

배양기간 중 차광처리가 느타리 발이 균일도 및 생육에 미치는 영향

정윤경* · 이윤혜 · 백일선 · 지정현 · 강영주

경기도농업기술원 버섯연구소

The Effect of Shading Treatment on the Uniform Primordium Formation and Development of *Pleurotus ostreatus* during Incubation

Yun-Kyoung Jung*, Yun-Hae Lee, Il-Sun Baek, Jeong-Hyun Chi and Young-Ju Kang

Mushroom Research Institute, GARES, Gwangju 464-873, Korea

ABSTRACT : The study was conducted to investigate the effect of shading treatment on the uniform primordium formation and development of fruit body during incubation of major cultivated oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Oyster mushrooms cultivars Suhan No. 1 and Gonji No. 7 were incubated while shading during different times in the incubation room wherein temperature of 20°C was maintained. Substrate temperature during incubation was increased to 24~25°C in 11~12 days for Suhan No. 1 and to 25~26°C in 11~12 days for Gonji No. 7 regardless of shading times. The CO₂ generation was the highest as 9~11% for Suhan No. 1 and 9~10% for Gonji No. 7 at the time of temperature increase the highest, while O₂ contents became decreased, thus constructed good environment for the growth of hyphae. Therefore, ratio of ununiform primordia formation was reduced by 20% as against control for Suhan No. 1 and by 13% for Gonji No. 7 when shading was applied from 10th day of inoculation with no difference in fruit body yield.

KEYWORDS : *Pleurotus ostreatus*, Shading treatment, Uniform primordium formation

느타리(*Pleurotus ostreatus*)는 주름버섯목(Agaricales) 느타리과(Pleurotaceae)에 속하는 사물기생균으로 한국을 비롯한 세계 각지에 분포한다[1]. 일반적으로 야생에서 버섯 자실체 형태는 대가 짧고 갓이 큰 특징을 가지고 있으나[2], 인공재배를 할 경우 광량이 줄고 이산화탄소 농도가 높아지면 야생종과는 달리 대가 길어지고 갓은 작아지는

특성을 나타낸다[3].

느타리의 인공재배 초기에는 간이 재배사를 이용한 환경 조건에서 원목이나 벚짚으로 재배가 되었으나, 배지제조, 균배양 등에 관한 연구[4], 병재배 수량증가에 적합한 배지개발[5], 이산화탄소의 농도조절을 위한 버섯재배사 자동 환기장치[6] 등 대량생산기반 연구를 통해 계획생산이 가능한 병재배법이 확대 보급되고 있다. 특히, 경기도내 느타리 생산량은 전국의 38%를 차지하는 주요 품목이며[7] 기계화를 기반으로 하는 병재배가 대부분을 차지한다.

최근에는 느타리 발생 및 생육에 적합한 LED 활용기술 개발로 약 30% 에너지 절감 효과 등이 보고되었고[8,9], 느타리는 다른 버섯품목보다 다양한 품종이 많이 육성되어 품종에 따른 배지조성과 생육조건에 관한 연구결과가 보고된 바 있다[10]. 국내에서 주로 재배하고 있는 수한계통과 최근 버섯연구소에서 육성한 곤지 7호 품종은 품질이 좋아 판매가격이 높으나[11] 발이현상이 다소 불균일하여 원기발생과 생육에 효율성을 높이는 보완 재배연구가 시급한 편이다. 측발이 현상은 균배양시 병내부 표면 일부분에

Kor. J. Mycol. 2014 September, 42(3): 247-252
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2014.42.3.247
pISSN 0253-651X • eISSN 2383-5249
© The Korean Society of Mycology

*Corresponding author
E-mail: lkunhyo@gg.go.kr

Received July 16, 2014
Revised September 23, 2014
Accepted September 24, 2014

©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.

