Journal of Mushroom Science and Production
Vol. 3, No 2, p75-78 June 2005
Copyright ⓒ 2005 by The Korean Society of Mushroom Science
Printed in S. KOREA

노랑느타리버섯(*Pleurotus cornucopiae*)의 영양원에 관한 연구

장인자[1] · 정기철[2] · 장현유*

[1] 전남대학교 대학원 생명공학과, [2] 전남대학교 생명과학기술학부 생명공학연구소,
*한국농업전문학교 특용작물학과

Studies on the nutrients sources of *Pleurotus cornucopiae*

In-Ja Jang[1], Ki-Chul Chung[2] and Hyun-You Chang*

[1] *Dep. of Biotechnology, Graduate School, Chonnam National University, Gwangju 500-797, Korea,*
[2] *School of Biological Sciences and Technology and Biotechnology Research Institute,*
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
**Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College, Hwasung 445 - 890, Korea*

ABSTRACT : The results of studies for determining the nutrients sources of mycelial growth for optimal condition of *Pleurotus cornucopiae* are as follows;

1) Optimal carbon source of mycelial growth of *Pleurotus cornucopiae* is maltose(357mg/25ml/15d);
2) Optimal nitrogen source of mycelial growth of *Pleurotus cornucopiae* is peptone(347mg/25ml/15d);
3) Optimal organic acid source of mycelial growth of *Pleurotus cornucopiae* is glutamic acid(389mg/25ml/15d);
4) Optimal vitamin source of mycelial growth of *Pleurotus cornucopiae* is biotin(399mg/15d); and
5) Optimal C/N ratio for mycelial growth for determining the condition of *Pleurotus cornucopiae* is 40(398mg/15d).

KEYWORDS : biotin, C/N ratio, carbon, glutamic acid, maltose, nitrogen, organic acid, peptone, vitamin

서 언

노랑느타리버섯의 균사생장에 필요한 영양원은 크게 탄소원과 질소원이며, 그 외에 미량으로 필요한 유기산과 비타민이 필요하다.

탄소원은 일반적으로 버섯세포의 구조와 에너지원으로 사용된다. 버섯은 탄소원을 잘 이용하기 때문에 여러 가지의 다당류, 단당류, 유기산, 아미노산, 알코올, 다환식(polycyclic) 함유물, 리그닌 같은 탄소원을 이용한다. 버섯에서 가장 많이 사용되는 탄소원의 종류는 단당류인 글루코스이며, 이것은 대부분의 버섯에서 잘 이용된다. 본 연구에서 노랑느타리버섯은 어떤 종류의 탄소원을 잘 이용하는가를 규명하고자 한다. 탄소원의 농도는 매우 중요한 고려 사항으로 2%가 넘지 않아야 하지만 실제 재배시의 정확한 탄소 농도는 잘 알려지지 않았다. 그러나 종에 따라 탄소의 농도는 차이가 있을 수 있는데 예를 들면 효모 같은 종은 2%의 10배 정도의 고농도를 요구하는 것이 있다. 탄소는 모든 유기물 합성에 기본적인 역할을 한다(Ahmad and Miles, 1970, Niederpruem, 1963).

질소원은 단백질, 푸린, 피리미딘 등의 합성에 필수적이다. 많은 버섯의 세포벽 구성 물질인 다당류 키틴에도 질소를 흡수하여 필요한 물질을 합성한다. 이러한 질소원으로는 질산, 암모니아 이온, 유기태질소가 주로 이용되며, 사상균에 대한 이용은 아직 밝혀지지 않았지만 대기질소 등도 사용될 수 있다. 또한 자낭균인 *Neurospora*의 돌연변이주를 포함한 미생물의 질소 대사에 대한 보고가 되었다. 즉 질산을 이용하는 종류는 암모니아 이온과 유기태질소를 이용할 수 있고, 암모니아 질소를 이용하는 종류는 유기태질소를 이용한다고 하였다(Thrower, 1968).

