

느타리 봉지재배시 배지질소함량이 수량에 미치는 영향

이안수¹ · 이재홍¹ · 원헌섭¹ · 황세정¹ · 이광재¹ · 방경린¹ · 김기선¹ · 모영문²

¹강원도농업기술원 환경농업연구과

²강원도농업기술원 인삼약초연구소

Effect of nitrogen content in media on yield of *Pleurotus ostreatus* in bag culture

An-Soo Lee¹, Jae-Hong Lee¹, Heon-Seop Won¹, Se-Jeong Hwang¹, Ki-Sun Kim¹, Kwang-Jae Lee¹, Kyeong-Rin Bang¹, and Young-Moon Mo²

¹Agricultural Environment Research Division, Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, Chuncheon, 24226, Korea

²Ginseng and Medicinal Herb experiment Station, Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, Cheorwon, 24054, Korea

ABSTRACT: We analyzed the relationship between the main chemical properties (pH, total nitrogen content, total carbon content, and CN ratio) of sterilized medium and mushroom yields in 1 kg bag culture of *Pleurotus ostreatus*. The mushroom yields appeared to be highly correlated with the pH, total nitrogen content, and CN ratio, and were the highest under a total nitrogen content of 2.0–2.2% and a the CN ratio of 20–22.5. However, of the three parameters, total nitrogen content showed the highest correlation with the mushroom yield. The coefficient of determination(r^2) between the total nitrogen content and the sum of the yield was 0.931, while that of the pH and CN ratio was relatively low. The nitrogen content of the medium was the most important factor in determining the yield of oyster mushrooms.

KEYWORDS: Bag culture, Chemical property, *Pleurotus ostreatus*, Yield

느타리는 국내 생산 및 소비량이 가장 많은 버섯으로, 원목·균상·상자·봉지·병으로 재배되는데, 연중생산과 안정성이 비교적 우수한 병재배와 봉지재배가 주류를 이룬다.

최근 느타리 가격은 하락하는 반면, 배지재료비 등 생산비는 지속적으로 상승하고 있어 수익성은 악화되고 있다.

또한 느타리 배지재료들 중에서 톱밥을 제외한 대부분의 재료가 수입에 의존하고 있고, 가격도 높다는 점은 느타리의 수익성을 악화시키는 원인 중 하나이므로 기존재료를 활용한 생산성 극대화 방안, 새로운 배지재료 탐색 등 다양한 연구들이 수행되어 왔다.

느타리 재배용 미루나무와 미송톱밥을 대체하기 위하여 간벌 소나무(Lee *et al.*, 2018), 윗나무(Lee *et al.*, 2014), 산겨릅나무(Lee *et al.*, 2013), 구지뽕나무(Lee *et al.*, 2012), 팽연왕겨·코코피트·코코넛나무톱밥(Jang *et al.*, 2010), 콘코브(Kim *et al.*, 2011) 등에 대한 연구가 수행되었다. 느타리 재배 시 영양원으로 주로 이용되고 있는 면실박을 대체하기 위하여 보리가루(Lee *et al.*, 2017), 케이크박(Won *et al.*, 2010), 아주까리박·유채박·야자박·코코넛박(Kim *et al.*, 2005), 알팔파펠렛·옥수수주정박·카사바주정박(Jang *et al.*, 2014a) 등의 연구결과를 보고되었다. 또한 비트펄프를 대체하기 위하여 열매탈과팜이삭을 연구한 결과, 수량성이 우수하였다고 보고되었다(Kang *et al.*, 2014).

농산부산물을 느타리 배지재료로 활용하기 위하여 한약재인 단삼의 부산물을 병당 5 g 첨가 시 수확량이 우수하

J. Mushrooms 2021 March, 19(1):71-75
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2021.19.1.71>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

An-Soo Lee(Researcher), Jae-Hong Lee(Researcher), Heon-Seop Won(Researcher), Se-Jeong Hwang(Researcher), Ki-Sun Kim(Senior Researcher), Kwang-Jae Lee(Researcher), Kyeong-Rin Bang(Researcher), and Young-Moon Mo(Researcher)

*Corresponding author
 E-mail : las9642@korea.kr
 Tel : +82-33-248-6103

Received February 10, 2021
 Revised February 20, 2021
 Accepted March 9, 2021

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.

