

맥주효모 추출물을 이용한 표고버섯 균사체의 심부배양에 관한 연구

이재윤 · 안원근 · 이재동*

부산대학교 미생물학과

Studies on the Submerged Culture of *Lentinula edodes* Mycelia in Brewer's Yeast Extract Medium

Jae-Yun Lee, Won-Gun An and Jae-Dong Lee*

Department of Microbiology, College of Natural Science, Pusan National University,
Pusan 609-735, Korea

ABSTRACT: Brewer's yeast extract can be used as a good substrate for the culture of *Lentinula edodes* Mycelia(LEM). We found that it was better to filter the extract through three kinds of sieves and then to heat for hydrolysis and concentration at 90°C prior to use. Also the maximum condition for the growth of LEM was investigated. We found that addition of inorganic salts such as calcium enhanced the growth of LEM. On the other hand, addition of carbon and nitrogen sources to the medium did not affect, and even inhibited under certain conditions, the growth of LEM. The maximum temperature for the growth of LEM was around 25°C. Also, it grows better when agitated by shaking at 100 rpm for aeration. The appropriate concentration of the extract to use was 10%. Under these conditions, LEM could reach to the confluency after cultivation of 12 days. Our extract formula seems better than other available media for LEM growth, producing higher crude protein content and better taste.

KEYWORDS: LEM, brewer's yeast extracts, submerged culture

序 論

지구상에 알려진 균류는 약 70,000종으로 이 중에서 약 10,000종이 고도로 진화된 균류의 그룹인 담자균류에 포함되며, 이들은 버섯(mushroom)이라는 육질의 자실체를 형성하는 특징을 나타낸다(Jong, 1992). 버섯은 오래 전부터 인류에게 식품과 약용으로써 이용되어 왔으며, 오늘날에 있어서도 버섯 배양은 농업 및 공업의 부산물을 인간의 식품으로 전환시키는 유일하고도 가장 성공적인 방법으로 간주되고 있다. 또한 버섯의 재배는 농업의 수준에서 고도의 기술적인 공업의 분야로 발전되고 있는 것이 현재의 단계이다.

세계적으로는 많은 나라에서 약 150종의 주요한

식용버섯이 알려져 있고 그 중에서 약 60여종이 상업적으로 배양되고 있을 뿐만 아니라 기술과 생산적인 면에서도 공업적인 규모로 발전하고 있다. 1991년 전세계에서 생산된 식용버섯의 총생산량은 3,763,000톤으로 추정되고 있으며, 이 중에서 표고버섯은 393,000톤으로 세계시장의 10.4%를 차지하고 있다(Jong, 1992).

심부배양에서도 버섯의 균사체가 성장한다는 사실로부터 균사체를 배양함으로써 식품공업에서 자실체에 해당하는 버섯의 대체품을 개발한다는 생각은 1948년의 논문에서도 찾아볼 수 있다(Harry, 1948). 그러나 그 후에도 본격적인 진전은 없었으며, 표고버섯의 경우에도 1988년에 출판된 미생물학 전문서적에서 이러한 시도가 있기는 하되 성공적인 결실은 못 얻고 있다고 서술하였다(Thomas, 1988). 5년이 경과한 현재에 이르러서는 일본을 중심으로

*Corresponding author

Table 1. Comparison of fruitbody and mycelia of *Lentinula edodes* (component per dry weight 100 gram)

Component		Fruitbodies	Mycelia
protein		18 gram	52 gram
Amino acids	Methionine	290 mg	580 mg
	Lysine	1,350	3,830
	Phenylalanine	1,860	4,660
Organic acids	Citrate	206	360
	Isocitrate	44	211
	Succinate	86	184
Minerals	Phosphorus	2,310	1,480
	Calcium	40	970
	Pottasium	3,290	820
Nucleic acid	RNA	118	259
Vitamin D		D ₂	D ₄
Polluted materials	Formalin	200-400 _{PPM}	-3
	Carbon disulfate	11-64 _{PPM}	0

버섯의 균사체(*Lentinula edodes* Mycelia; LEM)배양을 통한 식품화가 활발한 결실을 거두고 있는 실정이다.

표고버섯의 균사체 배양의 목적은 크게 둘로 나눌 수 있다. 첫째는 배양된 균사체를 식품 및 약품으로써 이용하며, 둘째는 버섯배양시 자실체의 형성을 위한 접종원(spawn lawn)으로써의 사용이 가능하다는 점이다. 전자의 경우, 우선 식품으로써의 균사체의 기능을 살펴볼 때 여러가지 성분에서 자실체보다 훨씬 높은 영양적 측면을 지니고 있음을 Table 1을 보면 알 수 있다(相澤昌, 1980). 후자의 접종원으로써 사용할 경우는 현재의 고체 접종원을 이용한 접종보다는 LEM을 이용한 액체 접종원을 이용한 접종시에 더욱 빠른 자실체의 수확

효과(1차 발이를 45일 단축)와 더 많은 자실체의 수확량(173.6%)을 얻을 수 있음이 이미 보고되었다(Song, 1987).

