

RESEARCH ARTICLE

표고 재배 중 톱밥 배지의 물리적 성질과 목재 화학성분 변화

이종신*, 강석구, 양승민, 김진경
충남대학교 환경소재공학과

Changes in Physical Properties and Wood Chemical Components of sawdust medium during Oak Mushroom (*Lentinula edodes*) Cultivation

Jong-Shin Lee*, Seog-Goo Kang, Seung-Min Yang, Jin-Kyoung Kim
Department of Biobased Materials, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

*Corresponding author: lee_js@cnu.ac.kr

ABSTRACT

In this study, the physical properties of the medium and changes in the wood chemical composition of the sawdust were investigated during the cultivation of oak mushroom sawdust bags, and the following results were obtained. After inoculation, the weight of the medium decreased during the incubation period. It is determined that this is not due to evaporation of moisture containing the medium or decomposition of sawdust, but to decomposition of rice bran, a low molecular substance added to the medium. It was confirmed that the moisture content of the medium was steadily increased during incubation, and it was estimated that the organic substrates such as rice brane in the medium was decomposed by mycelium, and water, one of the decomposition products of organic substrates, caused an increase in the moisture content of the medium. Along with the increase in the harvest of oak mushrooms, the proportion of organic substances such as holocellulose and lignin, the main components of the wood cell wall of sawdust, steadily decreased. In particular, the degradation characteristics of the wood cell wall component of shiitake, which is a white rot fungi, were confirmed by higher lignin reduction rate than that of holocellulose. On the other hand, ash, which is an inorganic material, increased with an increase in the number of mushroom harvests. The increase in the amount of ash in the medium may have been due to the decrease in the organic matter content such as holocellulose and lignin.

Keywords: ash, holocellulose, *Lentinula edodes*, lignin, oak sawdust



OPEN ACCESS

pISSN : 0253-651X
eISSN : 2383-5249

Kor. J. Mycol. 2022 December, 50(4): 291-300
<https://doi.org/10.4489/KJM.20220031>

Received: September 05, 2022

Revised: December 20, 2022

Accepted: December 22, 2022

© 2022 THE KOREAN SOCIETY OF MYCOLOGY.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

표고의 참나무 톱밥을 이용한 봉지 재배법은 1980년대 초 표고 원목재배 농가가 주축이 되어 대만으로부터 국내에 도입한 것으로 알려져 있다. 그 후 1980년대 중반부터 표고 톱밥배지에 관한 연구가 활발하게 진행되어 배지 주재료인 톱밥의 종류, 영양원 첨가제의 종류와 첨가량, 종균 배양조건, 버섯 발생 방법, 적합한 품종 개발 등에서 많은 연구성과를 거두었다. 근래에 들어 국내 표고 톱밥 배지 재배 농가가 매년 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이와 같은 이유는 톱밥 봉지 재배가 노동 강도가 작고, 재배 기간이 짧아 자본 회수가 빠르고, 재배 과정에서 일부 기계화가 가능하며, 버섯 품질이 좋고 생산량도 많아 원목재배에 비하여 많은 이점을 가지고 있기 때문이다. 최근에는 중국산 자동 입봉기를 도입하여 적은 노동력으로 톱밥 배지의 대량 생산이 가능해짐으로써 재배 규모가 점점 커지고 있는 경향을 보이고 있다. 표고는 목재 부후성 임산버섯으로 재배 기간이 길고, 목재 세포벽 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등 고분자 성분을 주요 영양원으로 분해, 이용하며 성장한다. 따라서 표고 재배 중인 참나무 원목 또는 톱밥 배지에서 이들 유기 고분자 화합물인 목재 세포벽 주성분의 함량 변화는 표고의 생산량과 품질에 직접적으로 영향을 미친다. 표고 재배 참나무 원목은 수명이 평균 3-4년인 반면에 참나무 톱밥 배지는 재배 기술에 따라 편차는 있으나 종균 접종 후 버섯 수확 종료(폐상)까지 평균 8개월에서 10개월 정도이다. 톱밥 배지가 원목에 비하여 수명이 짧은 이유는 표고 균의 주 영양원인 목질부의 양에 차이가 있기 때문에 나타나는 당연한 결과지만, 톱밥 봉지 재배의 경우에 인위적으로 조절된 환경 하에서 단기간에 걸쳐 집중적으로 버섯 발생을 유도하기 때문이다. 이것은 참나무 톱밥의 목질부 분해가 표고 균에 의해 매우 빠르게 진행된다는 것을 의미한다. 이 등은 표고를 재배한 후의 참나무 폐골목의 화학적 성분 분석을 통하여 건전한 원목에 비하여 holocellulose 및 α -cellulose의 함량은 감소하고 회분과 추출물 함량은 증가한다는 연구 결과를 2008년도 한국펄프종이공학회 춘계학술대회에서 보고하였다. 구 등은 표고 지면재배용 참나무 톱밥 배지의 분해와 갈변의 형태적 특징에 관한 연구를 통하여 참나무 톱밥 목부 조직의 세포벽 분해 형태에 대하여 보고하고 있으나[1], 목부 조직의 화학성분 변화에 대한 연구는 수행되지 않았다.