였다(Lee *et al.*, 2015)고 하였고, 버섯 수확후배지를 재활용하기 위한 연구들(Baek *et al.*, 2018; Cheong *et al.*, 2012)도 보고된 바 있다.

Lee 등(2001)은 봉지재배 시 배지직경과 배지량에 관한 연구결과를 보고하였다. Jang 등(2014b)은 LED 청백광 하에서 느타리의 상품수량이 높다고 하였다.

본 연구에서는 느타리 배지재료의 화학성과 영양원이 수량에 미치는 영향을 제시하고자 봉지재배로 시험한 결과를 보고하고자 한다.

시험균주는 2020년 강원도농업기술원에서 육성한 느타리 신품종 ‘영산’을 이용하였다. 영산을 시험품종으로 선택한 이유는 육성과정에서 기형버섯이 없고 환기가 불량했던 환경에서도 정상 수확되는 등 스트레스에 강한 특성을 보였기에 본 연구에서 배지 외 다른 요인의 영향을 최소화하기 위함이었다. PDA(potato dextrose agar) 배지에서 증식시켜 톱밥종균을 제조하여 접종원으로 사용하였다. 톱밥종균의 조성은 부피비로서 미루나무톱밥 85%와 미강 15%를 혼합 후 수분을 62% 내외로 조절하였다. 살균은 121°C에서 90분간 실시하였고, 접종원을 첨가한 뒤에 온도 22°C, 습도 약 70%의 배양실에서 30일 정도 배양하였다가 저온저장하면서 종균으로 사용하였다.

느타리 배지재료 중 배지의 질소함량을 달리하기 위하여 주재료는 은사시톱밥과 면실피를 1:5의 비율로 고정하고, 비트펄프·면실박·케이폭박·맥주박의 비율을 Table 1과 같이 8처리로 조성하였다. 배지재료는 건조부피를 기준으로 혼합하였다. 수분함량이 약 65%로 조절된 혼합배지를 1 kg씩 PP봉지에 충전하고, 고압살균기에 넣고 102°C에서 배기하면서 120분간 예비살균한 후, 121°C에 90분간 살균하였다.

혼합배지는 입봉 및 살균 후 60°C에 48시간 이상 건조하여 분석에 이용하였다. pH는 혼합배지 5 g을 채취하고 증류수 25 ml를 가하여 pH 전극(ORION 3STAR, USA)을 이용하여 측정하였다. 총질소 및 총탄소는 ELEMENTAR사

의 원소분석기(Vario Max CN)를 이용하여 2반복으로 조사하였다. pH, 총질소, 총탄소함량은 SAS 통계분석 프로그램으로 유의성을 검정하였다.

살균 후 냉각된 봉지배지에 느타리 톱밥종균을 약 10 g 씩 접종하였고 30일간 배양실(22°C, 암조건)에서 배양하였다. 배양이 완료된 배지를 생육실로 옮겨서 일 14시간 조명, 온도 17°C, 습도 95%, CO₂ 농도 1,500 ppm의 환경에서 발이와 생육을 유도하였다. 봉지의 측면을 +형태로 절개하였고, 약 7일후 1주기 버섯을 수확하여 갯직경, 대 길이, 대굵기와 수량을 조사하였다. 1주기 수확 후 생육환경을 그대로 유지한 후 2주기 버섯을 발생, 수확하여 수량성을 조사하였다. 버섯조사는 3반복으로 진행하였고 수량은 SAS 통계분석 프로그램으로 유의차를 검정하였다.