본 연구에서는 일본 등 선진국에 비추어 볼 때 우리나라의 LEM 배양에 관한 연구자료가 아직 부족하다는 인식과 함께, 산업폐기물로서 막대한 영양원이면서도 폐기처분되고 있는 맥주효모를 활용한다는 측면에서 맥주효모를 이용한 표고버섯 균사체(LEM)의 심부배양에 관한 기초실험을 진행하였다. 본 연구는 심부배양을 위한 배지특성과 배지조성을 중심으로 진행되었고 아울러 배양산물의 특성과 식품소재로서의 가능성을 검토 하였다.

材料 및 方法

사용균주 및 보존

본 실험에 사용된 균주인 ASI 3046은 시중에서 재배되고 있는 표고버섯의 균주로서 농촌진흥청 농업기술연구소 균이과에서 분양받아 사용하였으며, 보관은 potato dextrose agar(PDA) 배지에 3개월 간격으로 계대배양하면서 냉장보관을 하였다.

사용배지 및 접종원의 준비

본 실험에서 사용한 배지의 기질로써는 LEM의 배양이 상업적으로 활용되기 위해서 값싼 원료를 사용해야 한다는 것과 산업폐기물의 활용이라는 두 가지 측면에서 현재 폐기처분되고 있는 맥주공장의 효모폐기물을 수거하여 고미(쓴맛)성분을 적당히 제거한 후 사용하였다. 맥주효모 폐기물의 고미성분은 맥주제조시에 첨가되는 호프에서 유래되는데 주성분은 iso- α -acid로 맥주 고미의 대부분(80-90%)을 부여하는 것으로 알려져 있다. Iso- α -acid 중에서도 맥주의 고미에 주로 기여하는 것은 iso-humulone이며, 관련 화합물들은 900여 종류가 된다. 본 실험의 주요한 기질로 사용된 맥주효모의 전처리 공정은 Fig. 1과 같다.

이러한 방법으로 제조한 맥주효모 추출물의 일반 성분은 수분 50%, 조단백 27.9%, 조지방 1.1%, 회분 2.23%가 되었다. 매 실험시 접종량을 일정하게 하기 위하여 지름 9 cm의 petri dish에 20 ml 씩 PDA 배지를 분주한 후에 petri dish의 가운데 부분에 백금선으로 균주를 접종하였다. 25°C에서 10일간

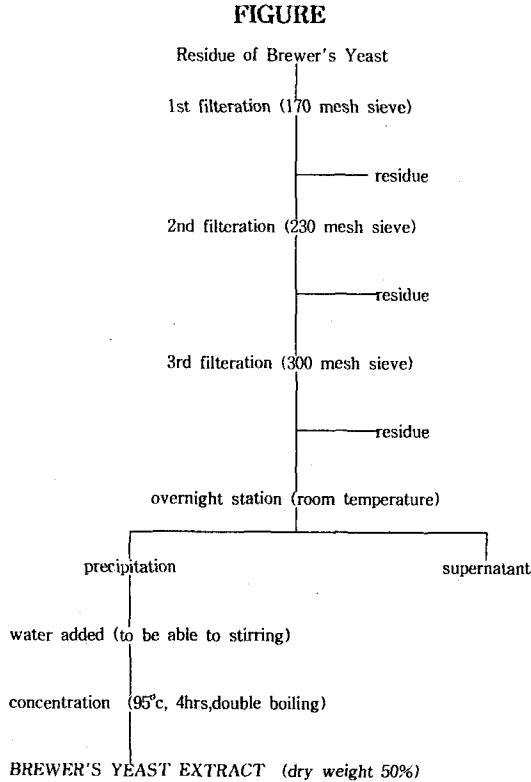


Fig. 1. Production of brewer's yeast extract.

배양한 후에 접종점으로부터 지름 30 mm의 원을 그린 다음 그 원주를 따라 폭이 8 mm인 끝모양의 칼로 정사각형의 균사체 lawn을 punching 하고 이러한 배지를 포함하는 균사체 lawn을 그대로 접종원으로 사용하였다.

PDA 배지의 조성은 균주보관용 배지의 경우는 agar가 1.5% 함유된 시판배지를 그대로 사용하였으며, 접종시 사용한 배지는 agar를 0.5% 보충하여 전체적으로 2%가 되도록 하여 lawn을 punching 한 후에 배양용 배지에 옮기기 쉽도록 하였다. 접종원은 가능한 한 항온기에서 꺼낸 후 그대로 사용하는 것이 바람직하다고 생각되며, 냉장고에서 보관한 후에 사용한 경우에는 고형상태가 허물어지는 경우가 있어서 좋지 않았다.

배양방법

배양온도는 김 등(1987)의 보고와 Song(1987)의

보고를 참고로 하여, 25°C 를 기준으로 하여 전후 3°C 간격으로 15일간 배양 후 ASI 3046균주의 최적온도를 구하였으며, 배양온도 이외의 다른 조건은 Song(1987)의 조건을 우선 적용하였다. 즉 pH 4.5, 100 rpm의 통기 교반, 100 ml 부피의 배지(250 ml 삼각플라스크 사용)의 조건에 각 온도당 3개의 replica를 사용하고 그 평균값을 결과로 구하였다.

