

탄산가스 농도 변화가 팽이버섯 재배에 미치는 영향

윤형식¹, 임훈태¹, 공원식¹, 조재한¹, 성기호¹, 박기문², 전창성^{1*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

²성균관대학교 식품생명공학과 기능성식품공학연구소

The influence on cultivation characteristics of winter mushroom by carbon dioxide concentration

Hyung-Sik Yun¹, Hoon-Tae Leem¹, Won-Sik Kong¹, Jae-Han Cho¹,

Gi-Ho Sung¹, Ki-Moon Park², Chang-Sung Jhune^{1*}

¹Mushroom research Division, Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

²Department of Food Science and Biotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

(Received August 30, 2010, Revised September 16, 2010, Accepted September 20, 2010)

ABSTRACT : This study was performed to determine the optimal concentration of carbon dioxide, which effects mushroom growth and yield. It was shown that the periods for fruiting initiation, growth and harvest of *Flammulina velutipes* were increased when the CO₂ concentration was raised. In general, those characteristics were less affected in brown strains than in white ones. Especially brown strain ASI4103 was susceptible to changes in CO₂ concentration. Yields per bottle and individual mushroom weight also decreased in most strains when CO₂ levels increased. We were unable to designate any tendency in the number of fruiting bodies due to the large variation within each respective strain. Finally, water contents in the fruiting bodies were found to decline under high CO₂ concentrations.

KEYWORDS : Carbon dioxide, Cultivation, *Flammulina velutipes*

서론

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 담자균류 주름버섯목(Agaricales) 송이과(Tricholomataceae)에 속하는 백색부후균으로 자실체는 자연 상태에서는 11~4월 사이의 겨울철에 4~12℃의 저온에서 발생하는 버섯으로 winter mushroom이라고 한다(성재모 등, 2000; 김병각, 1995). 일본에서 '에노키다케(Enokitake)'라고 불리며(박완희, 1991), 영양적 가치가 높고 기호성이 우수한 버섯으로 그 수요가 급격히 증가하였으며(Jang M.S., 2002; Kiies, U. and Liu, Y., 2000; Yang, J.H., Lin, H.C. and Mau, J.L., 2002), 병 재배 기술의 발전에 따라 생산량이 증가되어 가격은 하락되었다.

현재 시판되는 버섯은 야생의 팽이와는 전혀 다른 형태를 지니고 있으며, 소비자들은 갓이 작고, 다발이 굵고 조밀한 버섯을 선호한다.

일반적으로 팽이버섯에 대한 연구는 재배방법에서 배지 재료, 육종, 병해충에 대한 것과 재배사 환경제어를 위한 기초자료 및 기계화에 필요한 자료를 얻기 위한 시험이 주를

이루고 있다. 톱밥배지에 첨가제 종류에 따른 버섯의 생장 및 수량, 단계별 배지의 화학적 성분변화(장학길, 1976), 기본배지 내에 계란 껍질의 첨가효과(정종천 등, 1995), 사과 가공부산물의 사용 가능성 검토 등에 대해 연구(조우식 등, 1996)를 하였다. 갈피(공원식 등, 2008^b), 백설(공원식 등, 2008a) 등의 품종 육성, 자실체의 선택에 대한 유전에 관한 보고(Byun *et al*, 1996), 재배사내의 환경제어를 위한 설비설계를 위한 방안 및 기초자료(박명훈, 2006), CO₂ 가스 농도조절을 위한 버섯재배사 자동환기장치(최광재, 2005), 식용버섯 및 약용버섯에 대한 환기장치 개발을 위한 생육 단계별 최적 조건에 대해 연구(김태진 등, 2008) 등이 수행되었다. 이들은 환경제어 및 버섯 수확량 증가 등에 초점이 맞추어져 있다.

그러나 팽이버섯에서는 실제 농가에서 재배환경 및 품종에 따른 효율적인 환경제어 및 자실체 형태에 대한 기초 자료를 제공하기 위한 연구결과를 확인할 수 없었다. 이 보고는 재배사 환경인자 중에서도 재배사내의 탄산가스 조건에 따른 변화 특성을 검토하여 소비자가 요구하는 버섯을 생산하기 위한 적정기준 설정을 위한 기반을 마련하고자 시험을 수행하여 그 결과를 보고하고자 한다.

