

신품종 느타리버섯의 생육온도에 따른 호흡특성 비교

장명준 · 하태문 · 주영철
경기도농업기술원 버섯연구소

Comparison of respiration characteristics on the new variety of oyster mushroom according to the growth temperature

Myoung-Jun Jang, Tae-moon Ha and Young-Cheol Ju

Mushroom Research Institute, Gyeonggi Province ARES, 464-870, Korea

ABSTRACT : This study was carried out to find out respiration characteristics of new variety of oyster mushroom to the temperature response. In new species of oyster mushroom, the account of respiration was on the increase when the growth temperature with the passage of growth stage was on the rise. The CO₂ concentration was accelerated as increasing the growth temperature, whereas the O₂ concentration was decreased. The account of respiration of new variety was in the descending order, Hukbaek>Jinmi>Chungpung>Suhan2>Chunchu2. Also, the ventilation exponent at 15°C was Suhan2 2~12%, Chungpung 9~24%, Jinmi 15~37%, Hukbaek 17~39% in proportion to Chunchu2. The experiments related to respiration characteristics of new variety of oyster mushroom were worthy of recommending to new variety cultivator.

KEYWORDS : CO₂ concentration, Respiration, Oyster mushroom

서 론

버섯은 배양, 발이, 생육과정에서 O₂를 소비하고 CO₂를 배출한다. 이 때 CO₂생산량과 O₂소비량의 최대량과 최대시기는 균주, 배지량과 함수율, 영양제 종류와 양, 배양온도, 생육단계 등에 따라 달라진다. CO₂는 주로 배양시기보다는 생육중에 더 민감하게 반응하므로 환기에 세심한 주의가 필요하며, 대의 형성 및 발달과정에 있어서 중요한 역할을 하며, O₂는 버섯의 성장 및 분화에 필수적인 것으로 알려져 있다.

이와 같이 버섯에 미치는 CO₂의 영향에 대하여 Lambert (1933)는 버섯재배에 있어 담자포자 발달에 높은 이산화탄소 농도가 해로운 영향을 끼친다고 보고하였고, Tschierpe (1959)는 0.5%의 CO₂농도가 양송이버섯의 성장을 저해한다고 하였으며, Niederpruem (1963)은 치마버섯 (*Schizophyllum commune*)의 자실체 형성에 CO₂가 중요한 역할을 한다고 하였으며, 5% CO₂농도에서 원기의 발달이 저해된다고 하였다.

Tschierpe (1964) 등은 이산화탄소 농도가 0.03~0.1% 범위에서 몇몇 종들은 최대생장을 한다고 하였으며, Zadrazil (1975)는 *Pleurotus* 3종에서 발생하는 CO₂량이 균사체 성장에 많은 관련이 있다고 보고하였다. 성 (1998) 등은 팽이버섯의 자실체 발생시 균의 호흡량은 시간당

0.08~0.2% 정도라고 하였고, Stamets (1983)은 50,000ppm 이상의 CO₂농도는 양송이버섯의 균사생장이 저해되고 오염이 용이해질 수 있다고 보고하였다. 또한 성 (1998) 등은 느타리 균사생장시 CO₂농도를 15% 이하, 자실체가 형성될 때는 0.03~0.3%로 조절해야 된다고 하였으며, 류 (2005) 등은 큰느타리버섯의 방임과 슈음처리구의 최적 CO₂농도를 2400ppm 정도라고 하였다.

따라서 CO₂가 버섯에 미치는 영향에 대한 연구는 주로 균사체에 대한 연구내용이 대부분이었고, 자실체에 미치는 CO₂의 영향은 주로 *Agaricus bisporus*에서 연구되어 왔다. 이에 버섯 재배시 온도, 습도 및 이산화탄소농도에 따른 영향정도를 정확하게 규명하고 적절한 환기량을 산정하여 환기시스템에 적용하는 것이 요구되며, 최근 육성된 느타리버섯 품종들의 온도별, 생육단계별 호흡량을 조사하여 느타리버섯 재배시 기초자료로 이용코자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

본 시험에 사용된 균주는 경기도농업기술원 버섯연구소에서 보유하고 있는 춘추2호, 수한2호, 청풍, 진미, 흑백느타리를 PDA 평판배지에 7일간 배양하고 톱밥과 미강이 80:20(v/v) 비율로 혼합된 배지가 담긴 삼각플라스틱에 이식하여 15일간 배양시킨 후 850cc 병으로 30일간 배양하

*Corresponding author: <plant119@gg.go.kr>

여 평균으로 사용하였다.