배양 pH의 설정은 위에서 구한 최적온도의 조건 하에서 2.0/3.0/3.5/4.0/4.5/5.0/5.5/6.0/6.5/7.0/8.0을 목표로 초발 pH를 0.15 씩 높게 배지를 조성하였다.

탄소원 보충의 효과를 측정하기 위해서는 이미 보고된 자료들과 산업적으로 대량 생산되고 있는 탄소원을 우선으로 하여 8종류의 탄소원을 선정하였으며, 각 탄소원은 1% 씩 보충하였다.

질소원 보충의 효과를 알아보기 위하여 이미 보고된 자료를 참고로 하여 8종류의 질소원을 선정 한 후에 탄소원과 마찬가지로 1% 씩 첨가하였다.

무기염류 보충의 효과를 알아보기 위하여 Mg^{++} , K^+ , Fe^{++} , Na^+ , Cu^{++} , Zn^{++} , Ca^{++} 을 선정하고 각각 0.2%를 첨가하여 그 결과를 비교하였다.

통기량의 영향을 검토하기 위하여 동일한 용기(250 ml 삼각 플라스크)하에서 배지의 양을 30 ml, 50 ml, 100 ml로 설정한 실험과 진탕기의 교반 회전수를 100, 150, 200 rpm으로 설정한 경우의 수율을 측정하였다. 이 이상의 수치에서의 실험은 균사체가 플라스크의 내벽에 부착되어 액체내의 상태를 벗어난 환경에서 성장하기 때문에 의미가 없을 것으로 보고 진행을 하지 않았다.

맥주효모 추출물의 함량과 LEM 생산량과의 관계

LEM의 배양배지로써 배지 전체에 대한 맥주효모 추출물의 최적함량을 검토하기 위해 최초에는 맥주효모의 현탁액을 배지에 첨가하여 배양을 시도하였다. 그러나 일정한 효모의 건조균체량을 첨가하기 어려웠기 때문에 농축된 페이스트상의 효모추출물(yeast extract)로 조제한 후에 배지에 투입하였다. 농축된 효모 추출물의 수분함량을 50%로 조정하였으며, 농축된 정도에 따라 수분 함량이 이 수치를 벗어난 경우는 건조항량으로 계산하였을 때 동일한 양이 되도록 조정하여 배지에 투입하였다.

건조균체량의 측정

본 실험에서 일반적인 건조균체량 측정법인 여과지의 이용방법은 배지성분인 맥주효모의 균체 및 접종원인 punching된 배지성분도 여과지를 통과하지 못하기 때문에 부적합하였다. 따라서 LEM의 경우에는 심부배양시 적게는 지름 1-2 mm, 크기는 30 mm 정도의 둥근 소구(小球)를 형성하므로, 200 mesh(눈금 간격 0.2 mm)의 그물망에 배지성분을 통과시키고 걸러진 소구를 증류수와 혼합 후 가볍게 흔들어서 균체에 붙은 배지성분을 세척한 후에 건조균체량을 측정하였다.

배양된 LEM의 성분분석

본 실험에서 배양된 LEM은 원심분리기를 이용하여 배지성분을 세척, 동결건조로써 분말을 획득한 후에 각 분석의 시료로 사용하였다. 조단백질의 함량은 semi-micro Kjeldahl 법을 사용하여 분석하였다. 조지질의 함량은 Soxhlet 추출법에 의하여 ethyl ether로써 연속적으로 추출한 후에 추출된 양을 항량건조시켜 추출 전후의 항량차로써 조지질의 함량을 구하였다.

결합형 아미노산의 정량에 있어서는 시료를 121°C에서 6N-HCl로 8시간 분해시킨 후에 추출된 액을 automatic amino acid analyzer를 이용하여 분석하였다. 이러한 전처리의 방식은 아미노산을 발효생산하는 산업체에서 실제로 사용하는 실험법이며, 실험목적상 현재 일본에서 생산되는 3종류의 상품과 상대적인 비교를 할 목적으로 행하여 졌으므로 의미가 있으리라 생각된다. 10 g의 건조균체량(수분 12-18%)을 100 ml의 6N-HCl에서 가수분해시킨 후에 NO. B2 여과지로 여과시켰다. 이 시료를 다시 200배-1000배의 분석용 완충액으로 희석한 후에 분석을 행하였다.

수분 및 회분의 정량에 있어서는 수분은 상압가열 건조법에 의하여 OHAUS 수분측정계를 사용, 110°C에서 30분간 건조하는 방법으로 수분량을 산출하였다.

회분의 측정은 자체용기를 사용한 직접탄화법으로 측정하였으며 건식회화법에 의하여 분석용 시액을 조제하였다. 즉 시료 5g을 칭량하여 550°C의 진기회화로부터 백색회화시키고 방냉한 후 다시 건조기에서 방냉하고 칭량하여 회분의 함량을 계산하였다.