* Corresponding author <csjhune@korea.kr>

Table 1. Tested variety and strains

Colour of pilus	Number of strains	name	Colour of pilus	Number of strains	name
white line	ASI 4021	Paengi-1	Brown line	ASI 4065	-
	ASI 4031	Paengi-2		ASI 4103	-
	ASI 4153	Baengno		ASI 4151	-
	ASI 4166	Paengi(Jinju)		ASI 4149	Garlmoe

재료 및 방법

탄산가스 농도별 처리에 따른 팽이버섯의 재배적 특성 변화를 조사하기 위하여 공시균주는 농촌진흥청에서 보관중인 팽이버섯(*Flammulina velutipes*) 균주 중에 백색계열 4종과 갈색계열 4종을 선택하여 사용하였다 (Table.1).

버섯재배는 병 재배법을 사용하였으며, 사용된 배지 내 톱밥과 미강의 비율은 8:2로 혼합하여 제조하여 입병하였으며, 배지살균은 121℃, 60분간 멸균 후 상온까지 온도를 낮춰 무균상태에서 균을 접종을 하였다. 접종한 균은 배양실(23~25℃)에서 약 30일간 배양 후 균균기를 하여, 습도 95% 이상, 온도는 14℃ 내외의 발이실로 옮겨 버섯발생을 유도하였다. 발이시부터 재배사 내부의 탄산가스 농도는 2000ppm부터 5000ppm까지 1000ppm단위로 4단계로 나누어 재배하였다. 일반적으로 팽이버섯은 발이 후 병 입구에서 1cm정도 성장한 후에 4℃ 억제실로 이동하여 균고르기 이후에 7℃ 생육실에서 생육하지만 품종 간에 발이 및 생육 속도가 다르므로 동일조건으로 처리가 곤란하여 발이온도에서 10℃로 하강하여 동일 조건으로 재배하였다.

생육기간동안 탄산가스 농도를 유지하기 위하여 출입문 및 환기구를 밀봉하였으며, 발이확인, 성장정도 및 오염 확인을 위해 재배사 내에 실험자가 출입시 인위적으로 탄산가스를 주입하여 재배사 내의 농도를 유지하였다.

재배적 특성에서 초발이소요일수 및 수확일수는 재배과정에서 종균접종일, 균균기 일자, 초발이일, 수확일 등을 기록하여, 초발이소요일수는 균균기부터 초발이 일자까지의 기간, 생육일수는 초발이부터 수확일까지의 기간, 수확일수는 균균기부터 수확일까지의 기간으로 하였다. 버섯의 병당 수확량은 850cc 병에서 수확한 자실체의 하단의 톱밥을 제거한 무게를 저울로 평량하여 평균하였으며, 개체수는 자실체가 전체 버섯길이에 절반이상 성장한 자실체의 숫자를 조사하였고, 개체중은 병당 5개의 대표적인 버섯을 취하여 평량하였으며, 자실체의 수분함량은 자실체 생체중을 기준으로 수분함량을 %로 표기하였다.

결과 및 고찰

버섯 재배시 자실체 및 재배적 특성 변화에 영향을 주는

요인은 온도, 습도, 탄산가스 농도 등이 있다. 본 실험에서는 동일 온도, 습도 조건하 탄산가스 농도에 따른 팽이버섯의 재배적 특성을 조사하였다. 재배적 특성 검정은 초발이소요일수 및 생육일수, 개체수, 수확량, 개체중, 수분함량 등을 조사하였다.

균균기 후 초발이 될 때까지 소요시간인 초발이소요일수는 백색계열의 공시균주별로 보면 ASI 4166과 ASI 4153은 큰 차이는 없었으며, ASI 4021 균주는 3000ppm까지는 증가하다가 다시 감소하였고, ASI 4031 균주는 4000ppm까지는 감소하다가 다시 증가하는 등 탄산가스 농도 처리효과 보다 품종간의 차이가 커서 일정한 경향은 확인할 수 없는 것으로 추정된다.

생육일수에서는 ASI 4031과 ASI 4153은 4000ppm까지는 증가하다가 5000ppm에서는 감소하였으나 다른 두 균주는 일정한 경향을 보이지 않았다.

수확일수에서 ASI 4031은 농도의 증가에 따라 수확일수가 증가하였으며, ASI 4153은 4000ppm까지는 증가하다가 5000ppm에서는 감소, ASI 4021균주는 탄산가스농도에 따른 차이가 없는 등 각기 균주에 따라 다른 경향을 보였다.