배지제조 및 종균접종

시험에 사용된 배지는 춘추2호, 청풍, 진미, 흑백느타리의 경우 미송톱밥:비트펄프:면실박을 50:30:20(v/v)의 비율, 수한2호의 경우 미송톱밥:비트펄프:미강:면실박 50:40:8:2 (v/v)의 비율로 혼합하였다. 시험배지 모두 수분함량을 65%내외로 조절하고 850cc병당 550~600g을 입병한 후 121℃에서 90분간 고압살균 후 냉각하여 종균을 병당 10g내외로 접종하였다.

생육단계별 호흡량 및 호흡지수

생육단계의 측정샘플로 발이유도기 균급기 후~3일, 초 발이기 균급기후 3일~7일, 생육초기는 7~9일(갓크기 1~2cm), 생육중기는 10~11일(갓크기 2~4cm), 생육후기 10~11일(갓크기 4cm이상)로 선발(Fig.1)하여 3반복으로 처리하여 3회 실시하였다.

21℃에서 25일 배양한 후 균급기를 하여 4개의 생육실에 온도를 각각 12, 15, 18, 21℃로 설정하였고, 상대습도는 90±5%로 4개의 생육실이 모두 동일하게 하였으며, 생

육시 CO₂농도는 800~1200ppm이 되도록 조절하였다. 재배사의 생육과정 중 각각의 온도가 설정되어 있는 3.5m³ (1.2m 2.4m 1.2m)의 방에 호흡량을 측정하기 위한 밀폐형 플라스틱 상자(지름 28cm, 높이 40cm)를 넣은 후 생육실의 온도별, 생육단계별 시료를 PCO₂ plus(Gas data Ltd.)를 이용하여 CO₂와 O₂를 측정할 후 1m³의 공간에서 발생하는 호흡량으로 산출하였다. 산출된 호흡량의 자료를 이용하여 CO₂농도와 온도의 상관관계 및 회귀곡선으로 나타내었으며, 호흡지수는 생육단계별 춘추2호의 호흡량을 생육단계별 각 품종의 호흡량으로 나눈 후 100을 곱하여 춘추2호 대비 신품종들의 생육단계별 호흡량을 지수화 하였다.

결과 및 고찰

생육온도에 따른 생육단계별 호흡량 변화

생육온도에 따른 생육단계별 춘추2호 대비 최근 육성된 4품종의 CO₂발생량을 Table 1로 나타냈다. CO₂발생량은 생육온도가 높을수록 CO₂발생량이 많았고, 춘추2호에 비해 나머지 4품종에서 CO₂발생량이 큰 경향이였다. 생육단



S1



S2



S3



Fig. 1. Division of the growth stage

- ※ S1 : The stage of promordia induction, S2 : Primordia formation period
- S3 : The early stage of fruit-body(Size of pileus : 1~2cm)
- S4 : The middle stage of fruit-body(Size of pileus : 2~4cm)
- S5 : The end stage of fruit-body(Size of pileus : above 4cm)

Table 1. The CO₂ concentration of the oyster mushrooms according to the growth stage and growth temperature
(unit : ppm/min/m³/bottle)

Variety	GrowthTemperature (°C)	S1 ^a	S2	S3	S4	S5
Chunchu2	12	11	18	27	43	56
	15	15	28	35	52	71
	18	19	31	44	64	85
	21	27	40	61	77	96
Suhan2	12	11	21	30	45	57
	15	15	29	39	54	75
	18	22	35	44	67	90
	21	30	46	64	86	104
Chungpung	12	12	22	31	47	66
	15	17	32	44	59	78
	18	22	37	51	76	90
	21	31	46	71	87	111
Jinmi	12	12	24	32	49	66
	15	19	33	48	63	82
	18	23	41	52	82	92
	21	32	48	74	92	111
Hukbaek	12	17	25	34	54	75
	15	20	33	49	65	85
	18	31	42	58	82	94
	21	37	55	76	95	113