서 버섯원기가 형성되어 균일한 생육 관리 효율을 저하시키는 요인 중의 하나이다. 특히, 발이 불균일 현상은 배양실 출입구 부근에서 발생이 많고, 적재되는 배지의 하단보다는 천장의 냉방기나 형광등 광원과 가까운 상단에서 많다는 경향이 보고되었다[12]. 이에, 본 연구는 느타리 배양과정 중 인위적인 차광조건이 버섯 발생량과 생육에 미치는 영향을 구명코자 수행한 결과이다.

시험버섯 및 시험배지

시험에 사용한 품종은 경기도농업기술원 버섯연구소에서 보유하고 있는 수한느타리 1호와 곤지 7호를 사용하였다. 시험균주는 PDA 평판배지에서 7일간 배양 후 대부분 배지를 500 mL 삼각플라스크에 250 mL씩 담아 121°C에서 40분간 살균 후 접종하여 10일간 배양한 후 액체 접종원으로 사용하였다. 톱밥 중균제조는 900 cc polypropylene 병에 미송톱밥과 미강 혼합배지(80:20, v/v)를 500 g 내외의 입병하여 고압살균 후 액체접종을 접종하여 30일간 배양하였다. 생육용 배지는 미송톱밥, 면실피, 비트펄프, 면실박을 무게비 48:31:12:9로 혼합하고 수분함량을 68% 내외로 조절하였으며 면실피는 하루 전날 물에 담가 불려 사용하였다. 입병량은 900 cc polypropylene 병에 630 g 내외로 담아 고압살균기에서 121°C, 90분간 살균하고, 20°C까지 냉각하여 종균을 병당 10~15 g씩 접종하였다.

배양조건 및 배양중 차광처리

배양실내 온도는 20°C를 유지하였으며 30일간 배양하였다. 소등되어 있는 배양실 조건에서 접종 후 0일처리는 농가 관행으로 차광을 하지 않았으며, 5일, 10일, 15일 후마다 99% 광이 차단되는 0.1 mm 진회색의 알루미늄 스크린 재질 차광막(Ultra-10plus, Severson, Kinna, Sweden)으로 종균접종 후 적재된 배지를 광이 완전히 차단되도록 하여 30일까지 유지시켰다. 배양기간 중 배지내 온도와 차광막 내부의 온도변화는 온도센서(BS1920, Bientron, USA)로 측정하였으며, 가스조성 변화는 병 내외 배양실로 구분하여 각각 CO₂와 O₂ 센서(PAQ, Gas Data Ltd, UK)를 이용하여

측정하였다. 온도는 배양기간 중 하루에 4회씩 자동 수집되도록 세팅한 후 배지내 온도센서는 배지 입병 후 중간부위에 위치하도록 삽입한 후 살균작업이 이루어지도록 하였고, 차광막 내부온도는 차광막 처리시기마다 적재된 배지 트레이 중앙에 배양완료 시점까지 두었다. 또한, 가스조성 변화는 매일 아침 9시와 오후 5시에 동일한 시간에 측정하였으며, 배양이 완료된 후에는 생육실에 입상하여 처리별 발이특성 및 생육특성을 관찰하였다. 발이시 환기환경은 CO₂ 농도 2,000±100 ppm으로 설정하였으며 발이된 후에는 CO₂ 800±100 ppm으로 하였다. 발이 후 생육온도는 17°C±1.0에서 수확시까지 매일 1°C씩 낮춰 13°C±1.0까지 관리하였고, 습도는 93~95% 내외로 유지하였다. 발이균일도는 입상 4일 후에 전체 조사병수 중 측발이 된 병수만 조사하였으며, 발이율도 입상 4일 후에 조사병수 중 발이가 70% 완료된 것만 조사하였다. 기타 생육특성조사 방법은 농업과학기술 연구 조사 분석기준[13]에 준하였다. 조사한 결과는 ANOVA 분석을 하였으며, 처리 평균간 비교를 위하여 Duncan's multiple range test(P=0.05), 최소 유의차(LSD)를 SAS 프로그램(SAS 6.12, SAS Institute Inc. 1989, Cary, NC, USA)으로 분석하였다[14].

