

전자빔으로 처리한 폐면의 버섯배지효과

손효정 · 정선영 · 이종신 · 서영범[†]
(2009년 7월 27일 접수: 2009년 9월 8일 채택)

Utilization of Electron Beam-Radiated Cotton Waste for Agaric Mushroom Cultivation Bed

Hyo Jung Shon, Sun Young Chung, Jong Shin Lee, and Yung Bum Seo[†]
(Received July 27, 2009; Accepted September 8, 2009)

ABSTRACT

Cotton waste is usually used for cultivating agaric mushroom after outdoor fermentation for a few months. Electron beam was used to break down the polymer chains of cotton waste for increasing low molecular weight soluble sugars, which may enhance the agaric mushroom cultivation. By increasing electron beam radiation, alpha cellulose content of the cotton waste was decreased while beta cellulose content and hot water solubles were increased. Electron beam radiation over 240 kGy on cotton waste caused significant increase of mushroom yield without lowering mushroom quality.

Keywords : *Electron beam, agaric Mushroom cultivation, cotton waste, beta cellulose*

1. 서론

현대인의 식생활의 일부분인 버섯은 다양한 종류의 아미노산과 무기염류 및 비타민을 함유하고 있으며, 항암, 항바이러스 성분 등 약용성분을 함유하여 식용 및 건강보조식품으로 자리잡고 있다. 이러한 식용 버섯 중 느타리 버섯은 재배 면적과 생산량이 해마다 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 단백질을 구성하는

아미노산이 생체기능 및 대사에 좋은 영향을 미쳐 각광을 받고 있다. 식용버섯은 원목재배, 균상재배, 병재배, 봉지재배, 상자재배 등 크게 다섯 가지의 재배 방법으로 생산되어지고 있다. 재배 방법에 따라 톱밥, 볏짚, 미강, 폐면 등 적절한 배지원료를 사용하게 되며 느타리 버섯의 경우 볏짚과 폐면을 이용한 상자 재배가 많이 이루어지고 있다.²⁾ 이러한 배지원료의 화학적 성분 중 하나인 셀룰로오스와 같은 천연고분자 화합물은 균사생장의 중요한 영양원이다. 균사생장

• 충남대학교 임산공학과 (Dept. of Forest Products, Chungnam National Univ., Daejun, 305-764, Korea)
† : 교신저자 (Corresponding Author): E-mail: ybseo@cnu.kr

시 천연고분자화합물의 중합도에 따라 영향을 미치는 cellulose의 종류는 다르고 각 cellulose는 균사 세포내로 흡수 할 수 있을 정도의 수용성 저분자화합물로 분해 되어 흡수 및 이용된다.³⁾ 이를 위한 일반적인 버섯 재배 방법으로는 배지원료를 3개월 이상 야적시켜 발효시키는 방법이 있는데 여기서는 배지원료의 균일한 연화 및 유해균의 번식 억제 효과로 균사의 생장을 촉진시킨다. 따라서 버섯균이 쉽게 영양원을 흡수, 이용할 수 있도록 하기위해서 셀룰로오스의 고분자 결합 구조를 인위적으로 절단하고 저분자화 시킬 수 있는 방법을 개발하여 버섯재배에 적용시킨다면 짧은 시간 내 생산성 향상을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

최근 여러 산업분야에서 물질의 성질을 빠르고 간편하게 변화시킬 수 있는 전자빔을 이용한 많은 연구가 진행되고 있다. 전자빔은 전자를 진공상태에서 고전압을 가하여 빛의 속도에 가깝게 가속시킨 전자의 가는 흐름으로 높은 에너지를 가지고 있다. 이 전자빔은 다른 전자파보다 높은 에너지를 가지므로 물체에 대한 높은 투과성을 나타내 조사된 물체 내부에서 분자간의 결합을 끊거나 가교 결합 또는 중합, 수분이 존재하는 상태에서는 이온화, 수분이 적은 상태에서는 라디칼이 형성되어 반응이 발생한다.⁴⁻¹⁰⁾