혼합배지의 주요 화학성은 Table 2와 같다. 배지의 pH는 4.66~4.98 사이에 분포하였다. 8종의 혼합배지에서 톱밥과 면실피(주재료)의 혼합비율은 동일하고 영양원의 혼합비율만을 달리하였다. 따라서 총질소함량이 1.58~2.25%로 비교적 다양하게 나타났고 총탄소함량은 43.8~44.8%이었으며, 이에 따른 CN율은 19.4~27.9의 범위를 보였다. pH, 총질소 및 총탄소 함량에 대하여 통계처리한 결과, 혼합배지별로 pH와 총질소 함량에서 유의한 차이가 나타났다.

혼합배지별 버섯 생육과 수량 조사결과는 Table 3에 나타내었다. 버섯 수확량은 혼합배지들간에 다소 차이는 있었지만, 1주기 수량이 251~349 g/봉으로 약 78%을 차지하고 있었고 2주기 수량은 69~115 g/봉으로 약 22%였다. 혼합배지별 수량합계에 대한 통계처리한 결과 유의한 차이가 나타났다.

혼합배지의 주요 화학성과 버섯 수량간 2차 함수식의 결정계수를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

혼합배지의 pH는 4.66~4.98의 범위 내에서 총질소량과 높은 정의 상관을 보였는데, 이에 따라 동일한 범위 내에

Table 1. Mixed ratio(v/v) of media materials for cultivation of *P. ostreatus*

Substrate	Main-substrates			Source of nutrients		
	Sawdust	Cottonseed hull	Beetpulp	Cotton seed meal	Kapok cake	Beer cake
M1	1	5	3	1		
M2	1	5	3	0.5		
M3	1	5	3		1	
M4	1	5	3		0.5	
M5	1	5	2			2
M6	1	5	2			1
M7	1	5	2		1	1
M8	1	5	2		0.5	1

Table 2. Main chemical properties of mixed media

Substrate	pH (1:5)	Total nitrogen (%)	Total carbon (%)	C/N ratio
M1	4.93 ab [‡]	2.19 b	44.2 a	20.2
M2	4.83 c	1.86 d	43.8 a	23.5
M3	4.98 a	2.25 a	43.8 a	19.4
M4	4.89 b	1.78 e	44.1 a	24.8
M5	4.75 d	1.60 f	44.5 a	27.9
M6	4.66 e	1.58 f	44.1 a	27.9
M7	4.93 ab	2.22 ab	44.6 a	20.1
M8	4.91 b	1.97 c	44.4 a	22.5
Range	4.66~4.98	1.58~2.25	43.8~44.8	19.4~27.9

[‡] The same letter indicated not significantly differed(Duncan’s test, *p*<0.05)

Table 3. Characteristics of the growth and yield of *P. ostreatus*

Substrate	Pileous width (mm)	Stipe length (mm)	Stipe thickness (mm)	Yield(g/bag)		
				1st	2nd	Sum
M1	32.3	65.1	10.2	311	115	425 abc*
M2	33.7	65.9	10.5	324	94	417 bcd
M3	32.7	69.9	10.5	323	88	411 cd
M4	31.0	66.7	10.0	315	93	409 d
M5	40.8	67.1	10.3	299	69	368 e
M6	38.0	66.8	10.1	251	82	333 f
M7	33.7	70.5	11.1	336	98	435 a
M8	38.0	68.0	11.4	349	79	428 ab
Range	31.0~40.8	65.1~70.5	10.1~11.4	251~349	69~115	333~435

* The same letter indicated not significantly differed(Duncan's test, $p < 0.05$)

서 CN율과는 높은 부의 상관을 보였다(Fig. 1). pH는 수량과 매우 높은 상관을 보였는데, 변곡점이 나타났다고 확신하기는 어렵지만 4.9~5.0에서 수량이 가장 높게 나타났다(Fig. 2). Ha *et al.*(2006)는 느타리 균상재배용 폐면 발효배지로 시험한 결과, pH 4, 5에서는 배양 및 발이기간이 길고 수량도 떨어졌지만, pH 6~9 범위에서는 큰 차이 없이 수량 등이 양호하였다고 하였는데, 본 연구의 결과와는 다소 달랐다. 이러한 차이는 발효배지와 살균배지간의 물리성과 미생물상이 다른 것이 이유가 될 수 있을 것으로 추정된다.