본 연구에서는 표고 참나무 톱밥 봉지 재배 과정에서 종균 배양 및 버섯 수확 기간 중에 발생하는 배지의 중량 및 함수율 변화, 참나무 톱밥의 목재 화학적 성분 변화 등을 조사하였다. 이를 통하여 표고 톱밥 봉지 재배과정에서의 표고 종균에 의한 배지 조성분의 분해 이용 경향을 파악하여 최적의 배지 조성에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

톱밥 배지

톱밥 배지의 배양 중 물리적 성질 변화를 조사하기 위해 표고재배 농가에서 여름 재배용 품종 산조 701호 종균을 접종한 배지 120개를 분양받아 대학 내 배양실에서 배양하였다. 분양 받은 배지 120개 중에서 무작위로 20개씩을 선정하여 배양 기간 중에 발생하는 배지의 중량과 함수율을 조사하였고, 20개 중에서 무작위로 3개를 선발하여 화학성분 변화 조사에 사용하였다. 또한 대조구로 살균 후에 종균을 접종하지 않은 배지 20개씩, 총 40개(중량 변화 조사용 20개, 함수율 변

화 조사용 20개)를 동일 조사에 사용하였다. 배지는 참나무 톱밥과 쌀겨를 85:15의 부피비율로 혼합하고, 여기에 폐화석을 중량 백분율로 0.9%를 첨가하여 제조하였으며, 목표 함수율은 52%였다. 톱밥은 톱밥제조 공장에서 구입한 것으로 수종은 2종 이상의 참나무류가 혼합되어 있는 생톱밥이었다. 배지 제조 시 배지의 목표 중량은 개당 1,400 g이었다. 표고 수확 횟수 증가에 따른 배지의 목재 화학성분 변화를 조사하기 위해 농가에서 산조 701호 표고를 재배하고 있는 배지를 수확 횟수 별(2, 4, 6, 8회)로 3개씩 수확 직후 회수하여 분석에 사용하였다. 분석용 배지는 배지 한 개당 버섯 수확 개수(3개)와 수확량(생 중량 평균 120-130 g)을 기준으로 선별하여 사용하였다.

배지의 물리적 성질 변화 조사

분양 받은 종균 접종 배지를 온도 $22 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 60%, 이산화탄소 농도 2,000 ppm 이하의 조건에서 120일간 배양하였다. 배양 기간 중에 30일마다 배지의 중량과 함수율 변화를 조사하였다. 함수율은 동일한 배지에서 균사가 성장한 부위와 성장하지 않은 부위 별로 시료를 채취하여 조사하였다(Fig. 1). 각 부위로부터 톱밥 시료 1 g을 채취하여 열풍건조기 내의 온도 105°C 에서 60분 이상 건조하여 항량에 도달한 것을 확인한 후 건조 전후의 중량 변화로 건량기준 함수율을 측정하여 비교하였다.

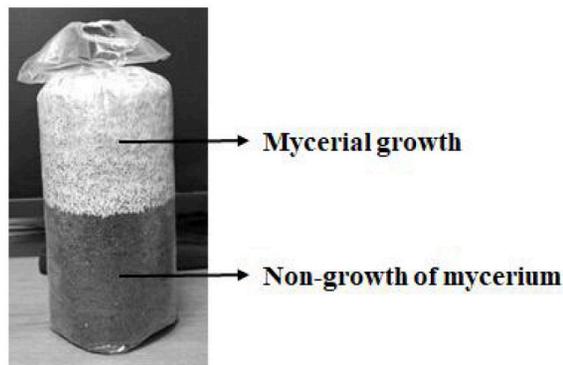


Fig. 1. Sawdust medium cultivating oak mushroom Sanjo 701ho.