본 실험의 산물인 LEM 건조분말의 관능검사는 조미식품업체인 (주)고려식료의 개발실 연구원 중에서 숙련된 13명을 관능검사 패널원으로 선정하였으며, 실시방법은 5점 평점법으로써 하였다(김, 1990).

結果 및 考察

배양 배지의 설정

진균류의 일반배지로 널리 쓰이고 있는 yeast malt extract medium(YM), Czapek yeast extract medium 이외에 맥주효모 추출물을 10% 함유한 천연배지, 산처리한 맥주효모 추출물을 10% 함유한 천연배지에서의 성장 결과는 Table 2와 같다.

액체배지에서의 배양은 YM 배지에서 가장 빨리 자라며 맥주효모 추출물을 1% 사용시에 YM 배지의 약 65%에 접근함을 알 수 있었다. 그러나 공업적 조건에서 원가의 개념을 도입했을 때에는 맥주효모 추출물만을 사용한 배지가 가장 유리함을 알 수 있다.

Table 2. Growth rate tests of LEM in various media*

Media	YM ¹⁾	MLNS ²⁾	CY ³⁾	BYE ⁴⁾	BYE-HCl ⁵⁾
Dryweight(mg)	92	6	15	60	64

(100 ml medium in 250 Erlenmeyer flask)

¹⁾YM(yeast malt extract); Yeast extract 1.2 g, malt extract 1.2 g, peptone 2.0 g, glucose 4 g, distilled water 400 ml.

²⁾MLNS(Modified Macaya Lizano's new synthetic medium); KH₂PO₄ 2.0 g, CaCl₂ 0.2 g, glucose 20.0 g, NH₄Cl 0.5 g, L-aspartic acid 1.2 g, thiamine HCl 10⁻⁴ g, MgSO₄·7H₂O 1.0 g, ZnSO₄·7H₂O 0.02 g, FeSO₄·7H₂O 0.01 g, MnSO₄·7H₂O 0.02 g, distilled water 1,000 ml.

³⁾CY(Czapek yeast extract); K₂HPO₄ 1.0 g, Czapek concentrate 10.0 ml, powdered yeast extract 5.0 g, sucrose 30.3 g, distilled water 1000 ml.

⁴⁾BYE(Brewer's yeast extract); Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 1,000 ml.

⁵⁾BYE-HCl(brewer's yeast extract treated with hydrochloric acid); Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 1,000 ml.

*Each medium was regulated to pH 4.5, with 1N-HCl, incubated 10 days in shaking incubator, 25°C, 100 rpm, 100 ml medium in 250 ml Erlenmeyer flask.

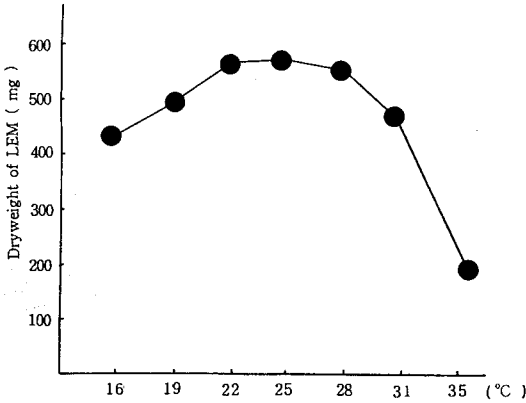


Fig. 2. Growth rate of LEM in various temperature condition.

Medium; brewer's yeast extract medium, pH 4.5, 100 rpm in shaking incubator. 100 ml in 250 Erlenmeyer flask, medium contents: brewer's yeast extract 10 g, distilled water 90 ml.

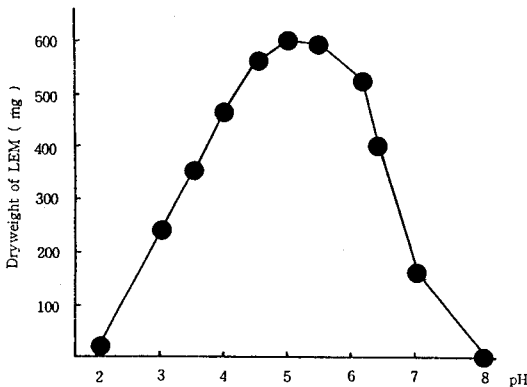


Fig. 3. Growth of LEM in various pH condition.

Medium contents; Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 100 ml/ 25°C, 100 rpm, 10 days incubation.

이외의 실험에서 고체배지 중에서 균주의 보관 및 접종원의 배지용으로 사용한 PDA 배지상에서의 성장속도는 초기 4일까지는 평균 1.7 mm의 성장속도를 보였으나 4일 후부터는 평균 3.8 mm/day의 성장속도를 지속적으로 보였다.

배양 온도의 설정

온도에 따른 배양결과는 Fig. 2와 같다. 25°C를 전후하여 최적성장의 조건을 보였으며, 35°C 이상에서는 급격히 성장률이 둔화되었다.

Table 3. Mycelial growth of LEM on brewer's yeast extract medium with different carbon sources addition.

