

# 느타리버섯 톱밥배지 질소함량에 따른 자실체 특성변화

박혜성\* · 민경진 · 이은지 · 이찬중 · 공원식

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

## Changes in the characteristics of the fruiting body of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) according to the nitrogen content in sawdust media

Hye-Sung Park\*, Gyong-Jin Min, Eun-Ji Lee, Chan-Jung Lee, and Won-Sik Kong

Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea

**ABSTRACT:** This study was conducted to elucidate the optimal nitrogen content for each variety of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by investigating the change in the characteristics of fruiting body according to the nitrogen content of the sawdust media, and to use the results as the basic data for cultivation of high quality oyster mushroom. The nitrogen content was adjusted to 1.3%, 1.6%, 1.8% and 2.3%, and at each condition, mycelial growth was observed, which showed that the nitrogen content did not affect the rate of mycelial growth and density substantially. In the investigation of the characteristics of fruiting body, at the 1.8% nitrogen content, Chunchu No.2 showed the pileus diameter of 27 mm, and the stipe diameter and length of 11 mm and 61 mm, respectively, and the measurement of its color values revealed that the brightness of the pileus and the stipe was 31 and 80, respectively, offering the best commercial value, and yielding 25 valid stipes, which was the largest number. Likewise, at the 1.8% nitrogen content, Heuktari also showed the excellent growth characteristics including the pileus diameter of 29 mm and the stipe diameter and length of 10 mm and 68 mm, respectively, and the superb color values of the brightness of 37 at the pileus and 78 at the stipe. Moreover, the number of valid stipes was also found to be the highest with 19. In terms of morphological characteristics such as the pileus diameter and color, Soltari also produced the best mushrooms at the 1.8% nitrogen content and the number of valid stipes was high with 22. In summary, irrespective of varieties of oyster mushroom, high quality products could be cultivated at the nitrogen content of 1.8%.

**KEYWORDS:** Nitrogen content, Oyster mushroom, Sawdust media

## 서 론

느타리버섯은 담자균문(Basidiomycotina), 주름버섯목

(Agaricales), 느타리과(Pleurotaceae), 느타리속(*Pleurotus*)에 속하는 버섯으로 전세계에 분포하고 있으며, 우리나라에서 가장 많이 재배되는 품목으로 알려져 있다(Oh *et al.*, 2015, Oh *et al.*, 2017). 느타리버섯은 재배규모가 대형화됨에 따라 균일한 품질과 수량의 버섯을 생산하기 위해 많은 연구가 진행되어 오고 있다(Lee *et al.*, 2019). 느타리버섯 배지는 톱밥, 콘코브, 미강 등 부산물이 주요 재료로 버섯 균에 의해 분해되어 버섯 재배에 이용되는데(Moon *et al.*, 2012), 농가에서 검증받지 못한 재료를 사용함으로써 수량이 감소하는 경우가 발생하기도 한다(Jang *et al.*, 2014).

느타리버섯 질소함량에 관한 연구로는 느타리버섯 톱밥 배지의 질소원 증진을 위해 *Rhodobacter sphaeroides* 등 미생물 처리하여 수확후배지의 총질소 함량을 증진시켜 느타리버섯 수량성의 증대효과와(Baek *et al.*, 2018), 미생

J. Mushrooms 2019 December, 17(4):205-210  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2019.17.4.205>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author

E-mail : hyesung2@korea.kr

Tel : +82-43-871-5722, Fax : +82-43-871-5702

Received December 6, 2019

Revised December 20, 2019

Accepted December 23, 2019

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.