배지의 화학성분 변화 조사

배양 기간 별 및 매회 버섯 수확을 종료한 배지의 3곳으로부터 약 10 g씩 총 30 g의 시료를 채취, 분쇄하여 균일하게 혼합한 다음 홀로셀룰로오스, 리그닌 및 회분의 비율을 조사하는 시료로 사용하였다. 채취한 배지 시료 중에는 쌀겨와 폐화석이 혼합되어 있기 때문에 증류수로 3회 이상 세척하며 순수한 참나무 톱밥만을 선별하여 홀로셀룰로오스와 리그닌 분석에 사용하였다. 회분 분석 시에는 세척하지 않고 채취한 시료를 그대로 사용하였다. 홀로셀룰로오스의 정량은 아염소산법 [2]으로 분석하였으며, 분석방법은 에탄올과 벤젠 혼합용액으로 탈지처리한 시료 약 2.5 g을 300 mL 삼각플라스크에 넣고, 증류수 150 mL를 넣었다. 이어서 아염소산나트륨 1 g과 빙초산 0.2 mL를 넣고 소형 삼각플라스크를 뒤집어 뚜껑을 한 다음 $70-80^\circ\text{C}$ 의 온수 중에서 가끔 흔들어 주면서 1시간 동안 가온하였다. 뒤이어 시료를 냉각시키지 않고 바로 아염소산나트륨 1 g과 빙초산 0.2 mL를

가해서 반복하여 처리하였다. 이 조작을 3회 반복한 후 백색의 잔류물을 글라스 필터(IG3)로 흡입 여과하고 냉수 500 mL와 아세톤 50 mL로 순차적으로 세척하였다. 아세톤을 흡입, 풍건하여 완전히 제거한 후에 글라스 필터를 칭량병에 담아 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 항량에 도달할 때까지 건조한 후 중량을 측정하였다. 홀로셀룰로오스 비율(%)은 분석에 사용한 탈지시료 전건중량(A, g)을 측정된 홀로셀룰로오스 중량(B, g)으로 나누어(A/B) 계산하였다. 리그닌 정량법은 목재 시료 중에 함유되어 있는 다른 성분을 용해시키고 남는 잔사(殘渣)를 칭량하는 방법으로 본 실험에서는 황산법[2]을 적용하여 조사하였다. 탈지시료 약 1 g을 100 mL 비이커에 넣고 72% 황산 15 mL를 가하여 내용물을 충분히 섞은 다음에 약 20°C 에 4시간 방치하였다. 이어서 내용물을 증류수 560 mL를 사용하여 1 L 용 삼각플라스크에 옮긴 후에 액량이 일정하게 유지되도록 가끔씩 증류수를 보충하며 4시간 동안 끓였다. 뒤이어 방냉한 후 내용물을 글라스 필터(IG3)로 여과하고 500 mL의 뜨거운 증류수로 세척하였다. 글라스 필터를 칭량병에 옮긴 후에 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 항량에 도달할 때까지 건조시킨 후에 중량을 측정하였다. 리그닌 비율(%)은 분석에 사용한 탈지시료 전건 중량(A, g)을 처리 후의 잔사 중량(B, g)으로 나누어(A/B) 계산하였다. 회분은 시료 중의 유기물을 높은 온도에서 연소시킨 후에 남는 잔사로 시료 중 무기물의 총합에 해당한다. 회분 측정[2]은 시료 약 2 g을 도가니에 담아 전기로 내에서 서서히 가열 탄화시킨 후에 $600 \pm 25^\circ\text{C}$ 에서 완전히 회화(灰化)시켰다. 이어서 도가니를 서서히 방열시킨 후에 데시케이터 내에서 방냉하여 중량을 측정하였다. 회분 비율(%)은 시험에 사용한 시료의 전건 중량(A, g)을 회분 중량(B, g)으로 나누어(A/B) 계산하였다.