Carbon Sources (1%)	Dryweight of LEM (mg)
None	639
Sucrose	444
Fructose	486
Corn Starch	567
Dextrose	576
Trehalose	584
Cellobiose	585
Mannitol	598
Potato Starch	625

Medium contents; Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 100 ml, 25°C, pH 4.5, 100 rpm in rotary shaking incubator each nitrogen sources were added 1%, 12 days incubation.

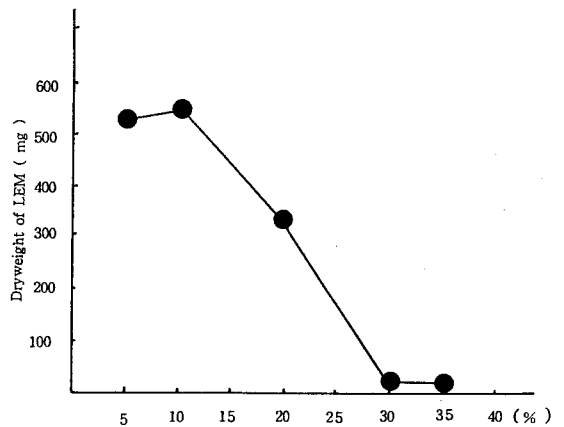


Fig. 4. Relation between the brewer's yeast extract contents and growth yield of LEM.

배양 pH의 설정

맥주효모 추출물을 주기질로 사용한 배지에서 포 고버섯 균사체의 pH별 성장결과는 Fig. 3과 같다.

최적 pH의 설정에는 두가지 요소가 작용하는데, 1) 최적성장을 위한 조건, 2) 목적물질의 생산에 유리한 조건이다. Wada 등에 의하면(김, 1990) 포 고버섯의 특징적인 향기성분이라 할 수 있는 lenthionine은 pH 2에서 5까지는 비교적 안정하나 5 이상이 되면 급속히 파괴되는 것으로 보고된 바가

있으므로 배양조건은 pH 4.5가 적합하다고 할 수 있다.

탄소원 보충의 효과

본 실험의 주 기질로 사용한 맥주효모 추출물은 자체적으로도 높은 탄소함량을 가지고 있으나 추가적인 탄소원 보충의 효과를 알아보기 위하여 8종류의 탄소원을 보충하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다. Table 3에서 알 수 있듯이 탄소원을 보충한 경우는 오히려 균사체 생산의 수율이 감소되었다. 이는 기존 보고들과는 차이가 있는 결과이며, 이러한 결과는 Fig. 4에서 맥주효모 추출물의 함량이 10% 이상을 초과할 경우에 오히려 급격히 수율이 떨어지는 현상과도 일치한다고 할 수 있다.

질소원 보충의 효과

추가적인 질소원 보충의 필요성을 검토하기 위하여 각각의 질소원을 1% 씩 첨가한 배양결과는 Table 4와 같다.

Table 4에서도 알 수 있듯이 질소원의 추가적인 보충의 경우도 탄소원의 경우와 마찬가지로 배지중의 지나친 질소함량이 성장촉진의 효과보다는 오히려 억제효과를 나타내었다. 따라서 탄소원 및 질소

Table 4. Mycelial growth of LEM on brewer's yeast extract medium with different nitrogen sources addition

Nitrogen Sources (1%)	Dryweight of LEM (mg)
None	639
Bactopeptone	4
Sodium nitrate	5
Ammonium nitrate	36
Ammonium chloride	100
Pottasium nitrate	187
Trypton	428
Casamino acid	498
Polypeptone	624

Medium contents; Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 100 ml, 25°C, pH 4.5, 100 rpm in rotary shaking flask, each nitrogen sources were added 1%, 12 days incubation.

원의 보충없이 맥주효모 추출물을 그대로 사용하는 것이 성장촉진 및 생산원가의 측면에서도 더욱 유리함을 알 수 있다.

무기염류 보충의 효과

추가적인 무기염류 보충의 필요성을 검토하기 위한 결과는 Table 5와 같다. Calcium의 경우, 첨가 시에는 뚜렷한 성장촉진 효과를 볼 수 있었고 potassium의 경우도 무기염류를 첨가하지 않은 경우보다는 균사체의 성장에 도움이 되는 결과를 보여주었다. 그러나 다른 무기염류의 경우에는 오히려 성장을 저해하는 효과를 보였다.

통기량의 영향

회전형 진탕 배양기에서 배양시 1 ml 당 균체량의 생성비율은 250 ml 삼각플라스크에 100 ml의 배지를 넣었을 경우에 가장 높게 나타났다(Table 6).

Table 5. Effect of inorganic salts addition in growth of LEM on brewer's yeast extract medium

Inorganic salts (0.2%)	Dryweight of LEM (mg)
None	866
Ferrous sulfate	24
Cupric sulfate	33
Zinc sulfate heptahydrate	41
Magnesium sulfate	124
Sodium chloride	382
Potassium chloride	938
Calcium chloride	1203

Medium contents; Brewer's yeast extract 10 g distilled water 100 ml

Table 6. Relation between the medium volume and the growth rate of LEM

Medium volume(ml)	30	50	100
Dry weight of LEM(mg)	130	220	540
Relative growth rate(mg/ml)	4.3	4.4	5.4

Medium contents; Brewer's yeast extract 10%(w/v), distilled water 90%(v/v), 25°C, in shaking incubator, 100 rpm, 15 days incubation.