본 연구에서는 이러한 전자빔을 다양한 세기로 적용하여 폐면의 쇠상고분자화합물인 섬유소를 저분자화 시키고 이러한 처리 후에 배지 원료로 사용하였으며, 버섯균들이 이들 저분자화된 분해 당류들을 영양원으로 흡수, 이용할 수 있는지의 여부를 확인하고자 하였다. 구체적으로는 전자빔 처리에 의한 폐면의 화학적 성질의 변화와 느타리버섯의 배지원료로 사용시 균사 만연속도의 증대여부, 버섯 생산량의 변화 및 생산된 버섯의 품질변화를 알아보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 시험에 사용된 버섯배지원료(폐면)는 (주) 신원 GMC 에서 제공받아 사용하였고, (주) 이비텍사에서 2.5 Mev 전자가속기를 사용하여 0, 60, 120, 180, 240, 300 kGy의 전자빔으로 처리하여 적용하였다. 비교

샘플로서 발효된 폐면은 (주) 신원 GMC 에서 제공된 발효샘플을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 폐면의 화학 성분 분석

1) 회분

회분은 유기물을 가열 연소시킨 후의 잔사로서 시료 중의 무기성분의 총계와 같다. 시료 약 2g을 무게를 아는 도가니에 넣고 TAPPI standard T211 om-85에 따라 525±25 °C에서 3시간동안 처리한 후 무게를 측정하였다.

2) 온수추출

온수추출은 TAPPI Standard T207 om-81에 따라 시료를 삼각플라스크에 넣고 3시간동안 비등수조에서 처리하였다. 온수추출에 의하여 용출되는 물질은 가용성 물 질인 전분자 당류, 탄닌, 배당체 등이다.

3) 유기용매추출물

TAPPI Standard T204 om-88 에 따라 온수추출이 끝난 시료를 원통형 여과지에 넣고 플라스크에는 ethanol(95%)-benzene 혼합액 (1:2 v/v)을 넣어, soxlet 추출기를 적용하여 6 시간동안 추출하여 유기용매에 추출되는 유지, 색소, 수지, 정유 등을 용출시켰다.

4) 리그닌 정량

온수추출과 유기용매추출이 끝난 시료를 이용하여 TAPPI Standard T222 om-88 에 따라 잔류 리그닌을 측정하였다. Klason lignin법(황산법)으로 72%의 황산으로 처리하여 시료를 팽윤, 용해 또는 가수분해를 시키고, 잔사로서 얻어지는 리그닌을 측정하여 Klason lignin을 구하였다.

5) Holocellulose 정량

온수추출과 유기용매추출이 끝난 시료를 이용하여 Holocellulose를 측정하였다. Holocellulose 정량법 중 아염소산염법으로 리그닌을 선택적으로 산화 분해하여 가용화하고, 다당류 성분을 잔사로 분리 정량하였다¹⁾.

6) α-cellulose 와 β-cellulose

Holocellulose 를 17.5% NaOH로 처리하여 hemicellulose등을 용해시키고 침전물을 분리 정량하는 방법이다. α-cellulose를 분리한 용액에 다시 30% 초산을 넣고 물로 중탕하여 가열하면 응집되는

물질이 β -cellulose이다. 이를 냉각 후 침강시키고 거름종이로 거른다. 거름종이를 통과하는 물질을 γ -cellulose로 분류하였다¹⁾.

2.2.2 느타리버섯 재배

1) 폐면 배지 제조 및 균 배양

무처리 및 전자빔 처리 폐면을 함수율이 80%(습량 기준)가 되도록 조절한 후 온도 90℃, 상압에서 3시간 동안 멸균하였다. 멸균한 폐면 약 10kg을 크기 38cm(가로) × 38cm(세로) × 10cm(높이)의 플라스틱 재배용 상자에 넣고 상층부에 춘추느타리 톱밥 중량 약 500g을 접종하고 온도 26℃에서 일정기간 배양하였다. 느타리 버섯의 종균은 (주) 에스엠바이오에서 분양받았다.