**Table 1.** Sawdust media composition with nitrogen content.

Total Nitrogen contents(%)	Substrate ratio(%)					
	Poplar sawdust	Beet pulp	Cottonseed meal	Corn cob	Wheat bran	Rice bran
Control (1.81±0.06)	50	30	20			
T1 (1.33±0.08)	50	30	10		10	
T2 (1.59±0.05)	50	30	10	10		
T3 (1.79±0.05)	50	25	25			
T4 (2.37±0.17)	45	20	30			5

물 처리를 통한 총 질소 및 아미노산 함량의 증진효과가 보고되었다(Baek *et al.*, 2018). 하지만 질소함량별 시험을 통하여 느타리버섯 톱밥배지의 적정 질소량을 구명하고 질소함량에 의한 자실체 영향에 관한 연구는 아직 진행되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 느타리버섯 생산을 위해 사용되는 품종별 톱밥배지내 적정 질소함량을 구명하여 수량과 상품성이 좋은 배지를 선발하여 고품질 느타리버섯 재배를 위한 기초자료로 삼고자 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시균주

본 연구에 사용된 느타리버섯 공시균주는 충북 음성군에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 KMCC(Korean Mushroom Culture Collection)균주 중 춘추느타리2호(KMCC01520)와 흑타리(KMCC00463), 솔타리(KMCC04940) 3균주를 이용하여 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에서 재배를 수행하였다.

### 질소함량별 균사생장 및 밀도

톱밥배지 재료는 포플러, 면실박, 미강 등을 사용하였으며 톱밥배지의 질소함량에 따른 균사생장을 조사하기 위해 컬럼테스트를 진행하였다. 질소함량은 1.3%, 1.6%, 1.8%, 2.3%(T1, T2, T3, T4)로 조절하여 배지를 제조하였고 대조구로 병 재배에 주로 사용하는 미루나무톱밥:비트펄프:면실박(5:3:2, v/v)을 넣어 총 5조합으로 시험을 실시하였다(Table 1). 컬럼은 20 mm×200 mm를 사용하였으며, 각각의 질소함량별 배지를 충전하여 고압살균하고 종균 접종한 후 25°C 배양실에서 배양하며 7일 간격으로 균사 생육길이를 측정하였고, 균사밀도는 육안으로 조사하였다.

### 질소함량별 배지 이화학적 성분 분석

배지의 이화학적 성분을 분석하기 위해 질소함량을 조절하

여 제조한 살균 전과 후의 배지를 수집하여 시험에 사용하였다. 배지 수분함량 및 배지 살균전·후 pH 변화를 측정하였고, CN분석기(Vario Max, Elementar GmbH)를 이용하여 배지 내 총 질소함량 및 탄소함량을 분석하여 C/N율을 계산하였다.

### 질소함량별 버섯 재배시험

병 재배시험을 위해 톱밥배지 재료를 질소함량별로 혼합하여 수분함량을 68% 내외로 조절한 뒤 850 ml polypropylene 병에 일정한 압력으로 담아서 배지를 제조하여 시험에 사용하였다. 제조한 배지를 121°C에서 90분간 고압살균한 후 23°C 내외로 냉각한 뒤 종균을 접종하였고, 배양은 온도 25°C, 습도 60%로 조절된 배양실에서 30일간 배양하였다. 배양완료된 배지는 균기를 한 후 생육실로 이동하여 원기신장기, 자실체신장기, 수확기를 거쳐 재배시험을 진행하였다.

### 자실체 형태적 특성검정

질소함량별로 제조한 배지에서 발생된 느타리버섯 자실체를 수확하여 형태적 특성검정을 하였다. 검정내용으로는 갓의 가로, 세로, 직경 및 두께 그리고 대의 길이 및 굵기를 Caliper(Mitutoyo Digital Calipers)를 사용하여 측정하였고, 갓과 대의 색도는 색도계(Minolta Chroma Meter, CR-400)를 사용하여 Lab색도를 측정하였으며, 그 외 형태적 특성은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2012)에 준하여 수행하였다.