^a S1 : The stage of promordia induction, S2 : Primordia formation period
 S3 : The early stage of fruit-body(Size of pileus : 1~2cm)
 S4 : The meddle stage of fruit-body(Size of pileus : 2~4cm)
 S5 : The end stage of fruit-body(Size of pileus : above 4cm)

계의 CO₂발생량은 5품종 모두 발이유도기보다 생육단계가 진전될수록 CO₂발생량이 큰 경향이였으며, 품종별 CO₂발생량은 생육단계 모두 춘추2호<수한2호<청풍<진미<흑백의 순으로 많아지는 경향을 보였다.

성(1998) 등은 온도가 상승하면 효소반응이 활발해지기 때문에 생장속도가 빨라지고, 온도가 더욱 상승하게 되면 생장속도는 급격히 저하되어 생장이 정지한다고 하였다. 또한 고온에서는 호흡이 많아져 소비되는 물질량이 합성량보다 많은 경우도 있으며, 최적온도에서 반응하는 효소와 세포 내의 물리 화학적 상태도 온도에 따라 변화한다고 하였다. 또한 윤(2006) 등은 생육온도별로 느타리버섯의 대부위의 물리적 특성을 조사한 결과 세포의 노화 및 균사의 밀도가 낮아 경도가 낮게 나타났고, 대의 세포학적인 특징으로 액포화가 두드러져 생육온도가 높을수록 생육일수는 빨라지나 그만큼 노화가 쉽게 일어난다고 하였다.

Fig. 2는 품종별 생육온도와 CO₂발생량과의 관계를 나타낸 것으로 품종별로 생육온도가 증가 할수록 호흡량이 많아지는 경향을 나타내고 있으며, 전체적으로 고도의 상관

관계를 나타내고 있어 성(1998)과 윤(2006) 등의 보고와 같이 온도가 증가할수록 호흡량이 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과와 Fig 2의 회귀식을 이용하여 품종별 생육온도에 따른 호흡량을 추정할 수 있으며, 환기시간에 대한 기초자료로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

생육온도에 따른 생육단계별 5품종의 O₂소비량을 Table 2로 나타냈다. O₂소비량은 생육온도가 높을수록 CO₂발생량과 같이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 춘추2호에 비해 다른 4품종에서 크게 나타났다. 생육단계에 따른 반응은 발이유도기보다 생육단계가 진전될수록 O₂소비량은 CO₂발생량과 유사한 경향을 나타냈다. 따라서 춘추2호 보다 다른 4품종이 생육단계가 진전될수록 O₂소비량이 커지는 경향을 나타내고 있으며, 품종별 O₂소비량은 CO₂발생량과 같이 춘추2호<수한2호<청풍<진미<흑백의 순으로 나타났다.

지(2004)는 최근 육성된 품종으로 진미의 경우 환기량이 부족하면 대가 가늘고 길어지는 특성이 있다고 보고하였는바 최근 육성 품종들의 경우 춘추2호 대비 CO₂발생량