통계분석

배양 중에 발생하는 배지의 중량, 함수율 및 화학성분 변화와 표고 수확 회수 별로 배지의 화학 성분 변화의 차이를 확인하기 던컨의 다중 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

배양 기간 중 배지의 중량 변화

종균 접종 후 배양 기간 중에 발생한 배지의 중량변화 조사 결과를 Fig. 2에 각각 나타냈다. 종균을 접종한 배지의 초기 중량은 평균 1,354.3 g, 종균을 접종하지 않은 배지는 평균 1,379.7 g이었다. 현장에서 반자동 입봉기를 사용하여 배지를 제조하는 과정에서 배지의 목표 중량은 1,400 g이었으나, 입봉 과정에서 배지 중량에 편차가 발생하였다.

배양이 진행됨에 따라 배지 중량이 감소하는 경향을 보였으며, 그 정도는 종균을 접종하지 않은 배지에 비하여 종균을 접종한 배지에서 크게 나타났다. 배양을 종료한 시점에서 배지의 중량 감소를 비교하면, 종균을 접종하여 배양한 배지의 경우에는 평균 78 g이 감소하였으나 종균을 접종하지 않은 대조구 배지의 경우에는 평균 13.1 g의 감소가 발생하였다. 배지의 중량 감소 경향을 보다 뚜렷하게 살펴보기 위하여 배양 기간 별로 배지의 중량감소율을 구하여 Fig. 3에 나타냈다. 종균을 접종하지 않은 대조구 배지의 경우에는 배양 기간별로 중량감소율을 비교한 결과, 통계적으로 유의미한 차이를 찾을 수 없었다. 한편, 종균을 접종한 배지에서는 배양기간 별로 중량에 변화가 발생하였으며, 특히 배양기간 90일부터 통계적으로 매우 큰 중량감소가 발생한 것으로 나타났다.

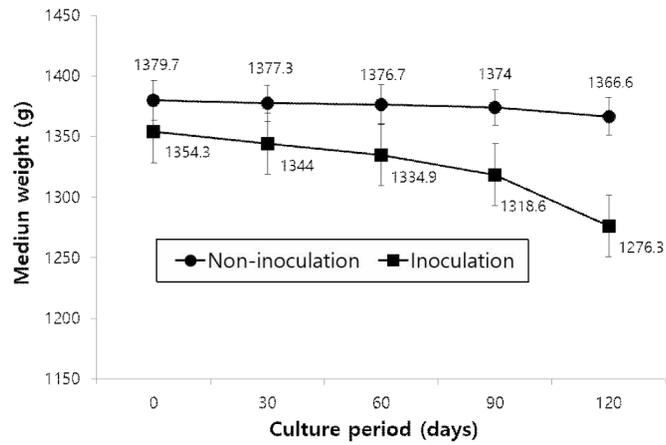


Fig. 2. Changes in weight of sawdust medium during culture of oak mushroom Sanjo 701ho.

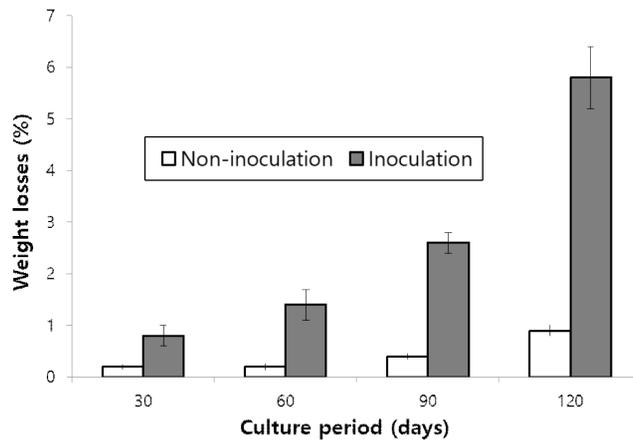


Fig. 3. Weight losses of sawdust medium by culture period of oak mushroom Sanjo 701ho.