### 아미노산 성분분석

느타리버섯 아미노산 분석은 HPLC-FLD(Waters 2795 separation module, Waters 2475 fluorescence detector)를 이용하였고, AccQ-Tag for Hydrolysate Amino acid analysis column(3.9×150 mm)을 사용하였다. 용매는 10% AccQ-tag eluent A와 60% ACN을 gradient mode로 사용하였고, Injection volume는 10 µl, FLD(λ=249 nm, 36°C)를 이용

**Table 2.** Growth and density of mycelium with nitrogen content.

Total Nitrogen contents(%)	Varieties	Mycelial growth(mm/days)					Mycelial density
		Day 7	Day 14	Day 21	Day 28	Day 35	
Control (1.81±0.06)	Chunchu No. 2	12	42	91	140	145	+++ <sup>a</sup>
	Heuktari	18	56	94	117	145	+++
	Soltari	19	55	97	139	145	+++
T1 (1.33±0.08)	Chunchu No. 2	-	-	-	-	-	-
	Heuktari	19	51	92	140	145	+++
	Soltari	17	47	68	122	145	+++
T2 (1.59±0.05)	Chunchu No. 2	-	29	69	108	145	+++
	Heuktari	16	54	107	145	145	+++
	Soltari	16	46	85	121	140	+++
T3 (1.79±0.05)	Chunchu No. 2	9	38	79	121	145	+++
	Heuktari	20	60	107	145	145	+++
	Soltari	21	56	90	122	141	+++
T4 (2.37±0.17)	Chunchu No. 2	11	42	78	112	145	+++
	Heuktari	16	53	93	132	145	+++
	Soltari	21	53	86	121	145	+++

<sup>a</sup> +++: high, ++: middle, +: low

하여 아미노산을 분석하였다.

**통계처리**

모든 실험은 3회 이상 반복 수행하였으며 통계처리는 SPSS Statistics 19 프로그램을 사용하여 결과의 평균 및 표준편차를 구하였으며, 실험의 평균차에 대한 통계적 유의성 검정은 Duncan의 다중검증법(DMRT, Duncan's multiple range test)(Duncan, 1955)으로 하였다.

**결과 및 고찰**

**톱밥배지 질소함량별 균사생장 및 밀도**

질소함량을 1.3%, 1.6%, 1.8%, 2.3%로 다르게 처리한 톱밥배지에서 균사생장 및 밀도를 확인한 결과 춘추2호와 흑타리, 솔타리 모두 질소함량에 따른 균사생장은 큰 차이가 없었고, 배양완료 기간은 질소함량에 관계없이 흑타리는 3주, 춘추2호와 솔타리는 4주가 소요되어 품종별로 차이가 있었다. 균사밀도 역시 질소함량별로 뚜렷한 차이가 없이 높은 밀도를 보였다(Table 2, Fig. 1). 이는 가래나무에 포함된 다양한 생리활성물질로 인해 톱밥 첨가량에 따른 균사생육 속도가 느려지는 것과(Lee et al 2013), 홍삼박 첨가량이 증가할수록 홍삼박에 포함된 항균물질들이 느타리버섯 균사의 생육을 억제한다고(Lee et al, 2011) 보고된 연구결과와 같이 배지재료 속의 균사 생장 저지물질 등의 함량에 따라 균사생육이 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

**질소함량별 배지 이화학적 변화 분석**

질소함량을 조절한 배지별 이화학적 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 살균전 수분함량의 경우 질소함량 T2에서 73.7%로 가장 높았고 T4에서 71.6%로 가장 낮았으며, 살균후에는 질소함량 T3에서 72.3%로 수분함량이 가장 높았고, T1에서 68.9%로 가장 낮았다. 살균함에 따라서 톱밥배지 수분함량은 큰 변화를 보이지 않았고, pH는 0.6~0.8정도 감소하는 것을 확인하였다.

**질소함량별 발생된 자실체의 형태적 특성검정**

질소함량별 발생된 자실체의 발생모습(Fig. 1) 및 특성조사 결과는 Table 4와 같다. 질소함량에 따른 자실체 발생은 품종에 따라 다른 영향을 끼치는 것을 확인하였다. 수량성에서는 춘추2호와 솔타리는 질소함량이 1.3%에서 1.8%로 증가할수록 자실체 병당 수확량이 증가하였고, 질소함량 2.3%에서는 비정상적인 자실체 발생으로 불규칙적인 수확량은 보였다. 흑타리는 질소함량이 1.6%일때 95.7 g으로 가장 낮은 수확량을 보였지만, 다른 질소함량에서는 수확량의 증가나 감소경향을 보이지않았다. 춘추2호의 경우 질소함량 2.3%인 T4에서 갓의 크기가 불균일하였고, 갓의 선택도 명도값이 49.27로 T3 명도값에 비해 많이 떨어졌으며, 유효경수도 3개로 T3의 유효경수 25개에 비해 현저히 감소하였다. 가장 우수한 느타리버섯이 발생된 배지는 질소함량 1.8%인 T3로 갓 직경이 27.2 mm, 대 직경과 길이가 각각 11.3 mm, 61.7 mm였고, 색도측정결과 갓의 명도값이 31.76, 대의 명도값이 80.87