비타민은 버섯생장에 있어서 적은 양이 필요하고 에너지원이나 원형질체의 구성 물질은 아니다. 비타민은 촉매와 조효소 역할을 하며, 온도나 pH의 영향을 받는다. 대부분의 버섯 영양원 요구는 비교적 단순한 편이나 일부의 경우에는 한 종류의 비타민이나 여러 종류의 비타민을 요구하는 종류가 있다. 비타민을 요구하는 버섯은 비타민을 합성할 수 없다는 것을 나타낸다. 비타민 요구는 모두 또는 일부만 요구할 수 있으며, 일부분을 요구하는 것은 정상적인 균사 생장에 필요한 비타민이 충분하지 못하기 때문이다. 버섯균이 가장 보편적으로 요구하는 비타민은 티아민(비타민 B1)인데 그 양은 약 100㎍/ℓ 정도이며, 많은 담자균에서 부족하기 쉬운 성분이다. 티아민의 역할은 carboxylase의 조효소 기능을 하는 cocarboxylase 역할을 한다. 이것은 pyruvic산이 acetaldehyde와 이산화탄소롤 전환되는 carbohydrate 대사 작용의 조절기능을 한다. 티아민 다음

*Corresponding author: <hychang@kn.ac.kr>

으로 요구되는 비타민은 비오틴(비타민 B7 또는 비타민 H)이다. 비오틴의 양은 약 5㎍/ℓ 정도면 충분하고 그 기능은 aspartic산을 합성하는 것으로 추정하고 있다. 버섯균이 요구하는 다른 비타민으로는 니코티닉산(B3), 판토테닉산(B5) 그리고 para-amino-benzoic acid(PABA) 등이다(Crisan and Sands, 1978). 본 연구에서는 노랑느타리버섯균의 생장에 필요한 영양원에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

공시균주는 우량균주로 선발된 *Pleurotus cornucopiae* (KNAC 2003) 균주를 사용하였다. 이 균주의 영양원 시험을 하기위해 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에 28℃ 항온기에서 7일간 배양한 후 내경이 6mm인 cork borer로 찍어 떼어낸 절편을 접종원으로 사용하였다.

탄소원의 선발

공시균주의 균사생육시 적합한 탄소원을 선발하기 위하여 합성배지인 Czapek 배지(sucrose 30g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 5g, KH_2PO_4 1g, $NaNO_3$ 2g, KCl 0.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01g/1 ℓ)를 기본배지로 하여 glucose 등 단당류 3종, sucrose 등 이당류 3종, manitol 등 다당류 3종 총 9종의 탄소원 농도를 sucrose 30g과 동일한 탄소량이 되도록 조절하여 배지를 조제하였으며 pH는 최적 pH 6.0으로 하여 항온기에서 10일간 배양하여 균사생장량을 조사하였다.

질소원의 선발

기본배지로는 탄소원 선발과 동일하나 선발된 탄소원으로 고정한 후 ammonium tartrate 등 무기태질소원 3종, urea 등 유기태질소원 2종, alanine 등 아미노산류 4종 총 9종의 질소원 농도를 $NaNO_3$ 2.0g과 동일한 질소함량이 되도록 조절하였으며 기타는 탄소원 선발 시험과 동일하게 하였다.

유기산의 선발

기본배지에 선발된 탄소원과 질소원을 첨가하고 9종의 유기산을 0.1%씩 첨가하여 배지를 조제하였다. 기타는 탄소원 선발시험과 동일하게 하였다.

비타민의 선발

각종 비타민을 살균수에 0.01g/ℓ씩 첨가한후 희석하여 Whatman membrane filter(0.2㎛)로 여과하여 Czapek 배지(sucrose 30g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 5g, KH_2PO_4 1g, $NaNO_3$ 2g, KCl 0.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01g/1 ℓ)에 각각 250㎕씩 주입하고 10일간 배양하여 균사생장량을 조사하였다.

C/N비 영향

기본배지에 선발된 탄소원과 질소원을 고정하여 C/N비가 10, 20, 30, 40, 50이 되도록 조절하여 균사생장이 우수한 최적 C/N비를 선발하였다.