배양특성

접종한 배지의 배양 중 차광처리별 배지 내 온도 변화는 Fig. 1과 같다. 20°C로 유지된 배양실에서 배지 내 온도는 차광처리 기간에 관계없이 수한 1호는 배양 11~12일에 24~25°C, 곤지 7호는 배양 11~12일에 25~26°C로 높은 온도 상승 곡선을 보였다. 또한, 차광막 내부의 온도 변화는 Fig. 2에서와 같이 두 품종 모두 전체 처리구에서 배지내 온도보다 1~2°C 높은 경향을 보였으며, 배양 0일 차광처리 대비 배양 5일과 10일 처리에서 병내의 균사생장이 가장 가장 빠른 11일을 경과하면서 온도상승이 더 높게 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 반면, 배양 15일 차광처리에서는 균사생장 초기가 경과된 시기로 수한 1호는 다른 처리와 유사한 온도 하강곡선을 보여준 반면, 곤지 7호는 처리 직후 1일간만 온도상승을 보이다 급격하게 감소되는 경

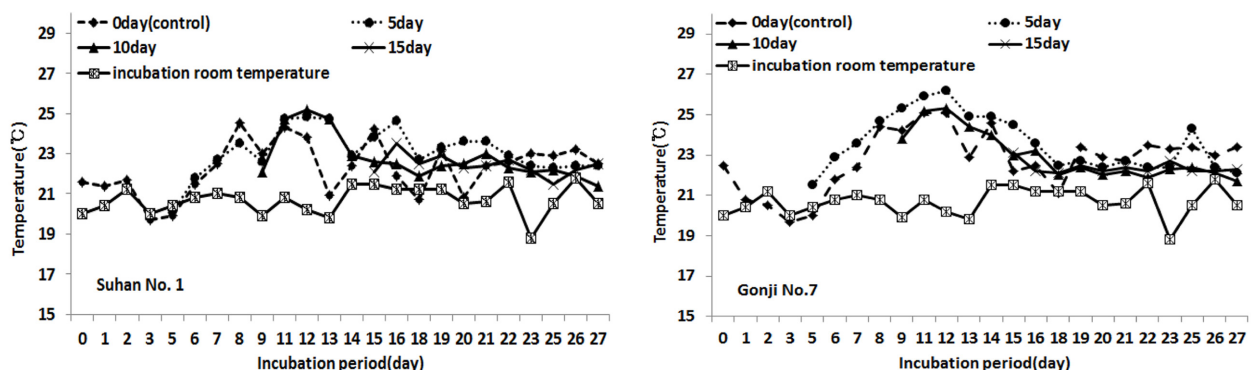


Fig. 1. Changes of substrate temperature in *Pleurotus ostreatus* during incubation period.

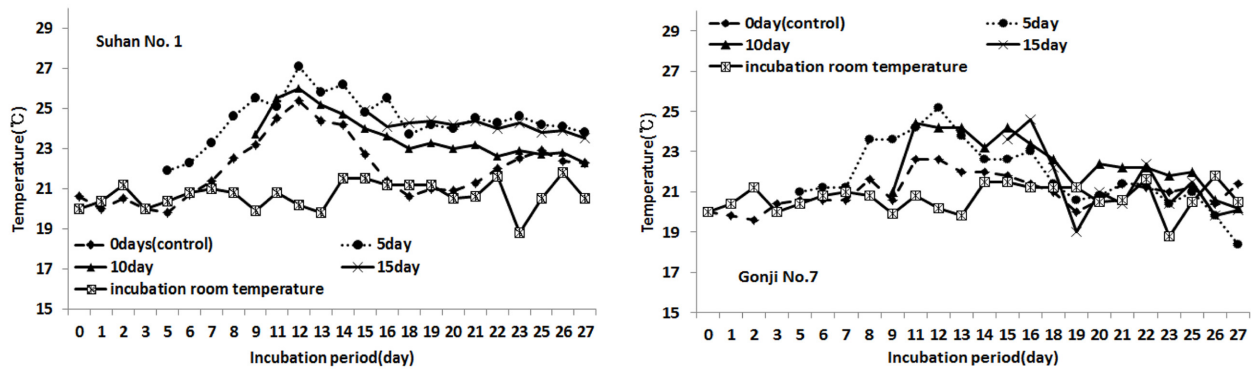


Fig. 2. Changes of inner temperature of shading sheet in *Pleurotus ostreatus* during incubation period.