갈색계열에서 초발이소요일수는 ASI 4065, 4149 균주의 4000ppm 처리까지는 큰 변화가 없다가 5000ppm에서 증가하였으며, 생육일수는 ASI 4103, 4149 4151 약간씩 증가하는 경향을 보였고, 수확소요일수는 전반적으로 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 1).

백색과 갈색계열의 균주를 비교해 보면 버섯이 백색계열보다 갈색계열의 버섯이 탄산가스 농도에 상관없이 초발이소요일수, 생육일수, 수확일수가 전체적으로 짧은 것으로 나타났다

전체 균주간의 특성 값을 비교해보면 탄산가스농도가 높아지면 초발이소요일수, 생육일수, 수확일수는 증가하는 경향이 있으며, 품종 간에는 상대적으로 초발이소요일수가 짧은 것, 생육일수가 짧은 것 등 균주에 따라 다른 특성의 차이를 보이고 있다.

ASI 4103은 다른 품종의 버섯들보다 초발이소요일수와 생육기간이 짧아 자실체 수확은 월등히 빨리 수확할 수 있

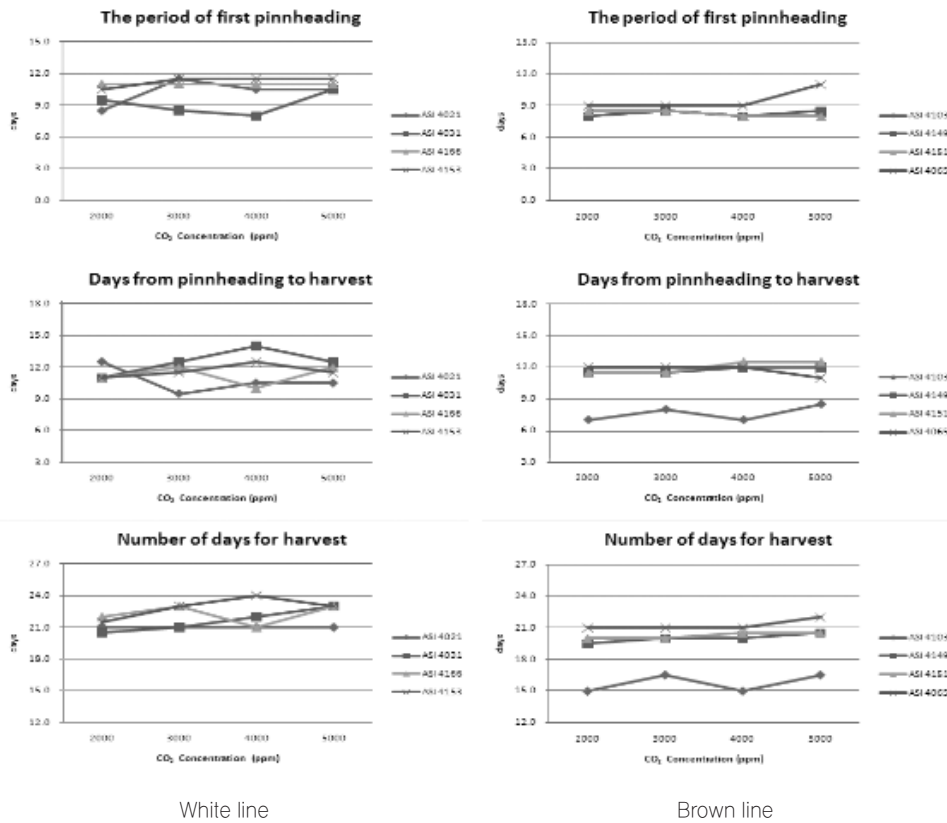


Fig. 1. Change of cultivation characteristics on winter mushroom by carbon dioxide concentration

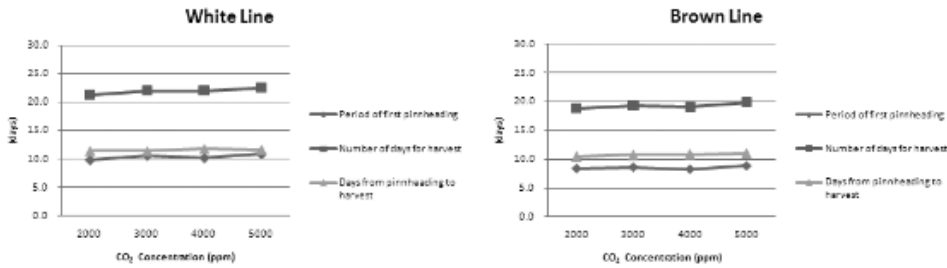


Fig. 2. Change of cultivation characteristics on line of winter mushroom by carbon dioxide concentration

으며, 이는 그 균주가 갖는 유전적 형질로 판단된다.

