushroom," *Journal of Mushroom*, vol. 11, no. 1, pp. 15-20, Mar. 2013.



안우영(Woo-Young Ahn)

대전보건대학교 바이오정보과 교수

※관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 분산시스템, 초고속통신망



이현창(Hyun-Chang Lee)

원광대학교 정보전자상거래학부 교수

※관심분야 : 비즈니스 인텔리전스, IoT, 유비쿼터스 컴퓨팅, 데이터 사이언스