Table 7. Relation between shaking frequency and production of LEM

Shaking frequency(rpm)	0	100	150	200
Dryweight of LEM(mg)	137	570	564	554

15 days incubation, 25°C, brewer's yeast extract 10 g, distilled water 90 ml.

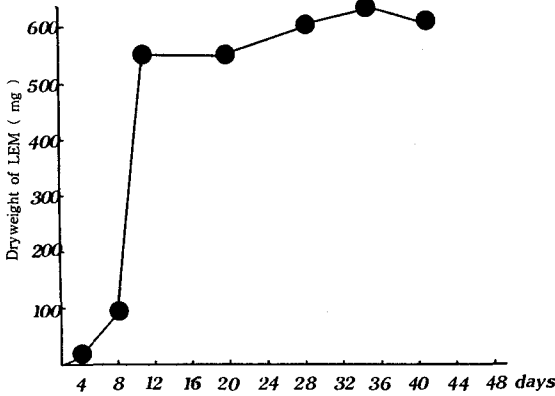


Fig. 5. Growth curves for LEM.

Medium contents; Brewer's yeast extract 10 g, distilled water 90 ml, 25°C, pH 4.5, 100 ml in 250 Erlenmeyer flask, 100 rpm rotary shaking incubator.

또한 진탕기의 교반속도에 따른 통기량의 영향을 알아 본 결과 100 rpm-150 rpm 정도가 적당함을 알 수 있었다(Table 7).

맥주효모 추출물의 함량과 LEM 생산량과의 관계

맥주효모 추출물의 일반성분 분석은 앞의 실험방법의 항목에서 설명되었으며 천연배지의 기질로 사용시 최적첨가 함량을 알아보기 위한 실험결과는 앞부분의 Fig. 4에서 설명하였다. 그 결과 맥주효모 추출물이 10% 함량 때 가장 높은 LEM의 성장결과를 나타내었으며, 25% 이상에서는 성장속도가 크게 떨어짐을 알 수 있었다.

LEM의 성장곡선

맥주효모 추출물을 기질로 하는 배지에서의 성장곡선은 Fig. 5에서와 같이 약 8일간의 유도기를 거친 후 급격한 성장을 보이며, 약 12일 후부터는 정지

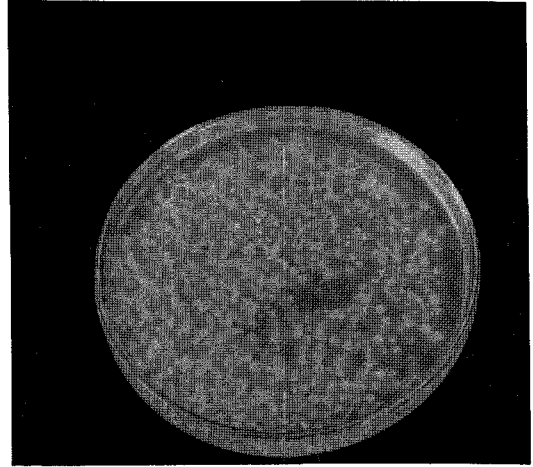


Fig. 6(A). Photography of LEM grown in submerged culture (plane figure).



Fig. 6(B). Microphotograph of LEM.

기에 도달하는 것으로 나타난다.

LEM의 광학현미경 사진

표고버섯 균사체는 심부배양으로 배양시 그 균사체의 성장방향이 배지전체(방사상)의 방향으로 퍼져나가기 때문에 Fig. 6의 (A)와 같이 작은 pellet를 이룬다. Fig. 6(A)는 맥주효모 추출물을 이용하여 배양한 후에 배지성분을 증류수로 3-4회 세정한 후의 사진이다.

배양된 LEM의 성분분석

일본 등에서 구한 LEM의 제품화된 상품 M, 상품 H, 상품 D와 본 실험의 배양결과 획득한 LEM의 성분 및 함량을 함께 비교하였다. 5 liter 용량의

실험용 발효조에서 25°C, pH 4.5의 조건하에서 10일간 배양하여 획득한 LEM 균사체의 분말을 분석 시료로 사용하였으며, 실험결과는 아래와 같다.