처리농도 간에 일정한 관계를 보이지 않는 경우는 적용하고 있는 조건 이외의 것, 즉 습도를 유지하기 위하여 가습기에서의 분무량, 풍속, 자실체 및 배지표면에서의 증발산 등의 조건이 영향을 주는 것으로 예상된다.

백색과 갈색계열을 각기 평균하여 비교해보면 초발이소요일수는 거의 변화가 없거나 약간 지연되며, 수확하는데 걸리는 시간은 약 1~2일 정도 더 늦어짐을 알 수 있다 (Fig. 2).

이는 초발이소요일수와 버섯 생육일수에는 탄산가스 농도가 큰 영향을 미치지 못하지만, 수확소요일수에서는 두

기간동안의 피해요인이 합쳐져 생육에 영향이 다소 영향을 주는 것으로 보인다.

갈색계열의 팽이버섯이 백색계열보다 수확이 빠른 것은 균주의 유전적 특성으로 보이며, 생육일수는 거의 비슷하므로 초발이소요일수의 차이에 의해 발생하는 것으로 추정된다.

탄산가스 농도 3000ppm일 때 백색계열 ASI 4021, 4166, 4153은 병당 개체수와 수확량이 모두 증가한다. 하지만 그 이상의 농도 처리구에서는 2000ppm 농도 처리구보다 병당 생산량이 현저히 감소하지만, ASI 4074, 4031 균주는 가스 농도의 증가에 따라 생산량의 감소하는 경향을 보이는 등 균주 간에 약간의 차이가 있다 (Fig. 3, 4).

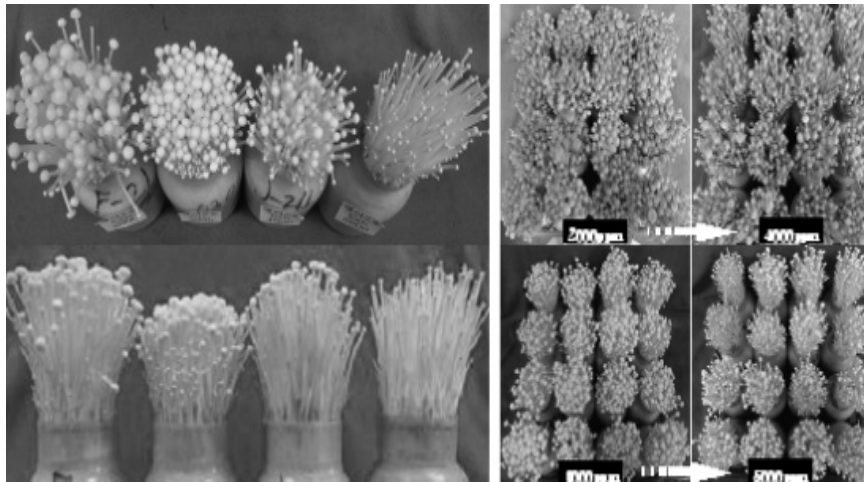


Fig. 3. In comparison with growth on winter mushroom by carbon dioxide concentration

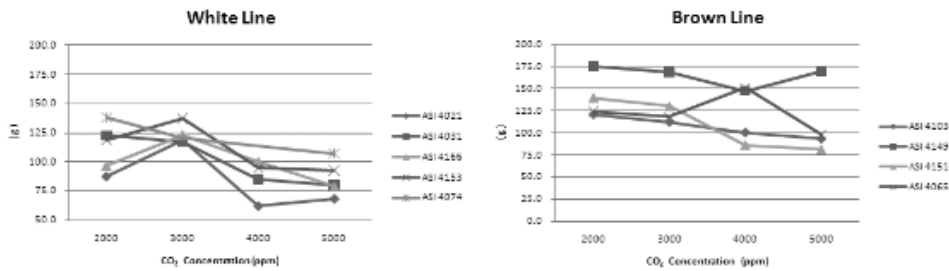


Fig. 4. Change of yield for bottle on winter mushroom by carbon dioxide concentration