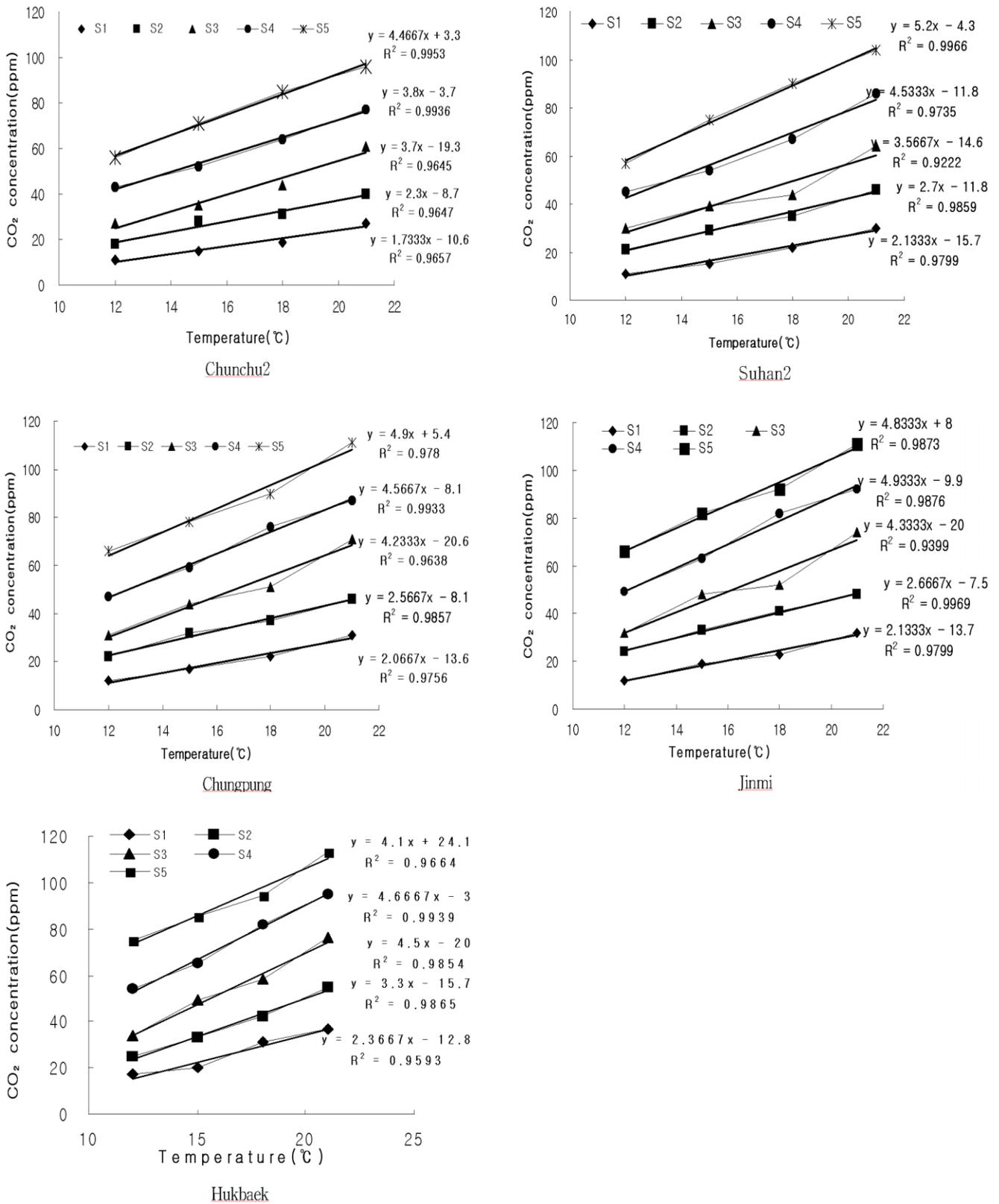


Fig. 2. The relationship between the growth temperature and the CO₂ concentration for the growth stage of the oyster mushroom
 ※ S1 : The stage of promordia induction, S2 : Primordia formation period
 S3 : The early stage of fruit-body(Size of pileus : 1 ~ 2cm)
 S4 : The middle stage of fruit-body(Size of pileus : 2 ~ 4cm)
 S5 : The end stage of fruit-body(Size of pileus : above 4cm)

Table 2. The O₂ concentration of the oyster mushrooms according to the growth stage and growth temperature
(unit : ppm/min/m³/bottle)