Table 8. Contents of crude protein, fats, moisture and ash

	Goods-M	Goods-H	Goods-D	LEM-B
Moisture	5.9	9.1	4.95	4.3
Ashes	6.3	2.5	3.7	8.0
Crude protein	23.2	9.0	3.9	36.8
Crude fats	4.22	3.7	5.0	5.3

Table 9. Amino acid quantitative analysis of LEM

구 분	상품 M	상품 H	상품 D	LEM-B
Aspartate	1.4%	0.53%	0.17%	4.1%
Threonine	0.69	0.29	0.08	2.2
Serine	0.61	0.26	0.07	1.9
Glu, Gln	1.8	0.82	0.26	5.2
Glycine	0.51	0.2	0.07	1.4
Alanine	0.74	0.27	0.07	2.0
Cystein	0.4	0.22	0.16	1.3
Valine	0.77	0.29	0.1	2.4
Methionine	0.12	0.85	0.1	1.1
Isoleucine	0.88	0.42	0.07	2.0
Leucine	0.82	0.34	0.06	3.0
Tyrosine	0.25	0.17	0.06	1.5
Phenylalanin	0.65	0.31	0.08	2.3
Lysine	0.61	0.27	0.06	2.7
Histidine	0.21	0.11	—	1.1
Arginine	0.81	0.3	—	2.3
Proline	1.7	0.8	—	—

Table 10. Sensory evaluation of LEM-B

	Bitterness	Acid taste	Saltiness	Sweetness	Glutamate taste	Original taste	Flavor
Point	2.3	2.5	0.2	1.4	1.5	4.4	0.4

Point 0; Cannot feel taste, 2; feel slightly, 4; feel moderately value, 6; feel strongly, 8; feel very strongly.

조단백 및 조지질의 함량

Table 8은 현재 일본에서 생산된 제품 M, 제품 H, 제품 D와 맥주효모 추출물을 이용하여 배양한 LEM(略, LEM-B)의 조단백 및 조지질의 함량을 비교한 것이다. 조단백 및 조지질의 함량은 제품 M과 비교시 약 2배 가량 높게 나타나며, 이는 맥주효모 추출물을 기질로 하여 배양할 경우에 더욱 성분이 우수한 제품을 얻을 수 있음을 암시한다. 아쉬운 점은 일본에서 생산한 제품 M, H, D의 생산 방식과 배지 조성이 공개되지 않아 맥주효모 추출물을 배지로 한 본 실험과 비교를 할 수 없다는 것이며 본 실험에서의 분석 결과를 토대로 추측하기는 위 제품들의 생산시에 LEM외의 다른 부형제가 첨가되었을 가능성을 배제할 수 없다는 점이다.

수분 및 회분의 정량

세종류의 기존상품과 본실험에서 배양한 LEM의 건조분말상의 수분과 회분함량은 Table 8과 같다. 수분함량은 모두 4.3-9.1%로써 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 회분함량은 본 실험에서 배양한 LEM-B가 약간 높게 나타났다.

결합형 아미노산의 정량분석

외국의 LEM 상품 3종류와 본 실험에서 배양한 LEM-B의 결합형 아미노산의 분석결과는 Table 9에서 나타내었다.

본 실험에서 배양한 LEM의 아미노산 조성은 상품 M의 3배 정도의 정량치를 나타낸다. 여기에서 짐작할 수 있는 것은 3종류의 상품들이 다소 희석된 제품이 아닌가 하는 추론을 할 수 있게 한다.

LEM의 관능검사

본 실험에서 배양된 LEM-B의 관능검사 결과는 Table 10과 같다. 분말화된 LEM은 맥주효모의 쓴맛 성분이 많이 감소된 상태이며, 약간의 텁텁한 맛만을

조미기술로써 저하시키면 경제적인 가치를 충분히 지닌 상품화도 가능하리라고 생각된다. 하지만 자실체의 맛과 비교시는 현저하게 표고버섯 고유의 맛이 약하므로 스프 등의 조미식품으로써는 부적합하며 LEM의 경우 기능성 건강 식품으로써의 이용만이 적절하다고 할 수 있다.

심부배양(submerged culture)을 통한 표고버섯 균사체(*Lentinula edodes* mycelia; LEM)를 얻는데는 두가지의 목적이 있다. 첫째는 균사체 자체의 풍미성과 향암요소를 풍부히 갖춘 세포자체의 건강식품으로써의 이용을 들 수 있고 둘째는 표고버섯 배양의 액체 접종원으로써의 사용이 가능하기 때문이다. 즉 표고버섯의 자실체 배양에 있어서 접종원으로써 이용시 solid type inoculation보다 1차와 2차의 발이 시간을 35일 가량 각각 앞당기고 자실체의 수확량도 1, 2차를 합하였을 때 약 1.7배 증가시킬 수 있었음이 C. H. Song 등에 의하여 보고된 바 있다(Song, 1987).

균사체를 건강식품으로 이용하는 경우 현재 일본에서는 LEM 만을 전문적으로 생산하는 사업체도 다수 있고 향암물질을 다량 함유한 물질이라는 데서 건강식품으로써 널리 알려져 있으며 국내의 경우도 드링크제로써 출시된 바 있으나 그 함량이 낮고 아직 일반에게 널리 퍼지지는 않고 있다. 현재의 문제점은 국내에서 아직 경제적인 배양을 하고 있지 못하고 수입에 의존하는 실정이며, 가격이 너무 비싼 이유로 인해 일반인들이 음료용 등 기타 방법으로 친숙해지기에는 아직 거리감이 있다는 점이다. 그러나 다른 어떤 미생물 자원에 못지 않게 건강식품으로써 우수한 자원임이 분명하고 대중화가 될 수 있는 미생물 소재임은 분명하다. 맥주효모 추출물을 이용한 LEM의 배양은 매우 값싼 원료로서도 배양이 가능함을 시사하며 또 다른 부차적인 식품공학상의 문제점 즉, 맥주효모 추출물의 고미성분 제거가 경제적으로 해결될 때 더욱 우수한 품질의 표고버섯 균사체 건조분말 혹은 추출물을 획득할 가능성이 매우 큼을 예상할 수 있다. 더불어 현재 폐기처분되거나 사료용으로 사용되고 있는 맥주효모 추출물을 유용하게 활용할 수 있는 방법의 한 예로써 제시하므로써 환경오염의 방지를 위한 방법으로도 매우 중요하다고 할 수 있다.