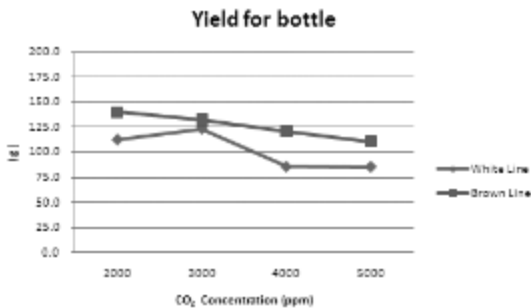


Fig. 5. Change of yield for bottle on line of winter mushroom by carbon dioxide concentration

갈색계열 균주는 ASI 4149는 품종 중 가장 수량성이 높으며, 탄산가스 농도에 대한 피해를 크게 받지 않는 것으로 판단되며, 다른 균주들은 탄산가스농도가 증가됨에 따라 감소하는 경향을 보인다.

균주별 병당 수량을 백색과 갈색계열별로 평균하여 비교해보면, 팽이버섯 탄산가스농도별 병당 수확량은 탄산가스 농도의 증가에 따라 백색과 갈색계열에 구분 없이 수확량이 감소하였다.

백색계열의 개체중은 균주에 따라 약간씩 차이는 있

나 대체적으로 탄산가스 농도가 증가하면서 약간씩 감소하는 경향이다. 병당 개체수에 있어서는 백색계열 ASI 4021, 4166, 4153은 탄산가스 농도 3000ppm 까지는 개체수가 증가하지만 그 이상의 농도에서는 현저히 감소하였으며, 그 외의 균주들은 전반적으로 탄산가스 농도의 증가에 따라서 서서히 감소하였다 (Fig. 6).

갈색계열의 개체중은 탄산가스 농도가 증가하면서 감소하는 경향이며, 병당 개체수에서는 ASI 4149 균주를 제외하고 탄산가스 농도 증가에 따른 일정한 경향을 확인 할 수 없었다.

ASI 4149 균주는 탄산가스 농도 증가에 따라 개체중은 감소하는 추세, 개체수에서는 증가하여 다른 균주와는 다른 경향을 보이며, 수량성에서도 타 균주보다 높은 균주로 다른 품종에 비해 우수하였다.

계열별로 자료를 평균하여 보면 백색계열은 병당 수확량 및 개체수는 3000ppm 까지는 증가하였다가 그 이상의 농도에서는 증가에 따라 점진적으로 감소하였다. 그러나 갈색계통에서는 병당수확량은 감소하는 추세이나 개체수는 증가하는 경향을 보이고 있어 계통별로 차이를 보였다(Fig. 7).