2) 버섯 발생 유도

균사가 폐면 배지에 만연한 후 1주일 간 후숙 시킨 다음 관수를 실시하고 온도 15℃, 광량 200Lux, 상대 습도 95% 이상의 환경 조건에서 자실체 발이를 유도하였다.

3) 자실체 수확

갓 직경이 5cm 이상 되는 자실체가 전체 자실체의 50% 이상이 되는 시점을 수확일로 하여 무처리와 Electron beam 처리 폐면 배지에서의 자실체를 수확하여 자실체의 물리적 성질, 아미노산 함량, 수확량을 비교, 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 화학 성분 분석 결과

전자빔을 처리한 폐면의 화학 성분을 분석한 결과, 전자빔 조사량이 증가할수록 수용성 물질이 증가하며 온수추출량이 증가하는 경향을 보였다. 반대로 Holo-cellulose의 양은 현저히 감소하였다. 이는 전자빔의 조사 강도가 증가함에 따라 cellulose의 DP(중합도)가 감소하여 결과적으로 온수 가용분의 양이 증가하게 된 것이다. 하지만 리그닌이나 무기물의 함량 변화는 거의 나타나지 않는 것으로 보아 이들은 전자빔에 의한 영향을 거의 받지 않는 것으로 볼 수 있었다. (Fig. 1)

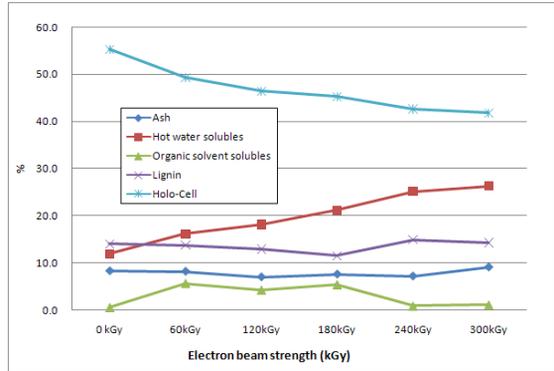


Fig. 1. Change of chemical components by electron beam radiation in cotton waste.

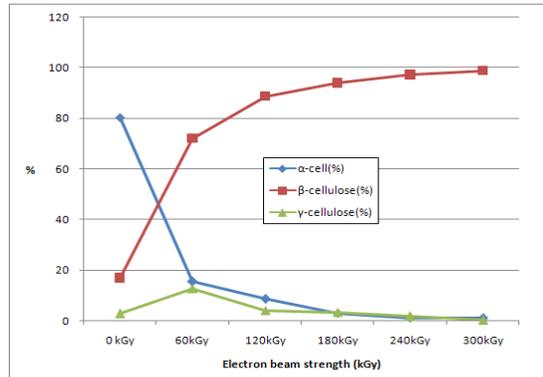


Fig. 2. Change of holocellulose components by electron beam radiation in cotton waste.

Fig. 2에서는 전자빔의 처리강도가 증가함에 따라 α -cellulose의 함량이 급격하게 감소하게 되는 것을 볼 수 있다. 이로 인하여 holo-cellulose에서 α -cellulose를 뺀 나머지 중 분자량이 작은 β -cellulose의 함량이 증가함을 볼 수 있으며 분자량이 가장 작은 γ -cellulose의 함량은 감소하게 되는 현상이 나타난다. 전자빔을 폐면에 조사할 경우에 cellulose chain이 긴 것은 절단되었음을 알 수 있었으나, γ -cellulose는 초기에 약간 증가하다가 전자빔의 강도가 강해지면 다시 감소하는 모습을 볼 수 있었다. 이는 전자빔이 고분자들을 교차결합(crosslinking) 시키는 역할도 하고 있음을 짐작하게 해주고 있다.

