

산 · 학 · 연 논문

신선초를 이용한 *Hericium erinaceum* 음료 개발에 관한 연구

권상철 · 조주현* · 정재현*†

(주)참선진식품

*충주대학교 식품생명공학과

Development of Functional Drink Using the *Hericium erinaceum* Cultivated on the *Angelica keiskei*

Sang-Chul Kwon, Ju-Hyun Cho* and Jae-hyun Jeong*†

ChamSunJin Food Co. Ltd., Chungbuk 365-801, Korea

*Dept. of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungju 380-702, Korea

서 론

최근, 기능성식품은 국민소득의 향상과 더불어 급속히 발전하고 있으며, 앞으로도 식생활의 변화, 기호의 다양화, 여유 있는 생활의 추구 등의 사회적인 변화로 고품질의 기능성식품에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 특히, 기능성 건강음료 분야는 국내에서 급속도로 발전하고 있으며, 식생활 패턴의 변화와 함께, 최근 들어 소비자의 기호 및 품질에 대한 요구수준이 갈수록 고급화되어 가고 있는 실정이며, 이러한 소비자의 만족을 위해 관련 업계에서는 새로운 기능성 음료의 개발·발전에 관심이 급증하고 있다.

기능성 건강음료의 질을 결정하는 요소는 얼마나 많은 생리활성물질과 영양성분이 함유하고 있는냐에 좌우되며, 또한 생리활성 물질과 영양성분간의 상호관계에 의한 생리활성의 상승작용이 기대된다. 최근에는 중국, 독일, 일본 등과 우리나라에서 균사체 함유음료의 연구개발이 활발하게 진행되어, 균사체로부터 생산되는 여러 가지 생리활성 성분들이 발견되었고, 그 생리활성작용 기전도 점점 밝혀지고 있다.

지금까지 국내외에서 연구 보고된 연구결과에 의하면, *Hericium erinaceum*의 균사체는 치매의 예방 및 치료는 물론 항암작용, 면역증강작용, 생체항상성작용, 항균작용, 질병회복작용, 콜레스테롤 저하작용, 노인성 질병개선작용, 혈압강하작용, 혈당강하작용 등의 효과와 그 유효성분인 Erinacine A, B 및 C 등이 밝혀졌으며, 이들 물질은 천연물질 중 가장 강력한 nerve growth factor(NGF)로 알려져, 중추신경 재생과 치매 치료제로써의 가능성에 대하여 크게 주목 받고 있다(1-11). 따라서 *Hericium eri-*

*naceum*은 새로운 의약품이나 건강식품을 개발하기 위한 신생물자원으로서 그 가치가 매우 높아지고 있으며, 그 자체도 영양분이 풍부한 좋은 식품이라고 말할 수 있다. 그러나 의약품으로서의 개발은 생리활성물질의 분리, 정제과정에서 고도의 기술과 많은 경비를 요구하고 있을 뿐만 아니라 그 소비대상이 특정 성인병환자로 국한되는데 반하여 건강보조식품이나 기능성음료로서의 개발은 의약품에 비하여 생산원가가 낮으며, 소비대상이 성인병을 예방하거나 치료 시 건강보조식품으로 사용할 수 있기 때문에 그 소비 대상이 불특정 다수라는 점에서 경쟁력이 강한 신제품이라고 할 수 있다.

이에 본 연구는 생물공학적인 방법을 도입하여 폐기되는 신선초박에 *Hericium erinaceum*의 균사체를 발효시킴으로서 성인병 예방 및 다이어트에 효과가 기대되는 기능성건강음료의 개발가능성을 검토하고자 하였다(12-15). 이에 신선초박을 기질로 한 노루궁뎅이 버섯의 배양조건, 배양생성물의 추출조건, 추출물질을 이용한 음료조성비 등을 검토한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

종균제조공정개발

공시균주 보존: 본 연구에서 사용한 균주는 *Hericium erinaceum*(Bull:Fr) Per.로서 수원 농촌진흥청 농업과학 기술원 응용미생물과에서 분양받았다. 본 균주는 potato-dextrose agar(PDA) 사면 배지에서 25°C로 10일간 배양한 후, 4°C에서 보존하였으며, 4주마다 계대배양 하면서 실험에 사용하였다.

시약: 본 연구에 사용한 시약은 agar, yeast extract,

†Corresponding author. E-mail: jhjeong@chungju.ac.kr
Phone: 043-841-5248, Fax: 043-841-5240

malt extract, peptone 및 glucose는 Difco社(USA) 제품을 사용하였으며, 그 이외의 시약은 Sigma社(USA) 제품을 사용하였다.