**Table 3.** Changes in pH and moisture contents before and after sterilization according to nitrogen content

sawdust medium	sterilization	pH	moisture content(%)
Control	presterilization	5.7	71.7
	poststerilization	5.0	71.5
T1	presterilization	5.2	73.7
	poststerilization	4.6	73.4
T2	presterilization	6.3	72.0
	poststerilization	5.6	68.9
T3	presterilization	5.8	72.1
	poststerilization	5.0	72.3
T4	presterilization	6.0	71.6
	poststerilization	5.4	70.5

로 상품성이 가장 우수하였으며 유효경수 또한 25개로 가장 많았다.

흑타리도 질소함량이 1.8%인 T3에서 36.2 g의 개체중과 19개의 유효경수를 보여 다른 질소함량 처리배지에 비해 상품성이 있는 자실체를 발생하였고, 갓 직경이 29.3 mm, 대 직경과 길이가 10.8 mm, 68.2 mm, 색도값으로는 갓이 37.19, 대가 78.06으로 우수하였고, 유효경수도 19개로 가장 많은 것을 확인하였다.

솔타리의 경우 질소함량이 1.3% 이하일 때 불균일한 발생과 짧은 대 길이로 인하여 품질이 떨어지는 자실체를

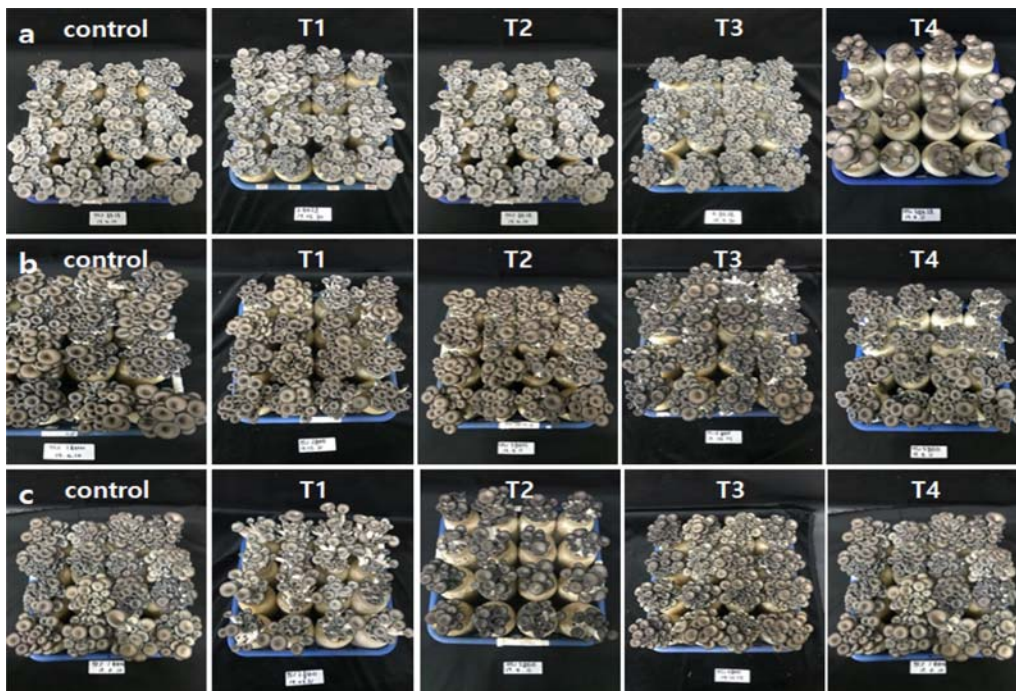
발생시켰고, 유효경수 또한 6개로 가장 품질이 좋았던 T2와 T3에 비해 16개정도 감소하였으며, 그 외 질소함량에서는 정상적인 자실체를 형성하였다.