LEM 배양의 두번째 목적으로서는 서두에서 말한

바와 같이 액체접종원으로써 이용이 가능하다는 점이다. 이는 현재의 표고버섯 자실체 생산 방법인 골목재배법에 대해서는 적용이 불가능하나 무균실내에서의 톱밥배지를 이용한 배양법 등에서는 활용을 시도해야 할 것으로 생각된다.

현재의 표고버섯 재배방식으로는 중국 등에 건조 표고버섯 시장을 내어주지 않을 수 없게 된 것이다. 그 예로서 일본의 외국수입 표고버섯의 현황을 보면 '89년 일본의 총수입 표고버섯 물량의 17.5%를 차지하던 한국산 표고버섯의 시장 점유율이 '92년 전반기에 들어서는 4.4%로 하락하였고 일본에서의 평균 시장 가격도 '91년의 경우 1,586엔/Kg의 중국산에 비해 한국산은 3,085엔/Kg으로 한국산 제품의 단가가 상대적으로 너무 높은 가격으로 경쟁력이 떨어질 수 밖에 없는 실정이다(대한, 1992).

이에 국내에서도 현재 대부분의 버섯재배 농가가 채택하고 있는 골목재배나 일부의 농가에서 채택하고 있는 톱밥블록 재배방식보다 한단계 더 나아가 심부배양된 균사체를 액체 접종원으로 이용하는 새로운 방식을 채택해야만 된다고 생각한다.

摘 要

본 연구에 이용된 표고버섯은 ASI 3046 균주이며 배양기질은 맥주효모 폐기물을 전처리하여 얻은 맥주효모 추출물을 사용하였다. 그 배양특성과 배지의 조성에 대한 실험결과는 아래와 같다.

1. 배양 배지로써 이용된 맥주효모 추출물은 수분함량이 50%를 차지하는 농축된 페이스트상으로 배지의 5-10%를 투입시 가장 높은 균사체의 수율효과를 거두었다.
2. 최적온도는 25°C 부근이며, 최적 pH는 약 4.5 이었다.
3. 탄소원의 보충은 오히려 생산수율을 감소시켰다.
4. 질소원의 보충도 생산 수율을 감소시키므로 첨가하지 않는 것이 유리하다.
5. 무기염류로써는 calcium의 첨가시에 가장 높은 균사체의 수율을 보였다.
6. 250 ml 삼각플라스크를 이용할 때 100 ml의 배지량이 적합하며, 회전형 진탕배양기에서 100-150 rpm이 가장 적합한 통기량으로 높은 수율을 나타

내었다.

7. 12일 정도 배양시에 최고 건조균체량에 가깝게 성장곡선을 나타내었으며 그 이후의 증가는 거의 없었다.

8. 아미노산 조성은 기존 외국제품의 경우보다 3배 정도 높은 함량을 나타내었으며 조단백질 함량의 경우는 2배 정도 높은 함량을 나타내었다.

9. 관능검사에서는 약간의 텁텁한 맛과 함께 대체적인 고유풍미는 다소 약하게 나타났으며, 향기 성분은 미약하였다.

10. 심부배양시 작은 구형을 형성하므로 균사체의 회수는 매우 용이하였다.

参考文献

Harry Humfeld. 1948. The production of mushroom

mycelium(*Agaricus campestris*) in submerged culture, *Science*, April 9, **107**: 373.

Jong, S. C., J. M. Birmingham, J. M. 1992. Edible mushrooms in biotechnology, Asian mycological symposium(20th anniversary of Korean Society of Mycology), 1992, Oct., 1-4.

Song, C. H., Cho, K. Y., 1987, A synthetic medium for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*, *Mycologia* **79**: 866.

Thomas D. Brock, 1988. Biology of microorganisms(5th Ed.), Prentice Hall International. pp. 388-389.

김광옥, 이영춘. 1989. 식품의 관능검사. 학연사, pp. 185-188.

김동훈. 1990. 식품화학. 탐구당, pp. 191-193.

김한경, 박용환, 차동열, 정환채. 1987. 표고버섯 톱밥 인공재배에 관한 연구. *Kor. J. Mycol.* **18**: 233-259.

대한무역진흥공사. 1992. 대일 수출 유망 상품 시장 동향, pp. 84-97.

相澤昌. 1980. 菌食の秘密. 慈惠醫學出版.