

콩나물 부산물 첨가량에 따른 표고의 성장특성

박윤진¹ · 이진우² · 장명준^{2,*}¹공주대학교 두과농비자원연구센터²공주대학교 식물자원학과Growth characteristics of *Lentinula edodes* treated with bean sprout wasteYoun-Jin Park¹, Jin-Woo Lee², and Myoung-Jun Jang^{2,*}¹Kongju National University Legumes Green Manure Resource Center, Yesan 32439, Korea²Department of Plant Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

ABSTRACT: In this study, the growth characteristics of *Lentinula edodes* were confirmed by bean sprout waste(BW) as an alternative raw material for rice bran. The mycelium growth of Sanjo701, a major cultivation variety of *L. edodes*, was compared between a medium mixed with 8:2(v/v) of oak sawdust and a medium mixed with BW 50% and BW 100%. The mycelium growth in BW 50% was 13.5 cm. Compared to the control, BW 50% increased the diameter of the pileus by 1.6 cm. Additionally, the length of the pileus decreased by 0.4 cm when comparing the growth of the fruit body. In contrast, at BW 50%, the diameter of the pileus decreased by 9.6 cm and the length of the stipe decreased by 1.4 cm. According to analysis of the constituent amino acids, BW 50% showed a lower overall nutritional content than the control, whereas BW 100% had a lower amino acid content than the control. However, glutamic acid and aspartic acid, which are flavor-enhancing ingredients, were observed at levels of 3.954 mg/g and 1.436 mg/g, respectively, in BW 100%. Therefore, if bean sprout by-products are efficiently processed and utilized, it is believed that they will be beneficial to farmers as a substitute for rice bran and reduce the cost of manufacturing substrate

KEYWORDS: Amino acids, Bean sprouts by-product, Fruit-body, *Lentinula edodes*

서 론

표고는 특유의 향과 다양한 약리작용을 가지고 있는 식용버섯으로 알려져 있다 (Han *et al.*, 2015). 또한, 2021년

기준으로 임산버섯류 생산량 18,562톤 중 표고는 17,371톤 정도로 높은 생산량을 보이며, 단기소득임산물 소득원으로써 여러 농가에 기여해 왔다 (Noh *et al.*, 2015; Yoo *et al.*, 2021).

과거 표고는 주로 참나무 원목에서 생산되었지만 현재는 참나무톱밥을 이용한 톱밥봉지 재배가 증가하고 있다. 톱밥재배는 원목재배에 비해 재배기간이 짧아 연중생산이 가능하며 기계화 등의 여러 장점들이 있다 (Koo *et al.*, 2013, Noh *et al.*, 2020). 표고 톱밥배지는 참나무 톱밥과 미강을 8:2(v/v)로 제조하는 경우가 일반적이지만 미강의 경우 여름철 고온기에 조지방의 함량이 많아 저장이나 유통과정 중 산패가 일어날 확률이 높으며, 원자재의 수급 불안정에 따른 가격상승요인이 상시적으로 존재하는 등의 문제점들을 가지고 있다 (Oh *et al.*, 2017). 이러한 이유로 질소원으로 사용되는 미강 공급에 문제가 생길 경우 대체하기 위한 배지재료를 모색 중에 있다 (Lee *et al.*, 2015). 최근 보리가루, 건비지, 옥수수피 등을 질소원으로 사용하여 다양한 연구들이 진행 중에 있다 (Kim

J. Mushrooms 2023 September, 21(3):150-153
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2023.21.3.150>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Youn-Jin Park (Post doctor), Jin-Woo Lee(Master), Myoung-Jun Jang (Professor)

*Corresponding author

E-mail : plant119@kongju.ac.kr

Tel : +82-41-330-1204, Fax : +82-41-330-1209

Received August 16, 2023

Revised September 4, 2023

Accepted September 19, 2023

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.

et al., 2016).