생육기본배지 선발: *Hericium erinaceum*의 균사 생육에 적합한 기본 배지를 선발하기 위하여 PDA배지에서 10일 생육한 *Hericium erinaceum* 균사체를 cork borer(Φ , 0.8 mm)로 절취하였다. 이를 기존에 알려져 있는 PDA배지 등 10여종의 평판배지(Table 1)에 접종한 후, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절된 incubator에서 10일간 배양하면서 균사의 생육 정도 및 밀도를 측정하였는데, 균사의 생육 정도는 균사 활착 길이를 측정하였고 밀도는 육안으로 관찰하였다. 액체배지의 실험은 250 mL 삼각 플라스크에 10종의 배지를 각각 50 mL씩 넣고, 여기에 PDA 배지에서 8일간 배양한 전배양액을 균질화시켜 5%(v/v)씩 접종하였고, 이를 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절된 incubator에서 8일 배양시킨 다음 생육 균사체의 건조중량(mycelial dry weight, MDW)을 측정하여 우수배지를 선발하였다.

배양: 접종균의 전배양은 PDA배지에서 생육한 균사체를 직경 8 mm stainless steel pipe로 편칭하여 무균적인 mycelium disk를 만든 다음, yeast extract-malt extract-peptone-glucose(YMPG) 배지를 50 mL 넣은 250 mL 삼각 플라스크에 이 disk 5~6개를 접종하여 25°C 에서 8일간 배양하였다. 본 배양은 종균용 배지 50 mL를 함유한 250

mL 삼각 플라스크에 전배양액 5%(v/v)를 접종하여 25°C 에서 120 rpm으로 7일 동안 진탕 배양하여 실시하였다. 이때 균질기(Waring blender BL91, Waring社, Almr) (Ultrasonic homogenizer, Nissel社로, Japan)로 30초 동안 균질화하여 전배양액으로 사용하였다.

균체량의 측정: 균체량은 미리 항량을 구한 filter paper(Whatman No. 2)로 여과한 다음, 증류수로 2~3회에 걸쳐 수세하였다. 70°C 에서 12시간 건조한 후, desiccator에서 항량이 될 때까지 방치하면서 건조 균체량(MDW)을 측정하여 정량하였다.

배양경시변화: *Hericium erinaceum*의 배양의 경시 변화는 250 mL 삼각플라스크에 기본배지를 50 mL씩 5회 반복 분주하여 제조한 다음, 121°C 에서 15분간 멸균하여 균질화 된 전배양액을 5%(v/v) 접종하였다. $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 incubator에서 16일간 배양하면서 2일 간격으로 sampling 하여 미리 항량을 구해둔 여과지로 여과하여 균사체를 얻었고 이를 70°C 의 건조기에서 건조하였으며, 이후 desiccator에서 항량이 될 때까지 무게를 측정하여 건조균사체량을 구하였다. 또한, 단백질은 Lowry 법(16)을 이용하여 UV-VIS spectrophotometer(Shimadzu Co., UV-1601, Japan)로 750 nm에서 OD값을 측정하여 정량하였으며, 표준 물질로는 BSA(Sigma, USA)를 사용하였다. 당은 Phenol-sulfuric acid법(17)을 이용하여 UV-VIS spectrophotom-

Table 1. The composition of culture media used for mycelial growth of *Hericium erinaceum*

(Unit: g/L)

Ingredient	Media ¹⁾									
	MCM	MYPA	PDA	ME	YM	YMPG	YMG	PYG	GP	GPY
Potato			250.0							
K ₂ HPO ₄	1.0								10	
KH ₂ PO ₄	0.46					2.0				
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.5					1.0			0.7	0.5
Fe ₂ SO ₄ · 7H ₂ O										
Glucose	20.0		20.0		10.0	10.0	4.0	14	30	20
Sucrose										
Thiamine-HCl						1.0 ³⁾				
DL-Asparagine						1.0				
Casamino acid										
Peptone	2.0	1.0		5.0	5.0	2.0		1.25	3	2
Malt extract		30.0		20.0	3.0	10.0	10.0			
Yeast extract	2.0	2.0			3.0	2.0	4.0	1.25		2
Agar	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

¹⁾MCM: Mushroom complete media.

MYPA: Malt extract-yeast extract-peptone agar.

PDA: Potato dextrose agar.

ME: Malt extract.

YM: Yeast extract-malt extract.

YMPG: Yeast extract-malt extract-peptone-glucose.

YMG: Yeast extract-malt extract-glucose.