**질소함량별 발생된 자실체의 아미노산 성분분석**

톱밥배지 질소함량에 따른 배지에서 발생된 자실체의 아미노산은 분석한 결과 총 아미노산 함량은 춘추2호는 T4와 T3에서 1227.5±30 mg/kg, 1058.6±45 mg/kg으로 가장 높았고, 흑타리는 T2와 T3에서 1347.7±66 mg/kg, 1320.3±45 mg/kg순이었고, 솔타리는 Control과 T2가 1343.1±43 mg/kg, 1264.0±45 mg/kg으로 총 아미노산의 높은 함량을 보였다(Fig. 2). 아미노산 성분별 분석결과로는 춘추2호와 흑타리, 솔타리 모두 phenylalanine과 methionine, arginine, threonine, glutamic acid이 질소함량에 관계없이 다른 아미노산 성분에 비해 높은 함량을 갖고 있었고, 질소함량에 의해 아미노산의 증가나 감소의 경향은 보이지 않았다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5). 이는 수확후배지를 첨가하여 질소함량을 증진 시켰을 때 Glutamic acid 등 아미노산 함량이 증가하였다는 보고(Baek *et al.*, 2018)와는 다른 결과를 나타내었는데, 배지의 성분 및 함량 차이와 품종에 따른 차이로 볼 수 있다.