느타리 1주기 수량과 1·2주기 수량 합계는 pH, 총질소함

량 및 CN율과 높은 상관을 보였다. 2주기 버섯 수량은 CN율과 상관이 나타났을 뿐이지만, 수량합계가 pH, 총질소함량 및 CN율과의 결정계수가 모두 1주기 수량보다 더 높게 나타난 점으로 보아 1주기보다는 미약하지만 2주기 수량에서도 배지 화학성의 영향이 나타났다고 볼 수 있었다.

총질소 함량과 수량합계, CN율과 수량합계간의 관계를 Fig. 3에 나타내었다. 버섯 수량합계는 총질소 함량과 CN율 모두와 매우 높은 상관을 보였다. 질소함량은 2.0~2.2% 구간에서, CN율은 20~22.5 구간에서 가장 높은 수량을 나타내었다. 수량과 관련 있는 질소함량과 CN율의 구간은 품종 특성, 배지의 종류, 생육환경 등 조건에 따라

Table 4. Coefficient of determination(r^2) between main chemical properties of substrates and mushroom yields

Division	pH	TN*	TC	C/N	Y_{1st}	Y_{2nd}	Y_{sum}
pH	-	0.869**	0.051	0.881**	0.844**	0.280	0.924**
TN		-	0.025	0.997**	0.754**	0.433	0.931**
TC			-	0.147	0.227	0.048	0.113
C/N				-	0.700**	0.452*	0.907**
Y_{1st}					-	0.115	0.863**
Y_{2nd}						-	0.348

* : significant at 5%, ** : significant at 1%

Abbreviation : Y_{1st} (Yield of 1st cycle), Y_{2nd} (Yield of 2nd cycle), Y_{sum} (sum of Y_{1st} and Y_{2nd})

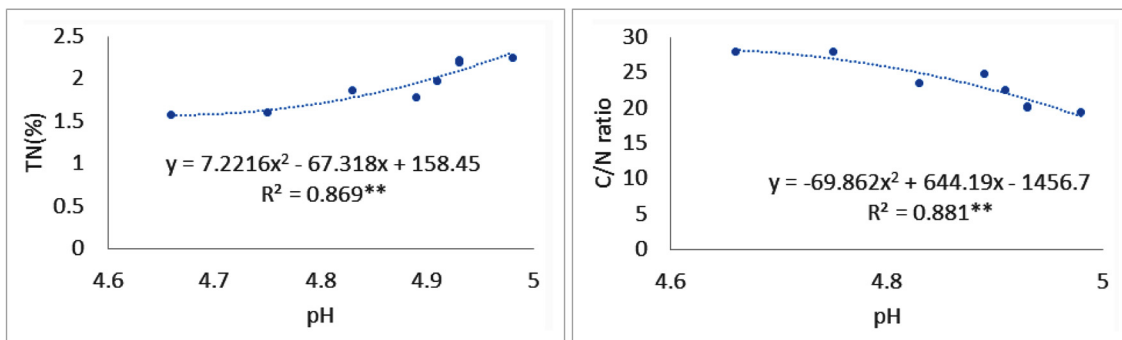


Fig. 1. Relationships between pH and total nitrogen (left), pH and C/N ratio (right).

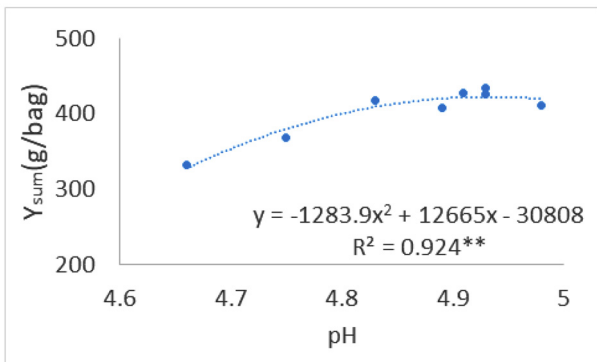


Fig. 2. Relationship between pH and sum of yield of *P. ostreatus*.