PYG: Peptone-yeast extract-glucose.

GP: Glucose-peptone.

GPY: Glucose-peptone-yeast extract.

eter로 525 nm에서 OD값을 측정하여 정량하였으며, 표준 물질로는 Dextroses(Sigma, USA)를 사용하였다.

발효공정 개발

*H. erinaceum*의 발효공정 개발을 위하여 초기의 수분 함량의 영향, 초기 pH의 영향, 배양온도의 영향 등 균사체 및 자실체의 생육상태를 측정하였다.

추출공정 및 시제품 제조

건조신선초에 수분함량을 조절하여 *H. erinaceum*의 액체중균을 접종하여, 40일 동안 생육시킨 배양생성물 중 자실체의 생육상태가 우수한 배양물을 선별하여 에탄올 추출법 및 열수추출법을 사용하여 추출조건을 검토하고자 하였다. 에탄올추출법은 원료의 중량에 대하여 5배수의 에탄올을 가한 다음, 60°C에서 5시간 동안 에탄올 농도를 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%로 농도를 달리하여 추출하였으며, 열수추출법으로는 원료의 중량에 대하여 물을 5배 첨가하여, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C에서 1시간부터 12시간까지 시간별로 추출하여 건강음료의 재료로서 검토하였다. 또한, 음료로서 기호성 향상을 위하여 각종 한방 추출물과 유기산을 이용하여 음료조성비를 확립하였다.

결과 및 고찰

종균제조공정개발

기본 배지의 선별: *Hericium erinaceum*의 균사생육에 적합한 배지를 선별하기 위하여 10종의 고체배지를 사용하여 균사생육상태 및 밀도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. yeast extract-malt extract-peptone-glucose (YMPG) 배지에서 5.98 mm/14days로 균사생육이 가장 왕성한 것으로 나타났고, yeast extract-malt extract(YM) 배지에서도 5.9 mm/14days으로 비교적 생육이 우수한 결과를 얻었다. 액체배지인 경우에는 Fig. 1에서 보는 바와 같이, YMPG 배지에서 5.56 g/L로 최대 건조균체량(MDW)을 얻었으며, mushroom complete media(MCM) 배지에도 4.38 g/L로 비교적 좋은 결과를 보였다. 따라서 우수한 균사생육과 건조 균사체량의 최대값을 나타낸 YMPG 배지를 기본배지로 결정하여 본 실험을 실시하였다.

배양 온도의 영향: 균사 생육의 최적배양온도를 검토하고자 기본배지로 선정된 YMPG 배지에 전배양액을 10% 접종하여 20~35°C 범위에서 각각 일정온도로 조절된 incubator에서 120 rpm으로 8일간 배양하면서 건조 균사체량을 정량하여 Fig. 2와 같은 결과를 얻었다. 이러한 결과는 일반적으로 알려진 *Hericium erinaceum*의 균사생육의

Table 2. Effect of various media on the mycelial growth and density of *Hericium erinaceum*

Media ¹⁾	Mycelial growth (cm/14 days)	Density ²⁾
YMPG	5.98	+++
YM	5.9	+++
MYPG	5.72	++
YMG	5.54	++
MCM	4.74	++
PDA	4.62	++
PYG	4.92	++
GP	2.85	+
GPY	1.56	+
ME	1.32	.

¹⁾ For illustration of symbols, see Table 1.

²⁾ .: Thin, ++: Moderato, +++: Thick.

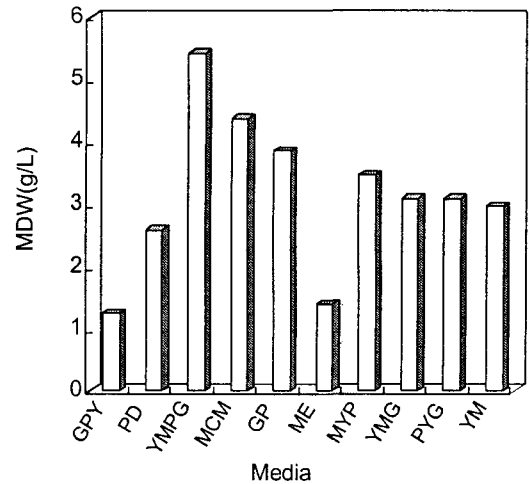


Fig. 1. Effect of various liquid media on the mycelial growth of *Hericium erinaceum*.