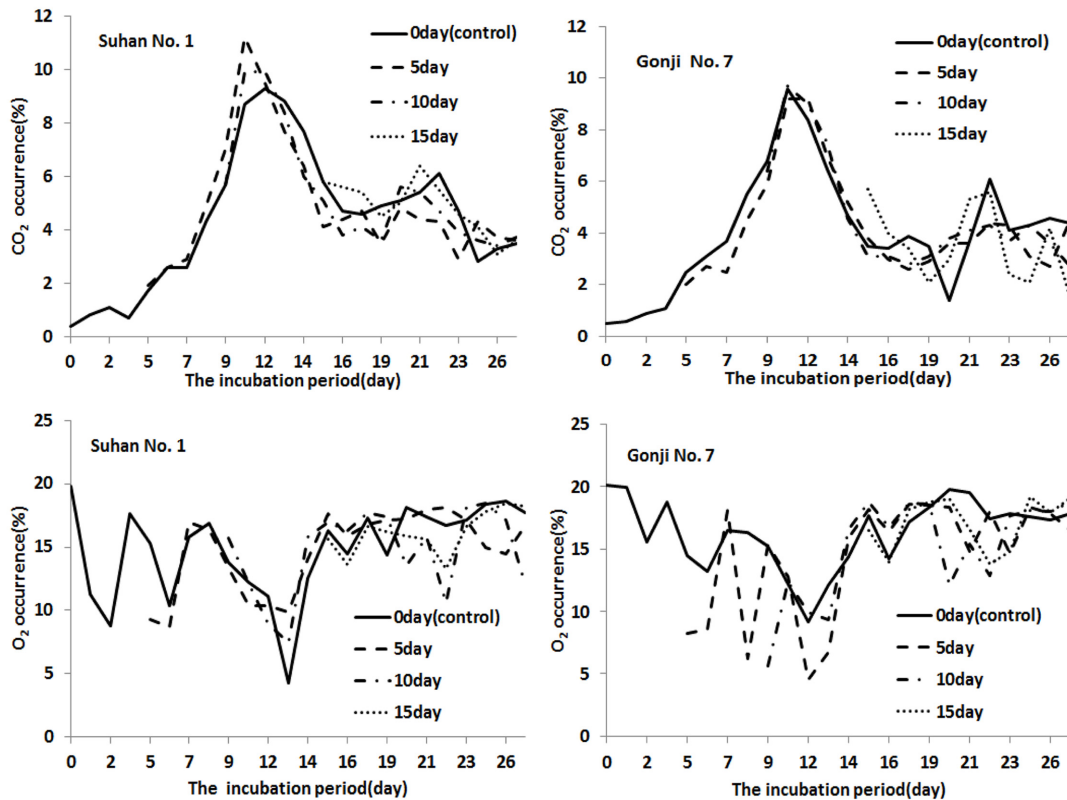


Fig. 3. Changes of CO₂ and O₂ occurrence of substrate in *Pleurotus ostreatus* during incubation period.