3.2 버섯 생장 변화

버섯은 처음 배지에 버섯균사를 접종시킨후, 균사

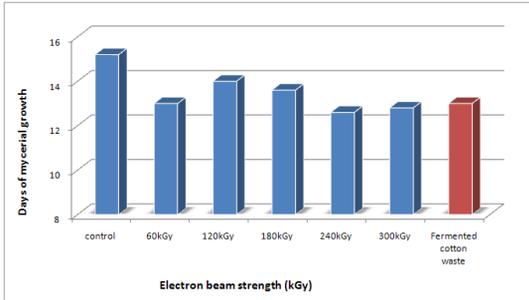


Fig. 3. Effect of electron beam radiation on the days of mycelial growth in cotton waste

를 배양시켜 배지에 만연시키고, 실제 버섯으로 수확하는 자실체는 다시 생육조건을 변경시켜 버섯생산을 실시하게 된다. 균사만연일수는 버섯의 생산성에 있어서 빠를수록 유리할 수 있다. Fig. 3은 균사만연일수를 나타내고 있다. 균사만연일수는 전자빔을 조사한 대부분의 경우 발효폐면과 유사한 경향을 보이고 있으며, 전자빔을 처리하지 않은 폐면에 비해 2~3일 빠르게 형성된 것을 알 수 있었다. 균사생육일수가 줄어들었다는 것에서 폐면에 함유되어 있는 쇠상고분자 화합물인 섬유소가 저분자화합물이 되어 춘추느타리 톱밥 중균이 짧은 시간 내에 쉽게 분해하여 영양원으로 흡수, 이용가능 하다는 것을 알 수 있었다.

버섯의 총 수확량은 Fig. 4에 나타내었다. 느타리버섯은 전자빔처리 폐면에서 총 3회 수확하였으며, 이들의 총량을 계산한 결과 240 kGy에서 가장 높은 수확량을 보였다.

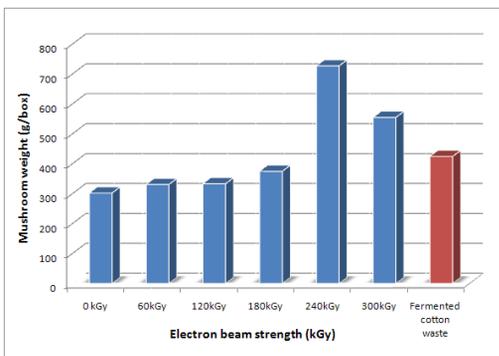


Fig. 4. Change of total yield of mushrooms harvested three times from cotton waste

3.3 느타리버섯의 품질평가

버섯의 품질평가는 물리적 성질과 화학적 성분분석으로 나눌 수 있는데, 물리적성질은 다시 견고성(Strength), 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 반발성(Springness), 검성(Gumminess), 부서짐성(Brittleness) 등을 들 수 있다. 이러한 물리적 성질들은 모두 발효폐면배지와 전자빔처리배지 사이에 차이가 없었지만 240 kGy를 처리한 폐면배지가 대부분의 경우 약간 우수한 경향을 보였다. Fig. 5는 느타리버섯의 물리적성질 중에서 견고성과 경도를 한가지 예로서 보이고 있다.

수확된 느타리버섯의 산성 아미노산 함량변화를 Fig. 6에서 보이고 있다. 중성 및 염기성 아미노산의 변화도 산성 아미노산과 마찬가지로 발효폐면에서

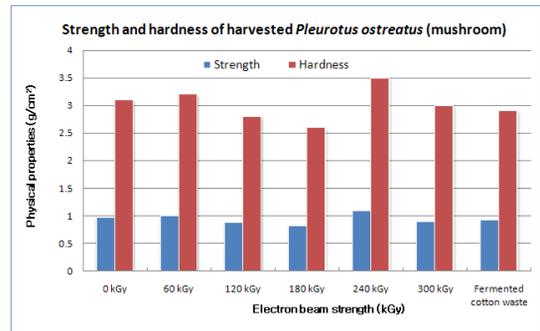


Fig. 5. Change of the strengths and hardnesses of mushrooms harvested from electron beam treated cotton waste.