콩나물은 기호성이 높고 단백질 및 비타민류의 공급원으로 알려져 있으며 (Chang et al., 2004), 단백질이 5.4% 함유되어 있다 (Kim et al., 1997). 선행연구로 콩나물의 영양분을 활용하기 위해 콩나물 생산 과정에서 발생하는 콩나물 부산물을 활용해 사료로서 재활용하려는 연구가 있었다 (Rahayu et al., 2019). 본 연구에서는 식품 부산물로 버려지는 콩나물 부산물을 미강의 대체제로서 활용 가능성을 확인하기 위한 실험을 진행하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 시험배지

본 시험에서 사용한 품종은 산조701호였으며, 실험에 사용한 콩나물 부산물은 (주)평강비아이엠에서 제공받은 것으로 상품성이 없는 콩나물을 사용하였다. 콩나물 부산물의 조단백은 21.82% 함유되어 있는 것을 사용하였다. 시험배지 재료로는 참나무 톱밥, 미강, 콩나물부산물을 사용하였으며 콩나물 부산물(Bean sprouts Waste)은 미강 첨가비율인 20% 비율 내에서 각각 BW 50%(미강 50% 대체)와 BW 100%(미강 100% 대체)의 비율로 배합하였으며, BW가 묻혀지지 않도록 분쇄한 후 실험에 사용하였다. 대조구는 참나무 톱밥과 미강을 8:2(v/v)로 혼합하여 사용하였다.

균사 생장특성

컬럼테스트(column test)는 대조구, BW 50%, BW 100%로 각각 구분하여 제조하였다. 배지 내의 수분함량을 $65 \pm 2\%$ 로 조절 후 test tube (30×200 mm)에 65 g을 넣고, 고압멸균기를 이용하여 121°C에 60분간 멸균하였다. 이후 멸균된 톱밥배지에 petri dish 내에서 배양된 공시균주를 직경 4 mm인 cork borer로 절단하여 3개씩 접종하고, 25°C 항온기에서 배양하였다. 균사생장 특성조사는 접종일로부터 7일 간격으로 측정하였다.

배양 및 생육 환경

처리별로 배합된 톱밥배지를 비율별로 고압멸균이 가능한 비닐에 입봉하고, 고압멸균기를 사용하여 121°C에 90분간 멸균 후 접종하였다. 접종된 배지는 온도 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 암배양 60일, 명배양 30일간하여 균변을 유도하였다. 전체 배지 중 70% 정도 배양이 완료되었을 때 온도, 상대습도, CO₂ 조절이 가능한 생육실에서 12시간은 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 나머지 12시간은 $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 설정하여 발이를 유도하였고, 발이 후 $18 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 생장을 전개하였으며, 상대습도 $85 \pm 5\%$, CO₂ 800 ppm으로 설정하여 생육시켰다.

자실체 생육 특성 및 수량 조사

표고 자실체의 생육특성은 갯두께, 갯직경, 대길이, 대두께 등을 농업과학기술 연구조사분석기준 (2012, 농촌진

흥청)에 준하여 버니어캘리퍼스 (Mitutoyo CD-15CPX, Japan)를 이용하여 조사하였다. 수량은 봉지당 수확한 자실체의 생물중 무게를 측정하였다.

자실체 구성아미노산 분석

농산물건조기에서 80°C에서 12시간 동안 건조된 시료 0.05 g에 6N HCl 1 mL 혼합 후 질소를 충전하였으며, 24시간 동안 110°C에서 충전된 시료를 가수분해하여 24시간 동안 80°C에서 건조하였다. 건조된 시료는 HITACHI L-8900 Amino acid analyzer (HITACHI, Japan)을 이용하여 아미노산을 분석하였다. Coloring solution은 ninhydrin solution (Wako, Japan)을 사용하였다. 분석 컬럼은 Hitachi custom ion exchange resin (HITACHI, Japan)을 사용하였다. 구성 아미노산의 표준물질로는 amino acids mixture standard solution, Type H (Wako, Japan)을 사용하였다. proline은 440 nm에서 측정하였으며 그 외의 16종의 아미노산은 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계 분석

실험 데이터는 R package (R, 4.3.1)를 사용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, duncan's 다중검정 (duncan's multiple range test)을 통해서 유의성은 1% 수준으로 검정하였다.

결과 및 고찰

균사체의 생장 특성

균사체의 생장 특성을 확인하기 위해 컬럼테스트를 수행하였다 (Fig. 1). 대조구와 BW 50%, 100% 배지의 균사체를 컬럼테스트 결과 7일 기준 대조구 3.3 cm, BW



Fig. 1. Comparison of mycelium density and growth rate by medium composition
A, Control; B, BW 50%; C, BW 100%.