배양 기간 중에 발생하는 배지의 중량 감소의 일반적인 원인으로 배지 중에 함유되어 있는 수분이 배지의 통기구인 솜 마개를 통해 대기 중으로 증발하는 현상을 들 수 있으나, 전술한 바와 같이 종균을 접종하지 않은 대조구 배지에서는 통계적으로 유의미한 차이가 발견되지 않아 배양 기간 중 중량감소는 매우 미미하거나 거의 발생하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 한편, 종균을 접종하여 배양한 배지에서 나타난 큰 중량감소에는 배양 중 수분 증발 이외에 또 다른 원인이 작용한 것임을 알 수 있다. 배지에 접종한 종균은 배지 중에 함유되어 있는 고분자 물질을 분해하여 영양분을 획득하며 성장한다. 배지는 참나무 톱밥과 쌀겨, 그리고 첨가제인 패화석으로 구성되어 있으며, 이들 구성 물질 중에서 영양원으로 분해, 이용될 수 있는 유기물은 참나무 톱밥과 쌀겨이다. 종균 접종 배지에서의 큰 중량감소의 발생은 이들 고분자 유기물이 균사 성장에 필요한 영양원으로 분해, 소비됨으로써 발생한 것으로 판단할 수 있다. 배지 구성 물질의 분해에 의한 배지 중량 감소의 원인을 보다 명확하게 밝히기 위하여 참나무 톱밥의 목재 세포벽 성분과 함께 첨가제인 패화석 비율의 변화를 조사하였으며, 그 결과를 품종 별로 Table 1에 나타냈다. 목재의 화학성분

은 세포벽 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌과 세포내강이나 간극에 존재하는 추출물인 당, 전분, 수지 등 부성분으로 구성되어 있다[3]. 홀로셀룰로오스는 목재 세포벽 성분 중에서 리그닌을 제외한 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스를 포함하는 다당류의 총칭이다[2]. 목재 세포벽을 구성하는 화학성분의 비율은 참나무류와 같이 활엽수 세포벽에는 홀로셀룰로오스 60-70%(셀룰로오스 45-50%, 헤미셀룰로오스 15-20%), 리그닌이 20-25% 각각 분포하고 있다[3]. 배양 기간 별 배지에 함유되어 있는 유기물인 홀로셀룰로오스와 리그닌 비율의 변화를 살펴보면, Table 1에서 알 수 있듯이 배양 기간 경과와 함께 일정한 경향을 보이지 않고 대조구인 종균 접종 전 살균 배지 톱밥의 구성비율(배양 기간 0일)과 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 배양 기간 간에 통계적으로 유의미한 차이는 발견되지 않았다. 또한 배지 제조 시에 첨가한 폐화석이 대부분을 차지하는 회분의 분포 비율에서도 배양기간 간에 통계적으로 유의성이 인정되지 않았다. 이들 결과로부터 배양기간 중에 발생한 배지의 중량 감소는 톱밥의 목재 세포벽 성분의 분해 이용 또는 회분(폐화석)의 용해에 의한 것이 아니고 이들 2가지 성분을 제외하고 배지 제조 시에 혼합한 쌀겨의 분해, 이용에 따른 결과로 추정할 수 있다. 목재를 가해하는 담자균류의 목재 세포벽 분해 특징은 목재 침입 초기부터 세포벽 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌과 같은 고분자 화합물을 분해 이용하지 않고 추출물인 당, 전분, 아민류 등과 같은 수용성 저분자 물질을 먼저 영양원으로 이용하여 신장 성장하고, 이어서 목재 세포벽 주성분을 효소 작용으로 저분자화시켜 분해 이용한다[4]. 쌀겨의 주요 성분 함량은 수분 10.5%, 단백질 15.01%, 지방 17.43%, 탄수화물 48.26%, 조회분 8.8% 등으로 이루어져 있으며[5], 균이 쉽게 이용할 수 있는 수용성 저분자 물질이 50% 이상을 차지하고 있다. 따라서 톱밥 배지에 접종한 표고 균들은 배양 기간 중에 배지 구성 물질 중에서 참나무 톱밥보다 쌀겨 성분을 먼저 영양원으로 이용하며 영양 성장을 이어가는 것으로 생각할 수 있다. 이상과 같은 결과에 의해 배양 기간 중에 발생한 배지의 중량 감소는 톱밥의 목재 성분 분해보다는 쌀겨 성분의 분해, 이용에 따른 것으로 생각할 수 있다. 목재 세포벽 성분의 화학분석 방법과는 다르게 배지에 혼합한 쌀겨 비율의 변화를 화학 분석할 수 있는 방법이 없어 이번 연구에서는 조사를 하지 못하였으나, 앞으로 배지의 탄질비(C/N율)의 변화 조사를 통한 간접적인 방법으로 배양 중에 표고 균에 의한 쌀겨의 분해 이용률을 조사할 계획이다.