달라질 수 있을 것으로 판단되며, 본 연구에서는 질소 함량과 CN율이 수량에 매우 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. Lee *et al.*(2020)가 배지의 총질소함량이 산느타리 수량에 매우 큰 영향을 준다는 보고와 같은 비슷한 결과를 보였다.

다른 연구자들이 배지의 이화학적성과 버섯 수량간의 관계를 분석한 결과는 찾아보기 어려웠다. Kim *et al.*(2008)이 배지의 이화학적성과 잎새버섯 수량간의 상관관계를 분석하였지만, 조사 샘플수는 적고 질소함량의 범위가 0.74~1.42%로 전체적으로 낮았기에 유의한 결과를 얻지 못한 것으로 보였다. 본 연구에서는 샘플수가 보다 많고 질소 함량 범위는 1.58~2.25로 적당하여 느타리 수량과의 관계에서 변곡점을 얻을 수 있었고, 높은 상관관계가 나타날 수 있었다. 앞으로 버섯배지의 이화학적성과 수량에 관한 더 많은 연구가 기대된다.

적 요

느타리 1 kg 봉지재배를 통해 살균배지의 주요 화학성과 2주기까지의 버섯 수량간 관계를 분석한 결과, 버섯 수확량은 pH, 총질소 함량, CN율과 2차 함수식에서 매우 높은 상관성을 보였다. pH는 4.9~5.0의 범위에서, 총 질소

량은 2.0~2.2%에서, CN율은 20~22.5에서 가장 높은 수확성을 보였다. 1주기 버섯은 pH, 총질소량 및 CN율과 높은 상관성을 보였고 2주기 버섯은 CN율 외에는 상관성이 나타나지 않았다. 그러나 수량합계가 1주기 수량보다 3종의 화학성과의 관계에서 모두 더 높은 상관성이 나타났다. 그리하여 본 연구에서 배지의 pH, 총질소 함량 및 CN율은 전 수확기간에 걸쳐서 버섯수량에 큰 영향을 미친다는 결론을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제(PJ01341104)에서 이루어진 결과입니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

Baek IS, Kim JH, Lee YS, Shin BE, Lee YH, Lee YS. 2018. Yield characteristics of *Pleurotus ostreatus* according to the use of spent mushroom substrate with high nitrogen content. *J. Mushrooms* 16: 257-262.

Cheong JC, Lee CJ, Shin PG, Suh JS. 2012. Recycling post-harvest medium from bottle cultivation for Oyster mushroom. *J. Mushrooms* 10: 167-173.

Ha TM, Jang MJ, Ji JH. 2006. Development of simplified diagnosis technology for fermentation of *Pleurotus ostreatus*. 2005 Test research report of Kyonggi-do ARES : 830-842.

Jang MJ, Lee YH, Ju YC. 2010. Selection of an substitute sawdust material in *Pleurotus ostreatus* by bottle cultivation. *Kor. J. Mycol.* 38: 142-145.

Jang MJ, Lee YH. 2014a. Effect of nutrient substrates on *Pleurotus ostreatus* in bottle culture. *J. Mushrooms* 12: 367-370.

Jang MJ, Lee YH. 2014b. The suitable mixed LED and light intensity for cultivation of oyster mushroom. *J. Mushrooms* 12: 258-262

Kang MG, Kim WH, Park JH, Kim SH, Park SH, Woo JH, Choi SY, Park SD. 2014. Substitution effect of PEFB (Palm empty fruit bunch) for beet pulp in bottle cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *J. Mushrooms* 12: 12-16.