향을 보여 수한 1호보다는 곤지 7호의 배양이 하루 늦은 경향임을 알 수 있었다. Chang 등[15]은 다양한 종류의 느타리 중 *Pleurotus ostreatus*의 균사생장 최적온도는 30°C라고 하였으며, Hong 등[16]은 배양실 온도보다 5°C 가량 높은 25°C에서 균사배양을 한 후 버섯을 발생시켰을 때 수량이 가장 높다고 보고하였고, Cha 등[17]은 균사생장에 알맞은 온도는 25~27°C이나 실제 배양실 온도는 20~25°C를 유지해야 한다고 보고한 바 차광처리에 의한 차광막 내부 온도 상승은 느타리 균사배양에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 또한, Stainer 등[18]은 균사 배양중 배

지 내 온도상승은 버섯균사의 대사활동에 의한 결과로 균사체가 배지내 양분을 흡수, 분해하면서 에너지를 발생시키고 산소가 존재하는 상태에서는 TCA, HMP, EDP 경로를 거치면서 EMP 경로의 18배 많은 에너지가 발생된다고 하였다. 따라서, 배양중인 배지의 온도 상승은 균사의 생장 및 배양이 양호하게 이루어지고 있음을 시사하는 것이며 배지온도의 상승 속도와 균사배양은 비례한다고 할 수 있다.

배양중 차광처리에 따른 배지내 가스조성(Fig. 3)은 수한 1호의 경우 배양 9~13일에 CO₂는 5일과 10일 차광처리에

Table 1. The primordia and fruit body growing characteristics of *Pleurotus ostreatus* according to shading treatment days

The time of shading Treatment ¹⁾	Cultivars	Ratio of mycelial growth (%)	Ratio of ununiformal primordia formation (%)	The period of pinheading	Ratio of non commercial fruit body(%)	No. of available stipe (No./bottle)	Yield (g/bottle)
Control (0 days) ²⁾	Suhan No.1	85 ± 3.13 ^{3) 4)}	58 ^a	4	10 ^a	25 ± 4.0 ^a	144 ± 13.0 ^a
	Gonji No.7	79 ± 4.2 ^a	75 ^a	4	16 ^a	27 ± 5.5 ^a	150 ± 11.9 ^a
5 days	Suhan No.1	87 ± 2.8 ^a	31 ^b	4	4 ^b	25 ± 4.8 ^a	147 ± 12.6 ^a
	Gonji No.7	81 ± 4.0 ^a	28 ^b	4	6 ^{bc}	27 ± 3.4 ^a	155 ± 13.4 ^a
10 days	Suhan No.1	85 ± 3.0 ^a	20 ^c	4	4 ^b	24 ± 4.8 ^a	146 ± 15.1 ^a
	Gonji No.7	82 ± 4.0 ^a	13 ^c	4	4 ^c	28 ± 4.5 ^a	155 ± 14.1 ^a
15 days	Suhan No.1	79 ± 3.5 ^{ab}	33 ^b	4	5 ^b	25 ± 4.7 ^a	147 ± 15.9 ^a
	Gonji No.7	80 ± 4.2 ^a	31 ^b	4	7 ^b	28 ± 4.7 ^a	157 ± 18.4 ^a

¹⁾ After inoculation day, ²⁾ Non-shading treatment, ³⁾ Each value represents the mean±standard deviation, ⁴⁾ Mean separation within rows by Duncan's new multiple range tests at $P=0.05$

서 대조구 9% 대비 각각 11%, 10% 수준을 보여준 반면, O₂는 대조구 4% 대비 5일과 10일처리에서는 각각 9%, 11%로 낮았다. 곤지 7호의 경우 배양 11~13일에 차광 5일과 10일처리에서 대조구와 유사한 10%의 CO₂가 발생하는 반면, O₂는 대조구 10% 대비 5일처리에서는 5%까지 감소되고 10일 처리에서는 배양 13일에 가장 낮은 10%를 나타냈다. 버섯균이 배양중에 발생하는 CO₂량은 배양온도, 배지 조성, 종균접종량 등에 따라 다르나[19] 버섯균사의 생장에 가장 큰 영향을 미친다고 하였으나 품종에 따라서도 많은 차이가 있었다. 일반적으로 버섯은 식물과는 다르게 엽록소가 없어 광합성을 하지 않으나, 춘추 느타리의 경우 접종 7일 전후부터 배지내 양분을 분해하면서 배지내 온도가 상승하는 시점인 9~13일경에 산소를 가장 많이 흡수하는 반면, 이산화탄소는 가장 많이 배출하다가 점차 감소하는 패턴을 보이며 균사배양이 완료된다고 한 보고와 유사하였다[20].