Table 1. Changes of Wood chemical components by incubation periods.

Wood chemical components	Incubation period (days)				
	0	30	60	90	120
Hollocellulose (%)	59.1±0.4	58.8±0.3	58.2±0.3	57.4±0.2	57.6±0.5
Lignin (%)	24.3±0.1	23.4±0.6	22.9±0.2	23.7±0.3	22.2±0.5
Ash (%)	9.6±0.6	9.7±0.2	9.2±0.4	8.9±0.3	9.1±0.3

배양 기간 중 배지의 함수율 변화

톱밥 배지의 함유수분은 균사의 성장에 필수불가결한 요소인 반면에 수분이 과다하면 배지의 통기성이 나빠져 균사 생장이 억제될 수 있어 적절한 수준의 함유율 유지가 필요하다. 균 배양 기간 중에 배지의 함유율 변화를 조사하여 Fig. 4에 나타냈다. 배지 제조 현장에서 톱밥 배지의 목표 함유율을 52%로 설정하여 배지를 제조하였으나, 실제 함유율은 평균 52.6%를 나타냈다. 동일한 배지 내에서 접종 종균이 성장한 부위와 성장하지 않은 부위(Fig. 1)에서 배지의 함유율에 차이가

나타났다. 균사 생장이 진행되지 않은 부위, 즉 톱밥 배지 부위에서의 함수율은 초기 함수율과 비교하여 배양 60일째까지 크게 차이가 없으나, 균사 생장이 진행된 부위에서는 배양 기간의 경과와 함께 함수율이 크게 증가하는 경향을 보였다. 배양 기간 60일 이후에는 배지 밑부분까지 균사가 만연되어 동일한 배지 내에서 톱밥 배지 부위만의 함수율 조사는 수행하지 못하였다. 균사의 성장과 함께 배지 함수율 변화를 살펴보면, 배양 종료 후 배지 함수율이 평균 65.2%로 평균 12.6%의 함수율 증가를 나타냈다. 이상과 같이 동일한 배지 내에서도 균사가 성장하지 않은 부위의 배지는 배양 기간이 경과해도 초기 함수율 수준을 유지하고 있으나, 균사의 생장이 진행되면 배지 함수율이 증가하는 경향을 보이는 것은 균사에 의한 배지의 유기물 분해과정에 따른 것으로 생각된다. 배지 조성물인 참나무 톱밥과 쌀겨는 모두 식물의 광합성 작용에 의해 생성된 유기물이며, 이들 유기물이 미생물 대사에 의해 분해 과정은 이화작용이다. 유기물이 이화작용에 의해 산화 분해가 진행되면 화학에너지(ATP), 이산화탄소, 물 등의 분해 산물이 생성되며, 이들 3가지 분해 산물 중에서 화학에너지는 분해자의 에너지원으로 이용되고 나머지 이산화탄소와 물은 방출된다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 톱밥 배지의 배양 기간의 경과와 함께 배지 함수율이 증가하는 경향을 보인 것은 표고 균이 성장에 필요한 에너지를 획득하는 유기호흡 과정에서 배지 조성 유기물의 분해 산물 중에 하나인 물이 생성됨으로써 나타난 결과라고 판단된다. 또 다른 분해 산물 중에 하나인 이산화탄소는 배지의 솜마개를 통해 외부로 방출됨으로써 배양 중 배양실의 이산화탄소 농도가 증가하는 요인으로 작용한다.

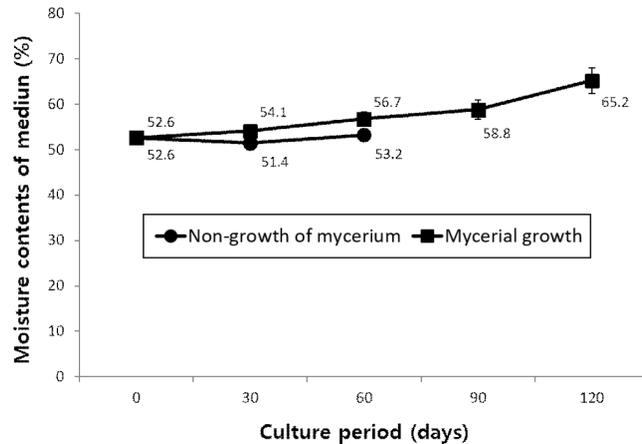


Fig. 4. Changes in moisture contents of sawdust medium during culture of oak mushroom Sanjo 701ho.