**적 요**

느타리버섯 톱밥배지 질소함량에 따른 자실체 특성변화 조사를 통해 품종별 적정 질소함량을 구명하여 고품질 느

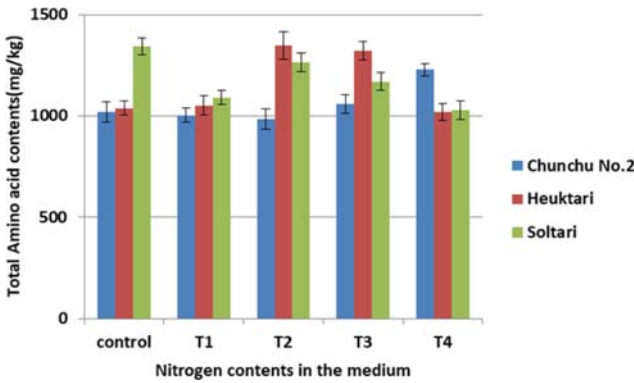


**Fig. 1.** Effect of nitrogen content on the development of fruiting body. a: Chunchu No.2, b: Heuktari, c: Soltari

**Table 4.** Characteristics of mushroom fruiting body with nitrogen content

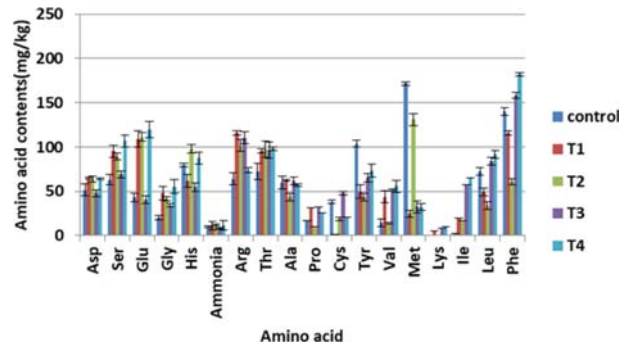
Variety	T.S. <sup>a</sup>	I.W <sup>b</sup> (g)	Yie <sup>c</sup> (g)	Pileus(mm)		Stipe(mm)		Pileus color			Stipe color			Number of Stipe
				Dia. <sup>d</sup>	Thic. <sup>e</sup>	Thic.	Len. <sup>f</sup>	L	a	b	L	a	b	
Chun chu No.2	Control	18.4	110	23.4	2.7	7.7	67.6	39.08	2.11	4.74	64.19	0.35	9.26	17
	T1	14.6	108.3	23.4	4.8	7.4	58.3	40.92	2.22	5.18	72.16	0.32	10.88	23
	T2	18.2	117	20.9	3.2	6.7	63.6	41.11	2.05	4.59	66.67	0.37	10.06	17
	T3	29.3	130.6	27.2	7.1	11.3	61.7	31.76	2.15	4.88	80.87	0.17	8.76	25
	T4	31.4	120.1	33.2	5.4	15.4	48.5	49.27	2.86	8.28	77.77	1.59	12.22	3
Heuktari	Control	31.8	129.2	29.7	6.7	10.1	68.4	33.14	3.54	7.11	72.85	1.73	13.51	14
	T1	26.5	119.5	25.0	5.4	9.3	58.8	31.57	3.34	6.08	78.57	0.41	9.30	12
	T2	31.5	95.7	24.7	4.5	7.5	72.5	38.14	2.73	6.08	72.05	1.40	10.45	14
	T3	36.2	112.9	29.3	6.7	10.8	68.2	37.19	3.06	7.78	78.06	1.03	9.68	19
	T4	30.9	121.3	26.7	5.2	11.3	68.9	33.09	2.53	4.51	81.20	0.67	10.29	18
Soltari	Control	34.8	99.3	26.5	5.3	10.4	68.2	30.59	2.08	4.47	78.11	0.04	9.64	12
	T1	30.6	99.3	25.4	4.2	11.1	57.5	35.79	2.56	6.31	76.40	0.45	8.10	6
	T2	41.4	102.3	27.6	4.8	9.8	86.8	46.81	1.81	7.56	78.23	0.41	8.33	23
	T3	30.5	105.9	28.9	5.5	10.4	65.1	33.57	2.80	7.48	84.41	0.79	8.57	22
	T4	34.8	99.3	26.5	5.3	10.4	68.2	30.59	2.08	4.47	78.11	0.04	9.64	12

<sup>a</sup>Treatment substrate, <sup>b</sup>Individual weight, <sup>c</sup>Yield per bottle <sup>d</sup>Diameter, <sup>e</sup>Thickness, <sup>f</sup>Length

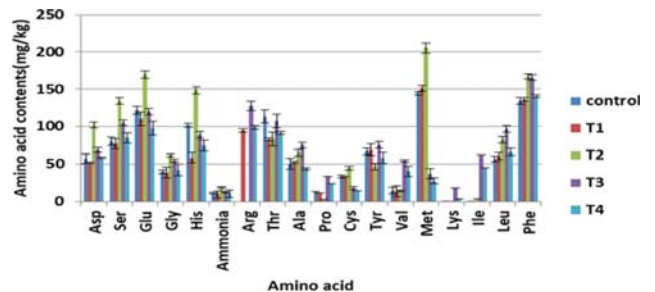


**Fig. 2.** Total amino acid contents with nitrogen content.

타리버섯 재배를 위한 기초자료로 활용하기 위해 본 연구를 수행하였다. 질소함량을 1.3%, 1.6%, 1.8%, 2.3%로 조절하여 균사생장기간을 조사한 결과 질소함량이 균사생장속도 및 밀도에는 큰 영향을 끼치지 않는 것을 확인하였다. 하지만 자실체 형성과정 및 자실체 신장에는 질소함량이 영향을 끼쳤는데, 춘추2호와 흑타리의 경우 질소함량이 2.3% 이상일 때 갓이 불균일하고 색택 등이 나빠 상품성이 떨어졌으며, 특히 춘추 2호는 유효경수가 3개로 급격히 감소하였다. 솔타리는 질소함량이 1.3% 이하일 때 대 길이가 짧아지고, 유효경수가 6개로 줄어들어 수량도 떨어지는 것으로 나타났다. 그 외 질소함량에서는 정상적인 자실체를 형성하였다. 자실체 특성조사결과 춘추2호는 질소함량 1.8%에서 갓 직경이 27 mm, 대 직경과 길이가