Table 1. The growth of mycelium according to incubation days in mixed substrate.

substrate	Growth length of mycelium (cm)			
	7 days	14 days	21 days	24 days
Control	3.3 ^a	7.1 ^a	11.9 ^a	13.5 ^a
BW 50%	2.7 ^{ab}	6.0 ^{ab}	11.7 ^a	13.5 ^a
BW 100%	2.2 ^b	5.4 ^b	10.2 ^b	12.2 ^b

* Different letters are significantly different by DMRT multiple range test ($p < 0.01$).

Control : Oak sawdust:Rice bran(8:2); BW 50% : Oak sawdust:Rice bran:Bean sprouts Waste(8:1:1); BW 100% : Oak sawdust:Bean sprouts Waste(8:2).

50% 2.7 cm, BW 100% 2.2 cm, 14일 기준 대조구 7.1 cm, BW 50% 6.0 cm, BW 100% 5.4 cm, 21일 기준 대조구 11.9 cm, BW 50% 11.7 cm, BW 100% 10.2 cm, 24일 기준 대조구 13.5 cm, BW 50% 13.5 cm, BW 100% 12.2 cm이었다(Table 1). 24일 기준으로는 대조구와 BW 50%는 대등한 성장을 보였지만, BW 100%는 대조구 대비 생장이 저조한 것으로 확인되었다.

노루궁뎅이버섯의 성장에서 대두박을 질소원으로 대체한 Chutimanukul의 연구와 bacto-soytone을 질소원으로 사용하여 버들송이버섯의 균사 성장속도를 측정 한 Lee의 연구 결과에서 배지조성에 따라 균사의 다른 성장률을 보여 배지조성의 차이로 영양분에 영향을 받아 각기 다른 성장률을 보인 것으로 판단된다 (Chutimanukul *et al.*, 2023; Lee *et al.*, 1989).

자실체 성장특성

시험 처리별로 자실체의 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 총무게 대조구 266 g, BW 50% 257 g, BW 100% 253 g, 갓 직경 대조구 58.0 mm, BW 50% 59.6 mm, BW 100% 48.4 mm, 갓 두께 대조구 22.8 mm, BW 23.1 mm, BW 100% 21.5 mm로 나타났으며, 대 길이는 대조구 26.2 mm, BW 50% 25.8 mm, BW 100% 24.8 mm, 대 두께 대조구 11.2 mm, BW 50% 12.8 mm, BW 100% 10.5 mm의 성장을 나타냈다 (Table 2). BW 50%는 대조구에 비해 대체적으로 높은 성장을 보였지만 총무게에서 9.5 g 적은 값을 보였다.

꽃송이버섯 재배 시 첨가물 종류에 따른 재배특성 연구

에서 질소원의 종류는 버섯 성장 형태와 수량과 상관관계가 낮았다 (Heo *et al.*, 2022). 본 연구에서도 질소원마다 다른 영양원에 영향을 받아 자실체 생장이 다르게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 팽이버섯의 경우 농가별로 각기 다른 배지재료의 혼합 비율로 인해 자실체 생장이 다르다는 결과가 있다 (Lee *et al.*, 2020). 따라서 본 연구의 BW 50%를 첨가했을 때 자실체의 형태적 특징이 대조구의 자실체 특징과 유사한 결과를 나타낸 것으로 보아 미강 대체가 가능할 것으로 판단된다.

배지 조성에 따른 자실체 아미노산 함량 비교

자실체의 구성아미노산 분석 결과 16종의 구성아미노산은 Table 3과 같이 확인되었다. BW 50%에서 valine은 대조

Table 3. Amino acids in fruit body of Lentinula edodes in mixed substrate.