표고 수확에 따른 톱밥 배지의 목재 화학성분 변화

재배 농가 현장에서 표고를 생산 중인 배지를 회수하여 버섯 수확 횟수 별로 배지의 목재 화학 성분과 회분 량 변화를 조사하여 Table 2에 나타냈다. Table 2에서 수확횟수 0회는 종균을 접종하지 않은 살균 배지를 의미한다. 표고 수확 배지의 홀로셀룰로오스와 리그닌 비율 변화에 통계적으로 유의미한 차이가 발생하였으며, 이들 성분 비율은 수확 횟수의 증가와 함께 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였다. 특히, 홀로셀룰로오스에 비하여 리그닌의 감소가 크게 나타났다. 버섯 수확 횟수에 따라 홀로셀룰로오스는 최저 평균 15.5%(2회 수확 배지)에서 최고 60.6%(8회 수확배지),

리그닌은 최저 평균 34.5%(2회 수확배지)에서 최고 75.3%(8회 수확 배지)의 분해율을 보였다. 표고버섯 균은 목재를 부후시키는 부후형에 따른 분류에서 백색부후균에 속하며, 백색부후균은 목재 세포벽 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌을 분해, 이용하는 타입에 따라 세가지 성분을 거의 동시에 분해하는 타입과 다당류보다 리그닌을 우선적으로 분해하고, 이어서 다당류를 분해, 이용하는 타입으로 분류된다[6]. 표고 수확 배지에서 다당류인 홀로셀룰로오스에 비하여 리그닌의 감소가 크게 나타남으로써 표고 균은 리그닌을 먼저 분해 이용하는 타입인 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 참나무 톱밥만으로 제조한 배지를 이용하여 표고를 수확한 후에 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 비율의 변화를 조사한 Atila의 결과와도 일치한다[7]. 배지 중의 회분 비율을 살펴보면, 먼저 대조구인 표고를 재배하지 않은 살균 배지의 회분 비율이 참나무 목질부의 회분 비율에 비하여 비교적 높게 나타났다. 상수리나무, 졸참나무 등으로 대표되는 국산 참나무류의 목질부에 분포하는 회분량은 목질부 전건중량 대비 최고 1.31%(상수리나무)에서 최저 0.58%(신갈나무)로 보고되어 있다[8]. 이와 같이 대조구 살균 배지에서 회분 비율이 매우 높게 나타난 것은 배지 제조 시에 첨가한 폐화석과 함께 목질부에 비하여 무기물이 많이 분포(수피 전건중량 대비 2~5%)하는 수피[9] 등이 배지 제조 시에 혼합되었기 때문으로 생각된다. 한편, 표고 수확 배지에서는 수확 횟수가 증가함에 따라 회분 비율이 증가하는 결과를 보였다. Adamovic 등과 Zhang 등은 표고 재배 기간 동안 배지의 회분 비율이 증가한다고 보고하였다[10, 11]. 이와 같이 표고 재배기간 중에 배지의 회분 비율이 증가하는 것은 배지 중의 유기물이 표고 균에 의하여 분해, 이용됨으로써 유기물 비율이 상대적으로 감소하기 때문이다[12]. 따라서 버섯 수확 횟수가 증가함에 따라 배지의 유기물 성분인 홀로셀룰로오스와 리그닌 비율은 감소하고 무기물인 회분 비율이 증가하는 결과는 앞서 보고된 내용들과 일치하고 있다.

Table 2. Changes of wood chemical compositional contents of medium during oak mushroom Sanjo 701ho cultivation period.

Wood chemical components	Number of shiitake harvests				
	0	2	4	6	8
Hollocellulose (%)	57.3a ¹⁾	48.4b	39.9c	31.2d	22.6e
Lignin (%)	23.1a	15.1b	14.4b	8.0c	5.7d
Ash (%)	9.8a	10.7a	12.2b	13.1c	13.9c

¹⁾ The letters, a, b, c, d and e, indicate statistically significant differences by Duncan's test ($p < 0.01$).