결과 및 고찰

탄소원의 선발

노랑느타리버섯균은 환원성 2당류인 maltose 첨가배지에서 균체량이 357mg/15일로 가장 양호하였다. 대조구에 비하여 모두 균체량이 많았으며 셀룰로오스 첨가배지에서 비교적 균사생장이 약한 결과를 나타내었다(표 1). 목이버섯은 glucose, fructose, galactose 첨가 배지에서 균사생장이 우수하였으며 lactose 첨가 배지에서 가장 저조하였다는 보고 (Bais et al. 1970; Quimio and Borromeo, 1977)가 있어, 노랑느타리버섯에서의 본 결과와는 차이가 있다. 洪등(1987)의 보고에 의하면 *P. sajor-caju*는 배양시 glucose, maltose를 첨가하였을때 trehalose 함량이 증가하면서 균사생장이 양호 하였고, 洪, 康(1983)은 고온성 느타리버섯에서 maltose, sucrose 첨가시 균사생장, 자실체 발생이 양호하였으며 Sakamoto et al(1978)는 mannose, starch가 식용균의 액체배양 균사생장이 양호하다고 하였고, 김 등(1988)은 버들송이버섯의 경우 starch, inulin, dextrin이 균사생장에 양호하였다고 보고한바 버섯의 종류에 따라 균사생장에 적합한 탄소원의 종류가 상이함을 알 수 있었다.

버섯이 탄소를 요구하는 것은 특별한 것이 아니며 단백질, 지질, 핵산 그리고 세포벽 다당류의 기본 구성물질이 된다. 이러한 모든 것은 버섯 내의 동화작용에 의해서 합성된다. 버섯은 광합성을 할 수 없기 때문에 탄소를 CO_2에서 얻는 것이 아니고 유기물을 분해하여서 얻는다. 이러한 유기물에는 단당류, 다당류, 유기산, 아미노산, 알코올, 다환식물질, 그리고 리그닌과 셀룰로즈 등이 있다. 버섯은 효소

Table 1. The effects of carbon sources on mycelial growth of *P. cornucopiae* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Carbon source / Strain (KNAC)	Cont	GL	XY	AR	SU	LA	MA	MAN	CE	DE
2003	298	324	329	321	331	335	357	322	309	328

* Cont: control GL: glucose XY: xylose AR: arabinose SU: sucrose LA: lactose MA: maltose MAN: manitol CE:: cellulose DE: dextrin

를 분비하여 불용해성 셀룰로즈를 수용성으로 분해하여 흡수하는데, 이러한 대사 작용을 흡수영양(absorptive)이라 한다.

질소원의 선발

노랑느타리버섯균은 oligopeptide, amino acid를 주성분으로하는 복합질소원인 peptone을 첨가한 배지에서 각각 374mg/15일로서 가장 양호하였다. peptone 이외의 다른 질소원 간에는 많은 균사생장의 차이는 없었다(표 2). 목이버섯균의 최적 질소원은 peptone과 ammonium nitrate이며 anmonium sulphate가 가장 저조하였다고 보고(Bais et al. 1970 ; Abou − Heilah et al. 1985)하여 노랑느타리버섯균과 비슷한 경향이었다. 또한 버섯균사 생장에 알맞은 합성배지를 만들 때 주로 유기태 질소가 사용되나 무기태 질소를 사용할 경우는 대체적으로 암모니아태 질소가 질산태 질소보다 유리하다고 보고한것(洪. 康, 1983 ; 洪 등, 1986 ; 金 등, 1988)과 마찬가지로 노랑느타리버섯균은 암모니아태 무기태 질소원인 ammonium chloride를 첨가한 배지에서 비교적 양호한 생장을 나타내는 특징이 있었다. 한편 질소원은 배지의 산도(pH)의 변화에 큰 영향은 미치며 키토산 함유배지가 유리하다는 보고(Wurzel and Becker, 1990)도 있다.