Amino acid	Control (mg/g)	BW 50% (mg/g)	BW 100% (mg/g)
Asp	10.48 ^b	9.84 ^b	11.92 ^a
Thr	6.69 ^a	6.48 ^a	7.33 ^a
Ser	5.90 ^{ab}	5.61 ^b	6.52 ^a
Glu	20.34 ^b	18.04 ^b	24.29 ^a
Gly	5.87 ^a	5.48 ^a	6.41 ^a
Ala	8.81 ^b	8.62 ^b	9.85 ^a
Val	16.70 ^b	18.45 ^a	19.30 ^a
Met	2.21 ^a	2.09 ^a	2.21 ^a
Iso	8.18 ^b	8.70 ^a	9.04 ^a
Leu	11.89 ^a	12.07 ^b	12.91 ^b
Tyr	3.79 ^a	3.54 ^a	3.97 ^a
Phe	7.90 ^b	7.59 ^b	8.88 ^a
Lys	8.43 ^b	8.07 ^b	9.36 ^a
His	3.04 ^a	2.64 ^a	3.46 ^a
Arg	7.77 ^b	6.54 ^c	8.40 ^a
Pro	5.15 ^{ab}	4.79 ^b	5.49 ^a

* Different letters in the same row differ significantly at $p < 0.01$ in the DMRT multiple range test

Asp:aspartic acid, Thr:threonine, Ser:serine, Glu:glutamic acid, Gly:glycine, Ala:alanine, Cys:cysteine, Val:Valine, Met:methionine, Iso:isoleucine, Leu:leucine, Tyr:tyrosine, Phe:phenylalanine, Lys:lysine, His:histidine, Arg:arginine, Pro:proline

Table 2. Growth characteristics of fruit body of Lentinula edodes in mixed substrate.

substrate	Yield (g/bottle)	Diameter of pileus (mm)	Thickness of pileus (mm)	Length of stipe (mm)	Thickness of stipe (mm)
Control	266 ^a	58.0 ^a	22.8 ^a	26.2 ^a	11.2 ^a
BW 50%	257 ^b	59.6 ^a	23.1 ^a	25.8 ^a	12.8 ^a
BW 100%	253 ^b	48.4 ^b	21.5 ^a	24.8 ^a	10.5 ^a

^{a,b}Different letters within the same column indicate significantly differences among treatment by Duncan's multiple range test ($p < 0.01$).

구에 비해 1.75 mg/g 높은 함량을 가진 것으로 확인되었으며, glutamic acid는 대조구에 비하여 유의성이 없는 것으로 확인되었다. BW 100%에서의 함량은 대조구에 비해 valine은 2.60 mg/g, glutamic acid는 3.95 mg/g 높은 함량을 보이며 대조구보다 더 많은 함량을 가진 것으로 나타났다.

Valine은 체내합성이 불가능하여 식물체를 통해 섭취해야 하는 필수 아미노산 중 하나인 것으로 알려져 있으며 (Kim *et al.*, 2017), glutamic acid는 버섯의 감칠맛에 영향을 준다는 결과가 있다 (Zhang *et al.*, 2021). 위의 결과들을 통해 대조구에 비해 BW 100% 첨가한 처리구가 Valine과 glutamic acid의 함유량이 높은 것으로 보아 필수 아미노산의 합성과 감칠맛에 영향을 줄 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 미강의 대체 원료로 콩나물 부산물(BW)을 활용하여 표고의 생장특성을 확인하였다. 참나무톱밥과 미강을 8:2(v/v) 섞은 배지와 미강을 대체하기 위해 미강과 각 BW 50%, 100%로 BW를 섞은 혼합배지에 표고의 주요 재배 품종인 산조 701의 균사생장을 비교한 결과 대조구와 BW 50%의 균사생장량은 13.5 cm였으며, BW 100%의 균사생장량은 12.2 cm인 것으로 확인되었다. 자실체 생장을 비교한 결과 대조구에 비해 BW 50%는 갓의 직경은 1.6 cm 증가하였으며, 대길이는 0.4 cm 감소하였다. 반면에 BW 100%는 갓의 직경은 9.6 cm 감소하였으며, 대의 길이는 1.4 cm 감소하였다. 구성아미노산의 분석 값에 의하면 영양적인 측면에서 BW 50%는 대조구에 비해 전반적으로 낮은 함량을 보인 반면 BW 100%는 대조구에 비해 Met 함량은 낮았지만 감칠맛을 더해주는 성분을 가진 Glu와 필수아미노산 중 하나인 Val이 각 3.95 mg/g, 2.30 mg/g 높은 것을 확인하였다. 따라서 콩나물 부산물을 효율적으로 처리 및 활용한다면 미강 대체제로서 활용이 가능할 것으로 보여진다.