**Fig. 3.** Content of amino acid contents with nitrogen content of Chunchu No. 2.



**Fig. 4.** Content of amino acid contents with nitrogen content of Heuktari.

각각 11 mm, 61 mm였고, 색도측정결과 갓의 명도값이 31, 대의 명도값이 80로 상품성이 가장 우수하였으며 유효경수 또한 25개로 가장 많았다. 흑타리도 질소함량

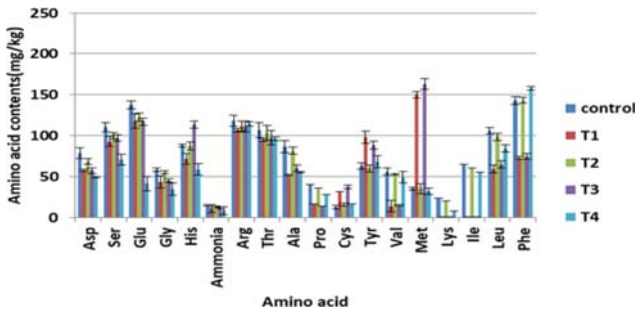


Fig. 5. Content of amino acid contents with nitrogen content of Soltari.

1.8%에서 갓 직경이 29 mm, 대 직경과 길이가 10 mm, 68 mm, 색도값으로는 갓이 37, 대가 78로 우수하였고, 유효경수도 19개로 가장 많은 것을 확인하였다. 솔타리의 경우도 갓 직경 및 색도 등 형태적인 특성으로 봤을 때 질소함량 1.8%에서 가장 우수한 버섯을 생산하고 유효경수도 22개로 많았다. 종합적으로 결과를 정리하였을 때, 느타리버섯 품종에 관계없이 질소함량이 1.8%일 때 고품질의 느타리버섯 재배가 가능하였고, 춘추2호와 흑타리는 질소함량이 2.3%이상, 솔타리는 1.3%이하일 때 상품성 떨어지는 느타리버섯이 발생하므로 적정 질소함량인 1.8%로 재배하였을 때 높은 상품성 및 안정적인 수량 확보가 가능할 것으로 판단되었다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 고유연구사업(PJ012692012019)에서 수행한 연구결과로 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.

Baek IS, Kim JH, Lee YS, Shin BE, Lee YS. 2018. Improvement effect of total nitrogen and amino acid content in spent mushroom substrates by bacterial treatment. *J Mushrooms* 16: 225-230.

Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.

Jang MJ, Lee YH, Kang YZ, Ju YC. 2014. Effect of albasia sawdust in *Pleurotus osteratus* by bottle cultivation. *J Mushrooms* 12(1): 8-11.

Lee CJ, Cheong JC, Jhune CS, Moon JW, Kong WS, Suh JS, Park GC, Shin YS, Lee JH. 2013. Yields of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on addition rate of *Juglans mandshurica* sawdust. *J Mushrooms* 11: 219-225.

Lee CJ, Lee EJ, Park HS, Kong WS. 2019. Growth characteristics of oyster mushroom in bottle cultivation with addition of cottonseed meal. *J Mushrooms* 17: 162-166.

Lee CJ, Han HS, Jhun CS, Cheong JC, Oh JA, Kong WS, Park GC, Park CG, Shin YS. 2011. Development of new substrate using red ginseng mare for bottle culture of oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*). *J Mushrooms* 9(4): 139-144.

Moon YH, Shin PG, Cho SJ. 2012. Feeding value of spent mushroom (*Pleurotus eryngii*) substrate. *J. Mushroom Sci. Prod* 10: 236-243.

Oh MJ, Im JH, Shin PG, Oh YL, Jang KY, Kong WS. 2017. Characterization and breeding of a new cultivar *Pleurotus ostreatus* 'Heuksol'. *J Mushrooms* 15: 129-133.

Oh MJ, Kim EJ, Jung JH, Shin PG, Kim ES, Oh YL, Jang KY, Kong WS, Yoo WB. 2015. Characteristics of a new commercial strain 'Mongdol' by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushrooms* 13: 1-5.