적요

참나무 톱밥을 이용한 표고버섯 톱밥봉지 재배는 원목재배에 비하여 많은 이점을 가지고 있어 국내 톱밥배지 재배 농가는 매년 증가하고 있는 추세이다. 그동안 표고 톱밥재배에 대한 많은 연구가 수행되어 보고된 바 있으나, 주요 연구 내용은 톱밥배지 제조 시 혼합하는 농산부산물 영양원 첨가제의 종류와 첨가효과, 톱밥 배지 재배에 적합한 신제품 개발, 참나무 발효 톱밥과 생 톱밥 간의 재배 특성 비교 등이 있으며, 배지 구성 물질 중에서 표고의 주 영양원인 참나무 톱밥의 재배 기간 중 목재 화학적 성분 변화에 대한 보고는 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 균 배양 및 버섯 수확 기간 중 배지의 물리 및 톱밥의 목재 화학 성분 변화 등에 대한 조사를 수행하였다. 그 결과, 종균 접종 후 배양 기간 중에 배지의 중량 감소가 발생하며, 이것은 배지 함유 수분의 증발이나 톱밥 목질부의 분해에 의한 현상이 아니고, 배지 중에 첨가한 저분자 수용성 물질인 쌀겨가

먼저 균사에 의해 분해, 이용되기 때문이라는 결론에 이르렀다. 또한 배양 중에 균사 성장 배지의 함수율이 꾸준히 증가하는 것을 확인하였으며, 균사 성장과 함께 유기물 분해 과정인 이화작용이 진행되어 분해 산물인 물이 생성됨으로써 배지의 함수율이 증가하는 것으로 판단하였다. 표고버섯 수확이 반복하여 진행됨에 따라 톱밥의 목재 세포벽 주성분인 홀로셀룰로오스와 리그닌 등 유기물 비율이 꾸준히 감소하였으며, 특히 리그닌 감소 비율이 크게 나타나 백색부후균인 표고 균의 목재 세포벽 성분 분해 특징이 확인되었다. 이에 반하여 무기물 성분으로 이루어진 회분은 수확 횟수 증가와 함께 증가하는 경향을 보였는데, 이것은 홀로셀룰로오스와 리그닌의 유기물 비율이 감소함으로써 상대적으로 증가하는 결과로 나타난 것이다.

CONFLICT OF INTERESTS

No conflict of interest was reported by the author(s).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was carried out with the support of R&D Program for Forest Science Technology (Project No. 2021349B10-2223-AC03) provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

REFERENCES

1. Koo CD, Lee SJ, Lee HY. Morphological characteristics of decomposition and browning of Oak sawdust medium for ground bed cultivation of *Lentinula edodes*. Kor. J. Mycol. 2013;41:85-90.
2. 日本木材學會·化學編輯委員會. 木材科學實驗書 II, 化學編. 東京:中外産業調査會;1985. p.152-159.
3. Shimaziken, Sudousyuzi and Haradahiroshi. Mokuzainososiki. Tokyo: Sambokusyutpan;1985. p.47.
4. 日本木材保存協會. 木材保存學. 大阪: 文教出版;1982. p.24.
5. Choi HI, Lee BK, Kim SJ. Study on the nutritional components of non-fermented rice bran and fermented rice bran. Korean J Food & Nutr 2010;23:1-7.
6. Eriksson KEL., Blanchette RA, Ander P, Microbial and Enzymatic Degradation of Wood and Wood Components. Berlin:Springer-Verlag;1990.p.234.
7. Atila F. Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. Sci Hort. 2019;245:263-68.
8. Forestry Research Institute. Wood properties and uses of the major tree species grown in Korea. Seoul. Forestry Research Institute;1994. p.174-97.
9. Sjöström E., Wood Chemistry-Fundamentals and Applications. New York. Academic Press;1981. p.102.
10. Adamovic M, Grubic G, Milenkovic I, Jovanic R, Protic R, Stojicevic I. The Biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. Anim. Feed Sci Technol 1998;71:357-62.

11. Zhang R, Li X, Fadel JG. Oyster Mushroom Cultivation with Rice and Wheat Straw. *Bioresour Technol* 2002;82:277-84.
12. Singh MP. Biodegradation of lignocellulosic waste through cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. In; Proceedings of the 15th International congress on the science and cultivation of edible fungi. 2000: 517-520.