탄산가스 농도별 재배시험에서 자실체의 수분함량은 ASI 4166을 제외하고는 모든 백색계열의 균주들은 탄산가스 농

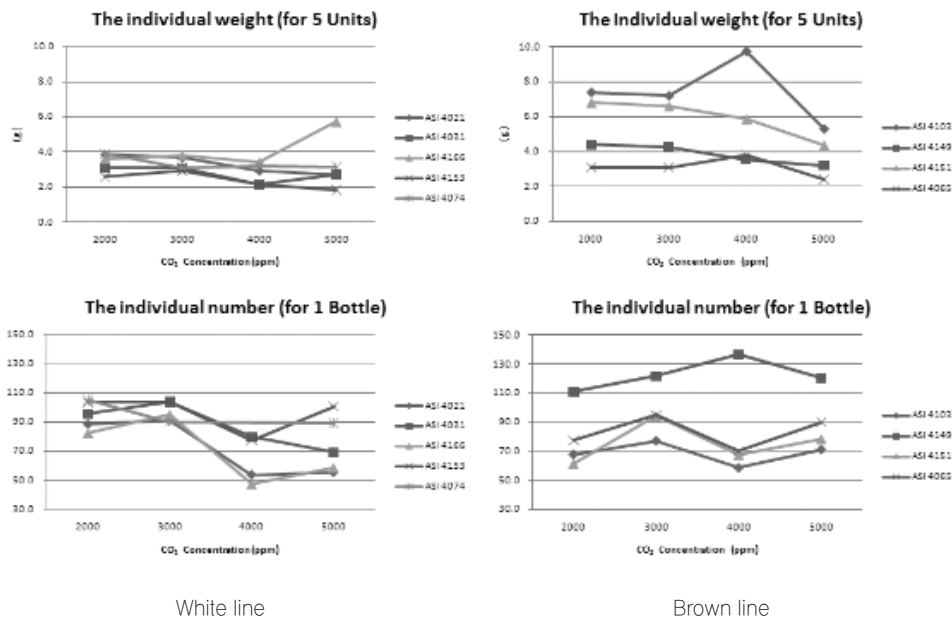


Fig. 6. Change of individual weight and number on winter mushroom by carbon dioxide concentration

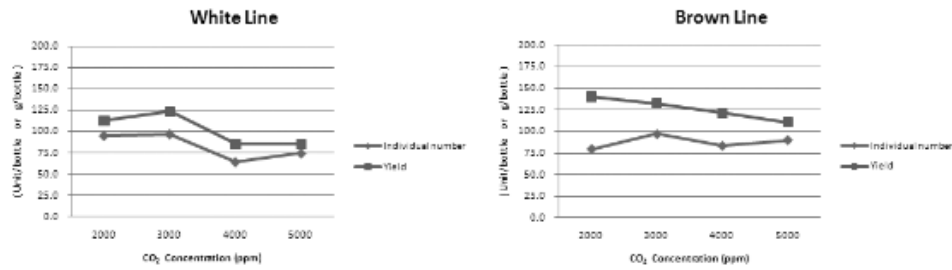


Fig. 7. Change of individual weight and number on line of winter mushroom by carbon dioxide concentration

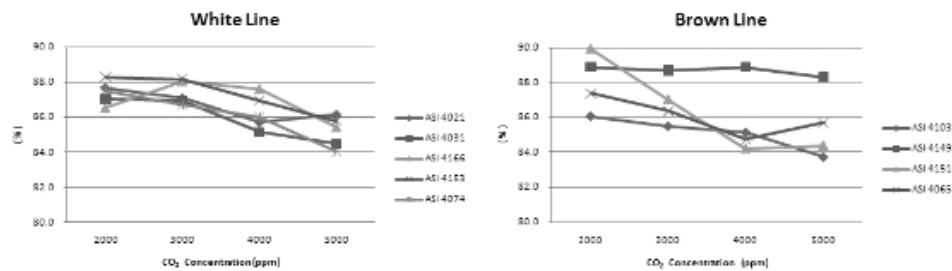


Fig. 8. Change of water content of mushroom body on winter mushroom by carbon dioxide concentration

도가 증가되면서 수분함량이 감소되는 경향을 보인다. 갈색 계열 품종에서도 ASI 4149 품종을 제외하고는 탄산가스 농도가 증가되면서 수분함량이 감소되는 경향을 보인다. 즉 종합해보면 탄산가스 농도의 증가는 버섯자실체 내의 수분 함량을 낮추는 효과가 있다고 볼 수 있다 (Fig. 8).

하지만 ASI 4166은 증가하였다가 다시 감소되며, ASI 4149 균주는 다른 균주와는 다르게 탄산가스 농도에 따른 수분함량의 변화를 보이지 않았다. 이는 품종간의 차이가 존재하는 것으로 판단된다.

계통별로 자료를 평균하여 보면 개체중과 자실체의 수

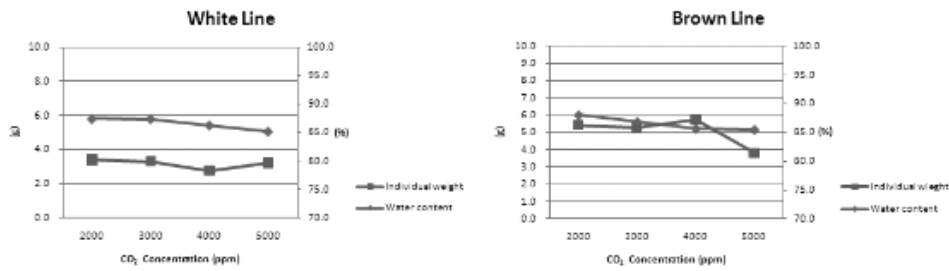


Fig. 9. Change of individual weight and water content of mushroom body line of winter mushroom by carbon dioxide concentration

분함량은 탄산가스 농도의 증가에 따라 모두 감소하고, 개체중의 감소는 자실체의 수분함량 감소에 의한 것으로 추정된다(Fig. 9)

적 요

팽이버섯 병재배에서 재배사 내의 탄산가스 농도를 조절하여 소비자 요구에 맞는 버섯을 안정적으로 생산하고, 생육과 수확에 관련하여 적정기준 설정을 위해 실험을 수행한 결과이다.