배양 중 99% 광차단을 위한 차광처리에 따른 생육결과 (Table 1), 접종 후 14일에 병내 균사발생율은 두 품종 모두 대조구 대비 5일과 10일 차광처리시 약간 높거나 유사한 경향을 보였다. 임상 4일후에 원기형성이 불균일하게 이루어지는 발이 불균일도는 배양 10일차 차광막 처리에서 수한 1호 20%, 곤지 7호 13%로 대조구와 다른 처리에 비해 적었다. 비상품율도 대조구에 비해 수한 1호는 6%, 곤지 7호는 12%까지 감소되었다. 유효경수는 대조구에서 수한 1호는 25개, 곤지 7호는 27개로 처리에 따른 차이는 없었으며 자실체 수량도 대등한 경향을 보여주었다.

이에, 배양중 발이 균일성 향상을 위한 본 시험의 차광 조건 이외에도 후배양 조건, 습도, 가스환경 등의 다각적인 요인구명을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 결론적으로, 느타리는 30일 배양기간중 접종 후 10일부터 광차단용 암막으로 배지를 씌워주면, 불균일한 발이 정도가 감소되어 (Fig. 4, Fig. 5) 자실체 수확시 상품화율도

**Fig. 4.** Effects of uniform primordium formation according to shading treatment in *Pleurotus ostreatus* during 30 days incubation; non shading treatment and primordia (A), shading treatment and primordia (B).

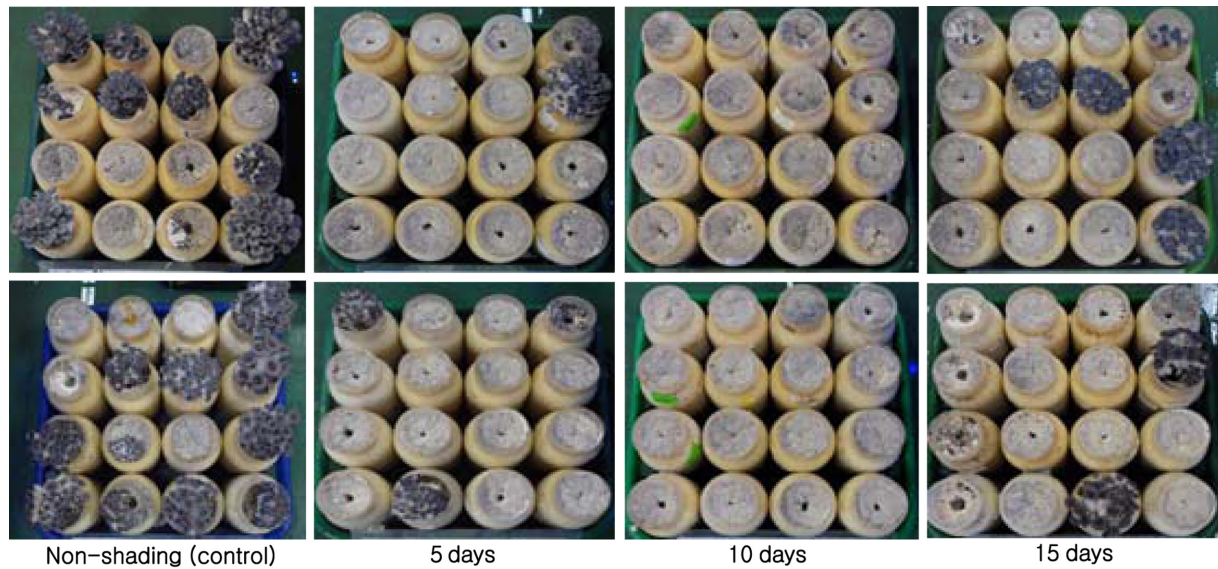


Fig. 5. Effects of uniform primordium formation according to shading day treatments after inoculation in *Pleurotus ostreatus* during 30 days incubation ; Suhan No. 1 (up) and Gonji No. 7 (down).