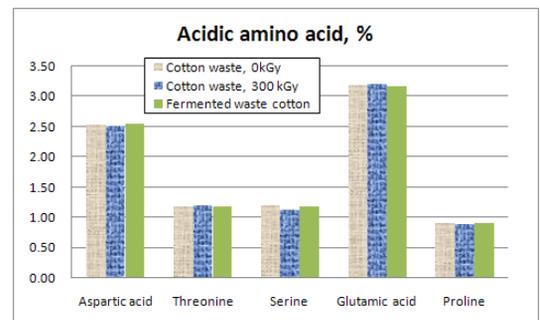


Fig. 6. Comparison of amino acid contents of the mushroom harvested from different cotton waste

생산된 느타리버섯과 큰 차이를 나타내지 않았다.

4. 결론

느타리버섯의 배지로서 폐면을 사용하는 경우 발효된 폐면이 주로 사용되어왔다. 본 연구에서는 폐면에 전자빔처리를 실시하여, 저분자 당류를 발생시키고, 폐면이 버섯균사에 의해 좀 더 쉽게 이용될 수 있는지 연구를 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 전자빔을 조사한 폐면의 성분 분석 결과, 전자빔의 조사강도가 증가함에 따라 온수추출물의 증가와 holo-cellulose 함량의 감소가 두드러지게 나타났다.
- Hollo-cellulose에서는 전자빔의 강도증가에 따라 α -cellulose의 양이 현저히 감소하고 β -cellulose의 값은 증가하였다.
- 느타리버섯의 균사생장속도는 전자빔처리 배지에서 빠르게 나타났다.
- 전자빔을 240 kGy이상으로 처리하는 경우 느타리버섯의 수확량이 크게 증가하였으며, 버섯의 품질은 일반 발효폐면에서 생육한 버섯과 물리적인 점과 화학적인 점에서 유사하였다.

5. 인용문헌

1. 윤병호 · 안원영 · 문창국 외 8명, 목재화학실험서, pp.75-94
2. 유정· 이공준· 정기태· 나종성· 황창주, 느타리버섯 배지개발을 위한 폐면포 이용에 관한 연구, The Korean Journal of Mycology, pp. 176-179
3. 장현유· 김광포· 차동열, 톱밥 배양한 느타리 버섯 균사생장시 생산되는 각종 효소변화, The Korean Journal of Mycology, 24(2) : 149-154 (1996)
4. 최혜영, Surface Modification and Composite Application of Henequen and Kenaf fibers irradiated by Electron beam, 충남대학교 박사학위 청구논문 (2008)
5. Dubey KA· Pujari PK· Ramnani SP· Kadam RM· Sabharwal S., Microstructural studies of electron beam-irradiated cellulose pulp, Radiation Physics and Chemistry, 69(5) : 395-400 (2004)
6. Choi JI· Lee HS· Kim JH· Lee KW· Chung YJ· Byun MW· Lee JW· Effect of electron beam irradiation on the viscosity of carboxymethylcellulose solution, Nuclear instruments & Methods in physics research section e-beam interactions with materials and atoms, pp 5068-5071 (2008)
7. Iller E· Stupinska H· Starostka P, Properties of cellulose derivatives produced from radiation - Modified cellulose pulps, Radiation physics and chemistry 76(7) : 1189-1194 (2007)
8. Bouchard J· Methot M· Jordan B, The effects of ionizing radiation on the cellulose of wood free paper, Cellulose 13(5) : 601-610 (2006)
9. Monica R. Nemptanu · R. Minea · Ecaterina Mitru, Electron Beam Influence on Microcrystalline Cellulose (2007)
10. Mark Driscoll· Arthur Stipanovic· William Winter· Kun Cheng· Mellony Manning· Jessica Spiess· Richard A. Gallowy· Marshall R. Cleland,