감사의 글

2023년 한국연구재단 병재배 버섯류의 병발생 기작 규명(과제번호 : RS-2023-0025145430782064780001)의 지원에 의해 수행된 결과입니다.

REFERENCES

- Chang KJ, Lee JH, Kim YT, Ahn CW. 2004. The growth and properties of green sprouts in soil culture. *J. Rural Agric. Res.* 6: 63-72.
- Chutimanukul P, Sukdee S, Prajuabjinda O, Thepsilvisut O, Panthong S, Athinuwat D, Chuaboon W, Poomipan P, Vachirayagorn V. 2023. The effects of soybean meal on growth, bioactive compounds, and antioxidant activity of *Hericium erinaceus*. *Horticulturae* 6: 693.
- Han SR, Kim MJ, Oh TJ. 2015. Antioxidant activities and antimicrobial effects of solvent extracts from *Lentinus edodes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 8: 1144-1149.
- Heo BS, Choi KH, Jo YM. 2022. Cultivation characteristics and yield of *Sparassis latifolia* depending on the composition of growth media. *J Mushrooms* 2: 61-68.
- Kim JH, Jeon DH, Kang YJ, Jeoung YK, Lee YH, Chi JH. 2016. Effects of fruiting productivity of *Grifola frondosa* using bottle cultivation according to different substrate composition. *Kor J Mycol* 3: 150-154.
- Kim KJ, Im SB, Yun KW, Je Hs, Ban SE, Jin SW, Jeong SW, Koh YW, Cho IK, Seo KS. 2017. Content of proximate compositions, free sugars, amino acids, and minerals in five *Lentinula edodes* cultivars collected in Korea. *J Mushrooms* 4: 216-222.
- Kim SD, Kim SH, Hong Eh. 1997. Composition of soybean sprouts and their Nutritional significance. *Duchae Industry* 2: 26-35.
- Koo CD, Lee SJ, Lee HY. 2013. Morphological characteristics of decomposition and browning of oak sawdust medium for ground bed cultivation of *Lentinula edodes*. *Kor J Mycol* 2: 85-90.
- Lee CJ, Lee EJ, Park HS, Lim JH, Min GJ, Kong WS. 2020. Yield characteristics and medium composition of winter mushroom in cultivation farms in Korea. *J Mushrooms* 1: 120-124.
- Lee CJ, Moon JW, Yoo YM, Han JY, Cheong JC, Kong WS, Lee BE. 2015. Optimal additive ratio of barley flour for substitution of rice bran at cultivation of winter mushrooms. *J Mushrooms* 3: 266-269.
- Lee JS, Park S, Park GS. 1989. Optimization of media composition and cultivation for the mycelial growth of *Agrocybe cylindracea*. *Korean J Food Sci Technol* 3: 399-403.
- Noh JH, Kim KJ, Lee BS, Kim SC, Kim IY, Choi SG, Kwon HW, Lee WH, Joung EY, Chung NH, Ko HG. 2020. Cultivation status and breed development of *Lentinula edodes* cultivar Sanjo 701ho in the sawdust cultivation. *J Mushrooms* 3: 179-188.
- Noh JH, Ko HG, Park HS, Koo CD. 2015. Selection of parental strain on the sawdust cultivation and mycelial growth and cultural characteristics of *Lentinula edodes* hybrid strains. *J Mushrooms* 1: 41-49.
- Oh TS, Lee YH, Kim CH, Cho YK, Jang MJ. 2017. Comparative study of the growth characteristics of *Pleurotus eryngii* by using alternative substrates to rice bran. *J Mushrooms* 1: 57-60.
- Rahayu HI, Retnani Y, Rizwantara Z. 2019. Substitution of commercial cation with cation containing bean sprout waste on production and physical quality of egg. In *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 251: 012052.
- Research and survey analysis criteria. 2012. Rural development administration. pp. 842.
- Yoo R. 2021. Current status of edible mushroom materials. *Food Preservation and Processing Industry* 1: 3-8.
- Zhang L, Dong X, Feng X, Ibrahim SA, Huang W, Liu Y. 2021. Effects of drying process on the volatile and non-volatile flavor compounds of *Lentinula edodes*. *Foods (Basel, Switzerland)* 11: 2836.