질소원은 단백질, 푸린, 피리미딘, 비타민 등의 합성에 필요할 뿐만 아니라 세포벽 구성 요소인 키틴에도 함유되어 있다. 질소원은 매우 다양하고 버섯 종류마다 요구하는 성질이 서로 다르다. 버섯은 생장 배지에 다른 성분을 넣지 않고 질소원만 첨가시키면 생장이 되지 않는다고 하였으며 아울러 버섯 균사는 여러 형태로 질소를 흡수하고 이동하고 균사에는 물질수송을 방해하는 세포벽과 세포막이 존재하지만 분자량이 4500~4700 정도 되는 것은 세포벽을 통과한다고 보고(Sakamoto et al, 1978)한 바와같이 ammonium tartrate 등 무기태질소원 3종, urea 등 유기태 질소원 2종, alanine 등 아미노산류 4종 총 9종의 질소원 종류에 따라 영양원의 요구가 달랐다.

유기산의 선발

노랑느타리버섯균의 균사생장은 단백질을 구성하는 산성 아미노산의 일종인 glutamic acid를 첨가한 배지에서 각각 389mg/15일로 가장 양호하였으며 洪등(1994)은 복령 균사의 생장은 acetic acid 를 첨가한 배지에서 균사생장이 양호하다고 보고한 것과는 상이하게 노랑느타리버섯균은 acetic acid를 첨가한 배지에서 균사생장이 저조한 결과를 나타내는 특징이 있었다(표 3).

비타민 선발

노랑느타리버섯균의 균사생장은 비타민 H이라고도 불리우는 biotin을 첨가한 배지에서 각각 399mg/15일로 가장 양호하였으나 비타민의 종류에 의한 균사생장 차이는 탄

Table 2. The effects of nitrogen sources on mycelial growth of *P. cornucopiae* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Nitrogen source / Strain (KNAC)	Cont	AT	UR	AC	SO	PE	Ala	Tyr	Arg	Gln
2003	318	342	352	363	358	374	356	349	332	345

* Cont: control AT: ammonium tartrate UR: urea AC: ammonium chloride SO: sodium nitrate PE: peptone Ala : alanine Tyr : tyrosine Arg : arginine Gln : glutamine

Table 3. The effects of organic acids on mycelial growth of *P. cornucopiae* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Organic acids / Strain (KNAC)	Cont	AC	CI	GLUC	Glu	LA	MA	OX	PR	SU
2003	334	349	363	374	389	357	362	352	364	351

* Cont : control AC : acetic acid CI : citric acid GLUC : glucanic acid Glu : glutamic acid LA : lactic acid MA : maleic acid OX : oxalic acid PR : propionic acid SU : succnic acid

Table 4. The effects of vitamines on mycelial growth of *P. cornucopiae* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Vitamines / Strain (KNAC)	Cont	TH	BI	RI	PN	IN	NI	PA
2003	342	368	399	347	353	358	348	342

* Cont : control TH : thiamine.HCl BI : biotine RI : riboflavin PN : pyridoxine IN : inositol NI: nicotine amide PA : pantothenic acid

소원, 질소원의 종류에 의한 차이보다 적은 특징이 있었다. 아미노산 대사에 관여하는 효소의 보효소로서 중요한 역할을 하는 비타민B6라고도 부르는 pyridoxine과 coenzyme A의 성분인 pantothenic acid를 첨가한 배지에서 노랑느타리버섯균의 균사생장은 비교적 저조하였다(표 4). 비타민은 노랑느타리버섯을 포함한 균류에서 생장촉진물질로 사용된다. Thianine이나 biotin은 잘 알려져 있으나 riboflavin, inositol, nicotin anide, pantothenic acid등은 많은 이용이 없는 것이 사실이나 이들 역시 균사생장에 현저하게 촉진역할을 확인하였다. 비타민은 일반적으로 내열성이 약하여 약하여 살균시 파괴되는 경우가 많아 살균후 별도로 살포해 주는 것이 효과적인 방법이다.

C/N비의 영향

노랑느타리버섯균의 균사생장은 C/N ratio가 40에서 가장 양호하였고 10에서 가장 저조하였다(표 5). Song등(1987)은 표고버섯균사는 C/N ratio가 30일때 양호하였고 Kawai and Abe(1976)는 송이버섯 균사생장에 알맞는 C/N ratio 는 20~100이라고 보고한바 이는 본실험과 거의 유사한 결과이었다.