Variety	GrowthTemperature (°C)	S1 ^a	S2	S3	S4	S5
Chunchu2	12	10	20	36	49	60
	15	20	26	44	50	74
	18	23	30	47	57	80
	21	34	33	47	58	98
Suhan2	12	10	30	40	54	66
	15	21	38	48	56	70
	18	26	35	48	60	86
	21	26	40	54	66	100
Chungpung	12	12	32	44	56	78
	15	24	40	52	60	88
	18	30	42	53	66	92
	21	32	40	57	75	104
Jinmi	12	13	36	50	62	78
	15	29	40	54	64	84
	18	34	48	60	70	94
	21	34	48	60	76	110
Hukbaek	12	15	42	56	68	92
	15	30	50	60	72	96
	18	36	50	64	80	114
	21	38	56	66	84	116

^a S1 : The stage of promordia induction, S2 : Primordia formation period
 S3 : The early stage of fruit-body(Size of pileus : 1~2cm)
 S4 : The meddle stage of fruit-body(Size of pileus : 2~4cm)
 S5 : The end stage of fruit-body(Size of pileus : above 4cm)

과 O₂소비량이 큰 경향을 나타내고 있으므로 환기시 신선한 공기가 유입되도록 환기시간을 설정하고, 또한 재배사 내의 CO₂가 축적된 공기가 재순환되어 들어가지 않도록 주의 하는것이 바람직할 것으로 판단되었다.

Fig. 3은 현재 농가에서 가장 많이 재배하고 있는 춘추2호 15 재배온도에 따라 호흡량을 기준으로 나머지 품종에 대하여 호흡지수로 나타내었다.

호흡지수는 생육단계별 춘추2호의 호흡량을 생육단계별 각 품종의 호흡량으로 나눈 후 100을 곱하였다. 생육초기의 호흡지수는 춘추2호에 비해 나머지 품종은 112~139로 높게 나타났으며, 호흡지수로 볼 때 춘추2호가 500일 때, 수한2호 528, 청풍 573, 진미 617, 흑백 634였다. 품종별 호흡지수를 이용하여 생육단계별 품종의 호흡특성을 파악할 수 있고, 기존 춘추2호 재배농가에서 15로 다른 품종을 재배하고자 할 경우 춘추2호 대비 환기량을 조절할 수 있을 것으로 판단되었다.

鈴木(1991)등은 느타리버섯 자실체의 생육시 CO₂농도가 600ppm에서는 정상적으로 갓과 자실층의 분화가 일어났고, 3000ppm에서는 갓이 작아진 반면 대의 신장이 현

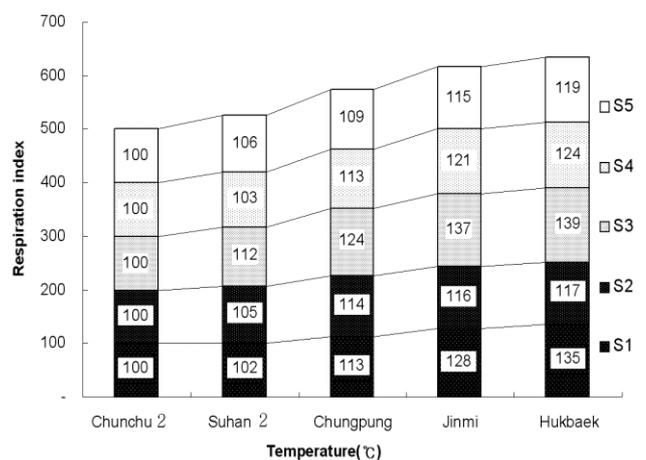


Fig. 3. Respiration index of oyster mushrooms

※ S1 : The stage of promordia induction,
 S2 : Primordia formation period
 S3 : The early stage of fruit-body,
 S4 : The meddle stage of fruit-body
 S5 : The end stage of fruit-body

※ Respiration index = (Respiration of Chunchu2 / Respiration of the other variety) × 100

저히 길어진다고 보고하였고, 하(2002) 등은 춘추2호의 생육적정 CO₂농도가 500~1000ppm 이었고, 1500ppm 이상에서는 품질이 떨어지는 경향을 나타낸다고 보고 하였는바 고품질버섯을 생산키 위해 3,000ppm이하로 이산화탄소 농도를 유지하는 것이 적합할 것으로 판단되며, CO₂발생량 및 O₂소비량을 고려하여 CO₂장해가 발생되지 않도록 버섯의 형태적 변화에 따라 환기량을 조절하는 것이 적합할 것으로 판단되었다.