Kim JH, Choi JI, Lee YH, Moon YH, Ju YC. 2011. Screening of optimum nutrient supplement of corncob as a main substrate for bottle culture of oyster mushrooms. *J. Mushrooms* 9: 166-

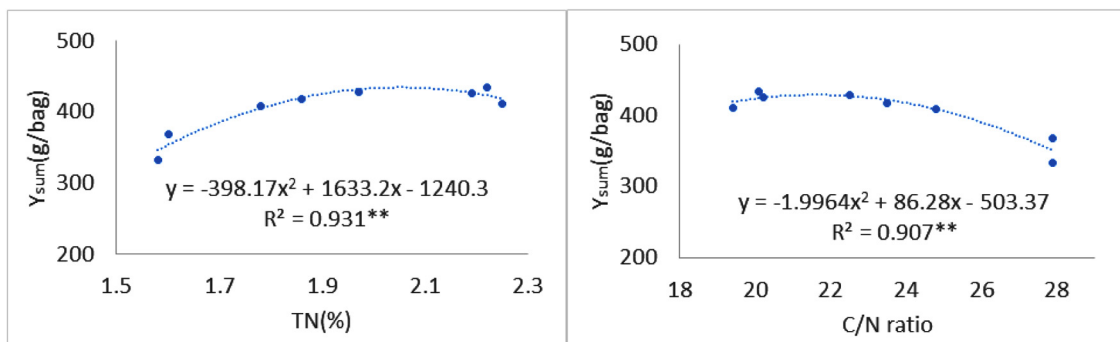


Fig. 3. Relationships between total nitrogen and sum of yield(left), C/N ratio and sum of yield(right).

- 169.
- Kim JH, Ha TM, Ju YC. 2005. Selection of substitute medium of cotton seed pomace on the oyster mushroom for bottle cultivation. *J. Mushrooms* 3: 105-108.
- Kim JH, Choi JI, Chi JH, Won SY, Seo GS, Ju YC. 2008. Investigation on favorable substrate formulation for bag cultivation of *Grifola frondosa*. *Kor. J. Mycol.* 36: 26-30.
- Lee AS, Lee JH, Won HS, Whang SJ, Jung TS, Hong DK. 2020. Relationship between chemicals in substrates and yield of *Pleurotus pulmonarius*. *J. Mushrooms* 18: 135-140.
- Lee CJ, Jhune CS, Jeong JC, Kong WS, Seo JS, Park KC, Park CK, Shin YS. 2012. Cultural characteristics of oyster mushroom on addition rate of *Cudrania tricuspidata*. *J. Mushrooms* 10: 129-135.
- Lee CJ, Jhune CS, Jeong JC, Moon JW, Kong WS, Seo JS, Park KC, Shin YS. 2013. Characteristics of culture of oyster mushroom on addition rate of *Acer tegmentosum*. *Kor. J. Mycol.* 41: 21-27.
- Lee CJ, Lee EJ, Park HS, Kong WS. 2018. Growth characteristics and productivity of oyster mushrooms after adding pine tree sawdust obtaining from thinning out trees in a forest. *J. Mushrooms* 16: 338-341.
- Lee CJ, Lee UJ, Park HS, Kong WS. 2017. Growth characteristics of oyster mushrooms upon addition of barley flour as a substitute for cotton seed meal. *J. Mushrooms* 15: 145-149.
- Lee CJ, Moon JW, Yoo YM, Han JY, Cheong JC, Kong WS, Kim YG, Yoo YJ. 2015. Growth characteristics and productivity of oyster mushroom according to adding of *Salvia miltiorrhiza*. *J. Mushrooms* 13: 262-265.
- Lee CJ, Yoo YM, Han JY, Cheong JC, Jhune CS, Moon JW, Kong WS, Suh JS. 2014. Growth characteristics and productivity of oyster mushrooms according to adding of *Rhus vemiciflua* sawdust. *J. Mushrooms* 12: 232-235.
- Lee HD, Kim HK, Kim YG, Lee GS. 2001. Bottle cultivation of *Pleurotus ostreatus*, *Agrocybe aegerita* and *Ganoderma lucidum* by using rice hull media. *Korean J. Plant. Res.* 14: 213-219.
- Lee YH, Son SK. 2001. A study on the amount and the form of media for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. 2000 Test research report of Kyonggi-do ARES : 568-577.
- Won SY, Lee YH, Jeon DH, Ju YC, Lee YB. 2010. Development for new mushroom substrate using Kapok seedcake for bottle culture of oyster mushroom. *Kor. J. Mycol.* 38: 130-135.