높일 수 있었다.

적 요

느타리 주요 재배품종의 균사배양중 차광처리가 발이 균일도 및 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. 배양중 수한 1호의 배지내 온도는 차광처리 시기에 관계없이 11~12일에, 24~25°C, 곤지 7호는 11~12일에 25~26°C로 상승하였다. 온도가 가장 높게 상승되는 시점에서 수한 1호의 CO₂는 9~11%, 곤지 7호는 9~10% 발생되는 반면, O₂는 낮아지는 경향을 보여 균사생장에 좋은 조건이 이루어지고 있었다. 특히, 접종 후 배양 10일부터 차광처리시 수한 1호는 무처리 대비 20%, 곤지 7호는 13%까지 발이 불균일이 감소하면서 발이 균일도가 가장 양호하였으며, 수량에도 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009437) 연구지원에 의해 수행된 결과입니다.

REFERENCES

1. Lee TS. The full list of recorded mushrooms in Korea. Kor J Mycol 1990;8:233-59.
2. Hisahiko F. Mushroom studies. The public publishing co. 1992;450.
3. Paul S. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten speed press 1993;46-150.
4. Park YH, Chang HG, Ko SJ. The effects of the quantities of the rice straw substrates and spawn on the yield of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. Kor J Mycol 1977;5:1-5.
5. Park YH, Go SJ, Kim DS. Studies on the cultivation of oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quel. The research reports of the O.R.D. 1975:103-7.
6. Choi GJ. Environmental management automation research of mushroom cultivation. Institute of Agricultural Engineering of RDA. Annual Agricultural Research Report 2005;147-56.
7. MAFRA. Present situation and issues of mushroom industry: 2013.
8. Jang MJ, Lee HB, Lee YH, Kim JH, Ju YC. LED condition of primordia and growth in *Pleurotus ostreatus*. GARES. Annual Agricultural Research Report 2010;430-43.
9. Jang MJ, Lee HB, Lee YH, Kim JH, Ju YC. Mushroom growth characteristic by LED light mixer treatment. GARES. Annual Agricultural Research Report 2011;673-82.
10. Rural Development Administration (RDA). Agricultural experiment investigation standard. Suwon. 2003;151-61.
11. Seoul agro-Fisheries & Food Corporation. Wholesale price overview (Internet); 2013. Available from http://www.garak.co.kr/gongsa/jsp/yt/carryin/main_detail_garak.csp
12. Lee YH, Jeoung YK, Baek IS, Lee HB. The effects of uniform primordia formation in *Pleurotus ostreatus* according to the light condition. Kor Soc Mushroom Sci 2013;17:136
13. Rural Development Administration (RDA). Manual for agricultural investigation. Suwon. 2012.
14. SAS, SAS/STAT User's Guide, version 6, vol. 2, 4th ed. SAS Institute, Cary, NC. 2009.
15. Chang HC, Park YH, Kim YS. Basic informations on the characteristics of strains of oyster mushroom. Kor J Mycol 1981; 9:129-32.
16. Hong JS, Kang KH. Studies on basidiomycetes (I). On the mycelium growth of *Agaricus bitorquatus* and *Pleurotus ostreatus*. Kor J Mycol 1981;11:121-8.
17. Cha DY, Yu CH, Kim GP. The new cultivation of mushroom. RDA. Suwon. 1989;335-53.

18. Stainer RY, Adlberg EA, Ingraham JL. The Microbial World, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey; 1976;327-629.
19. Zadrazil F. The ecology on industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. Mushroom Sci 1974;9:621-52.
20. Ha TM, Ji JH, Kim HD. Study on the proper primordial period according to incubation temperatures for oyster mushroom. GARES. Annual Agricultural Research Report 2001; 502-23.