또한 초발이 이후에는 춘추2호 및 4품종 모두 CO₂의 발생량이 증가하는 경향을 나타내고 있으므로 생육단계가 진전될수록 환기시간을 늘려야 하며, 새로운 품종 재배농가 및 처음 시작하는 버섯 재배농가의 적절한 환기를 위한 기초자료로서 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

생육온도가 증가함에 따라 CO₂(ppm/hr/m³/병)농도는 증가하였고, 생육단계별로는 생육후기에 가장 높은 경향을 나타내고 있으며, 품종별로 춘추2호<수한2호<청풍<진미<흑백 순으로 호흡량이 많은 경향을 나타내었다. 또한 생육온도가 높아짐에 따라 O₂(ppm/hr/m³/병)소비량은 증가하는 경향이었으며, 생육단계별로 생육후기에 가장 많이 소비되는 경향을 보이고 있고, 품종별로 춘추2호<수한2호<청풍<진미<흑백 순으로 소비된 O₂량이 많아지는 경향이였다. 그리고 느타리버섯의 생육적정 온도인 15℃에서의 호흡지수는 춘추2호가 500일 때, 수한2호 528, 청풍 573, 진미 617, 흑백 634로 신품종의 호흡지수는 춘추2호 보다 높은 경향을 나타내었다.

참고문헌

류재산, 김민근, 조숙현, 윤용철, 서원명, 이현숙. 2005. 큰느타리

- 버섯 재배의 최적 CO₂조건. 한국버섯학회지. 3(3) : 95-99.
 성재모, 유영복, 차동열. 1998. 버섯학. 교학사.
 윤선미, 주영철, 서건식, 지정현. 2006. 느타리버섯 자실체의 생육 및 미세구조에 미치는 온도의 영향. 생명과학회지. 16(2) : 225-230.
 지정현, 주영철, 최종인. 2004. 느타리버섯 신품종 육성연구 (I). 병재배용버섯 신품종 진미느타리버섯의 특성. 한국버섯학회지. 2(3) : 218-221.
 지정현, 주영철, 최종인. 2004. 느타리버섯 신품종 육성연구 (III). 병재배용버섯 신품종 흑백느타리버섯. 한국버섯학회. 2(4) : 225-227.
 하태문, 주영철, 지정현. 2002. 느타리버섯 병재배 안정생산 기술확립. 경기도농업기술원 시험연구보고서. pp. 733-776
 Lambert, E. B. 1933. Effect of excess carbon dioxide on growing mushrooms. J. agric. Res. 47 : 599-608.
 Niederpruem, D. J. 1963. Role of carbon dioxide in the control of fruiting of *Schizophyllum commune*. J. Bacteriol. 85 : 1300-1308.
 Stamets, P. 1983. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Tschierpe, H. J. 1959. Die Bedeutung des Kohlendioxyds für den Kulturchampignons, *Agaricus compestris* var. *bisporus*(L) Lge. Gartenbauwissenschaft. 24 : 18-75.
 Tschierpe, H. J. and Sinden 1964. Weitere Untersuchungen über die Bedeutung von Kohlendioxy für die Fluktifikation des Kulturchampignons, *Agaricus compestris* var. *bisporus*(L) Lge. Arch. Mikrobiol. 49 : 405-425.
 Tschierpe, H. J. and J. W. Sinden, 1965. Über leicht flüchtige Produkte des aeroben und anaeroben Stoffwechsels des Kulturchampignons, *Agaricus compestris* var. *bisporus*(L) Lge. Arch. Mikrobiol. 52:231-241.
 Zadrazil, F. 1975. Influence of CO₂ concentration on the mycelium growth of three *Pleurotus* species. European J. Appl. microbiol. 1 : 327-335.
 鈴木章. 1991. きのこ生産における栄養条件と環境制御 I-基礎篇., きのこの技術集談會編集委員會. きのこの基礎科学と最新技術. 農村文化社. 152-153.