Table 5. The effects of C/N ratio on mycelial growth of *P. cornucopiae* in liquid culture (mg/25ml/15 days)

Strain (KNAC) \ C/N ratio	10	20	30	40	50
2003	262	316	348	398	331

적 요

노랑느타리버섯 균사생장에 대한 영양원에 대한 연구의 결과는 다음과 같다.

1) 노랑느타리버섯의 균사생장에 적합한 탄소원은 maltose로 균사생장량은 357mg/25ml/15일이다.
2) 노랑느타리버섯의 균사생장에 적합한 질소원은 peptone으로 균사생장량은 374mg/25ml/15일이다.
3) 노랑느타리버섯의 균사생장에 적합한 유기산은 glutamic acid로 균사생장량은 389mg이다.
4) 노랑느타리버섯의 균사생장에 적합한 비타민은 biotin으로 균사생장량은 399mg/15일이다.
5) 노랑느타리버섯의 균사생장에 적합한 C/N율은 40이다.

인용문헌

Abou-Heilah, A. N., Kassim M. Y. and Khaliel. A. S. 1985. Some physiological studies on the mycelium of *Podaxis pistillaris*. J. Coll. Sci. King Saud Univ. 17.

Ahmad, S. S. and Miles, P. G. 1970. Hyphal fusions in *Schizophyllum commune*. Effects of environmental and chemical factors. Mycologia, 62, 1008.

Bais, B. S., Singh S. B. and Singh D. V.. 1970. Effect of different carbon and nitrogen compounds on the growth and sporulation of *Curvularia pallescens*. Indian Phytopath. 23: 511-517.

Crisan, E. V. and Sands, A., Nutritional value, in the biology and cultivation of edible mushrooms, Chang S. T. and Hays. W. A. 1978. Eds., Academic Press, New York, 137.

Masanobu K. and Shigeo A. 1976. 松茸の營養生長におけるC源とN源の影響. 日菌報 17 : 159-167.

Niederpruem, D. J., Role of carbon dioxide in the control of fruition of *Schizophyllum commune*, J. Bacteriol., 85, 1300, 1963.

Quimio. T. H. and Borromeo, J. D. 1977. Some physiological responses and characteristics of Auricularia polytricha(Mont.) Sacc. in laboratory culture. Phill. Agri. 51 (6) : 486- 500.

Sakamoto R., Niimi T. and Takahashi. S. 1978. Effect of carbon and nitrogen sources and submerged culture edible fungi. Jap. Agri Chem. 52(2) : 75-81.

Song. C. H., Cho. K. Y. and Nair. N. G. 1987. A synthetic medium for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*. Mycol. 79(6) : 866-876.

Thrower, L. B. and Thrower, S. T. 1968. Movement of nutrients in fungi 1. The Mycelium, Aust. J. Bot., 16, 71.

Wurzel G, Becker H. 1990. Growth and terpenoid production of an axenic culture from the liverwort Ricciocarpos natans. Z Naturforsch 45: 13-18.

金漢慶, 朴貞植, 金養燮, 車東烈, 朴容煥. 1988. 버들송이의 균사생장 조건에 관한 연구. 農試論文集 30(3) : 141-150.

洪仁杓, 張炫酉, 姜安錫, 車東烈, 李敏雄. 1994. 茯苓菌의 人工培養에 관한 硏究. 農業論文集 36(1) : 701-708.

洪載植, 康貴煥. 1983. 合成培地를 이용한 고온성 느타리버섯의 자실체 형성에 관한 연구. 韓菌誌 11(3) : 121-128. 洪載植, 尹世煥, 金英季, 李種培. 1987. 느타리균의 Trehalose 합성 배양조건(Ⅰ). 韓菌誌 15(2) : 108-115.

洪載植, 李址烈, 金明淑, 金東翰. 1986. *Lyophyllum decastes*의 심부배양에 의한 균체생산에 관한 연구. 韓菌誌 14(2) : 131- 139.