공시균주 특성 값을 종합해보면 탄산가스 농도가 높아지면 초발이소요일수, 생육일수, 수확일수는 증가하는 경향이고, 백색계열보다 갈색계열이 탄산가스 농도에 상관없이 초발이소요일수, 생육일수, 수확일수가 전체적으로 짧으며, ASI 4103 균주와 같이 균주의 유전적 형질이 재배적 특성에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다.

병당 수량성은 균주에 따라 처리농도에 따른 증감의 차이는 있으나, 전반적으로 탄산가스 농도가 높아지면 수확량은 감소하였다.

개체중은 균주에 따라 약간씩 차이는 있으나 대체적으로 탄산가스 농도가 증가하면서 약간씩 감소하는 경향이다. 병당 개체수에서는 균주간의 차이가 커서 탄산가스 농도 증가에 따른 일정한 경향을 확인 할 수 없었다.

자실체의 수분함량은 균주에 따라 약간의 차이는 있으나 탄산가스 농도의 증가에 따라 수분함량이 감소되었다.

참 고 문 헌

공원식, 서경인, 박순영, 장갑열, 유영복, 전창성, 김광호. 2008^a. 고온적응성 선발계통을 이용한 팽이버섯 신품종 ‘백로’의 특성. 한국버섯학회지 vol 6, No 3&4, 121-125
 공원식, 유영복, 전창성, 장후봉, 최재선, 김광호 2008^b. 야생수집균주간 교잡으로 육성된 팽이버섯 갈색 신품종 ‘갈뽕’의 특성. 한국버섯학회지 vol 6, No 3&4, 115-120
 김병각, 버섯 건강요법, 가림출판사, 1995.

김태진. 2008. 식용 및 약용 버섯의 생육 단계별 최적조건 규명 및 공기제어장치 개발. 농림수산식품부 보고서
 박명훈. 2006. 팽이버섯 재배사의 온열환경실태 및 설비설계방안에 관한 연구. 계명대학원 건축공학과 석사학위 논문
 박완희. 한국의 버섯, 교학사, 1991.
 성재모·유영복·차동열, 버섯학, p. 435-456. 교학사. 2000.
 장학길. 1976. 톱밥배지에 대한 영양첨가제가 팽이버섯의 생장 및 배지의 화학적 성분변화에 미치는 영향. 한국균학회지 4(21) 31-44
 정종천, 김광포, 김한경, 김영호, 차동열, 정봉구. 1995. 계란 껍질 첨가배지가 팽이버섯의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지 23(3) 226-231
 조우식, 윤영석, 유영현, 박선도, 최부술. 1996. 사과가공부산물 첨가배지가 팽이버섯 (*Flammulina velutipes*)의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지 23(3) 226-231
 차동열, 유창현, 김광포, 1989. 최신버섯재배기술. 335-353
 최광재. 2005. CO₂ 가스분석에 의한 버섯재배사 자동환기장치. 연구와 지도, 46(1) 236호, 39-42
 Byun Myung-Ok, Won Sik Kong, Young Ho Kim, Chang Hyun You, Dong Yeul Cha, Du Hyung Lee. 1996. Studies on the Inheritance of fruitbody color in *Flammulina velutipes*. The Korean Society of Mycology 24(4) 237-245
 Jang, M.S., Aiko, S., Hideki, Ushio, Munehiko, T. and Toshiaki O. 2002. Inhibitory effects of 'Enokitake' mushroom extracts on polyphenol oxidase and prevention of apple browning, *Lebensm. Wiss. Technol.*, 35(5):371-386
 Kiies, U. and Liu, Y., 2000. Fruiting body production in basidiomycetes, *appl. Microbiol. Biotechnol.*, 54:141-152
 Yang, J.H., Lin, H.C. and Mau, J.L., 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms, *Food Chemistry*, 77(2):229-235