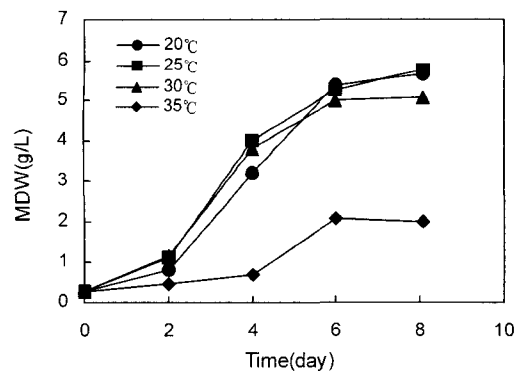


Fig. 2. Effect of culture temperature on the mycelial growth of *Hericium erinaceum* in the YMPG medium.

최적 배양온도 25~30°C보다 약간 낮은 20~25°C에서 균사의 생육이 우수한 것으로 나타났다(18-23).

초기 pH의 영향: 균사 생육의 최적 pH를 검토하고자 YMPG 배지 pH를 4.0~8.0 범위내로 각각 조절한 다음

121°C에서 15분간 멸균하여, 각각의 실험구에 전배양액을 10% 접종하여 120 rpm의 교반속도로 25°C에서 6일간 배양하여 균체량을 측정하여 균사생육상태를 조사하여 Fig. 3과 같은 결과를 얻었다. 일반적으로 알려진 버섯균류의 배양조건과 유사한 pH 5.5에서 가장 우수하였으며, pH 5.0~6.0범위 내에서도 균사의 생육상태가 양호하게 나타났다(20).

접종량의 영향: 균사 생육에 미치는 접종량을 알아보기 위하여 멸균된 YMPG 배지에 전배양액 1~11%(v/v)의 범위에서 접종비를 달리하여 25°C에서 120 rpm으로 총 8일간 배양하면서 2일 간격으로 건조 균사체량을 측정하여 Fig. 4로 나타내었다. YMPG 배지에서 전배양액의 접종량을 9%와 11%로 하였을 때 배양 6일째 건조균체량이 각각 6.9 g/L 및 7.2 g/L로 우수하게 나타났다.

배지액량의 영향: 균사 배양에 적합한 배지액량을 알아보기 위하여 250 mL 삼각플라스크에 기본배지의 액량을 35, 50, 65, 80 및 95 mL로 달리하여 분주한 다음 전배양

액을 각각 9%(v/v)씩 접종하고 25°C에서 120 rpm으로 배양하였다. 균사체량을 2일간의 배양간격으로 측정하여 Fig. 5로 나타내었다. 액량이 35 mL에서 6일째 7.7 g/L, 50 mL에서 6일째 7.1 g/L의 균사체량을 얻었으나, 35 mL의 배지액량은 균사체 회수가 어렵고 경제성 문제도 있어서 본 연구에서는 50 mL를 작업 배지액량으로 정하였다. 이러한 실험결과는 표고버섯의 균사배양에서는 250 mL 삼각플라스크에서 100 mL, 상황버섯의 균사체배양에서는 70 mL에서 가장 좋은 수율을 얻었다고 보고한 것보다 최적 배지액량이 적은 결과를 얻었다(19,20).

교반속도의 영향: 균사 생육의 적합한 교반속도를 알아보기 위하여 YMPG 배지 50 mL를 250 mL 삼각플라스크에 분주하고 전배양액의 9%를 접종한 다음 교반속도를 80~180 rpm 범위 내에서 각각 조절하여 25°C로 8일간 배양 후 균사체량을 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 교반속도가 100~120 rpm에서 배양 6일째 건조균체량이 7.2~7.4 g/L로 우수하게 나타났다.

배양경시변화: YMPG 배지를 사용하여 최적 배양조건하에서 16일간의 배양하면서 균체량, 단백질 및 당 등의

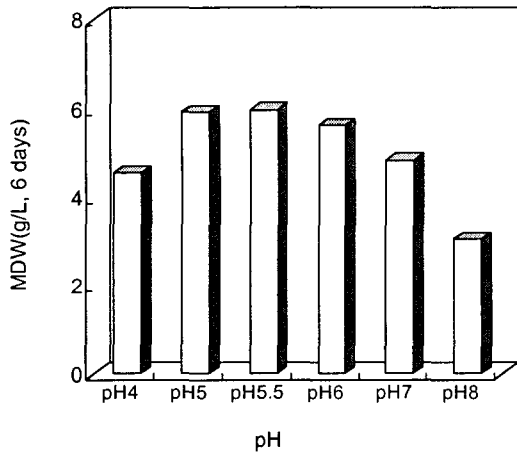


Fig. 3. Effect of initial pH on the mycelial growth of *Hericium erinaceum* in the YMPG medium.

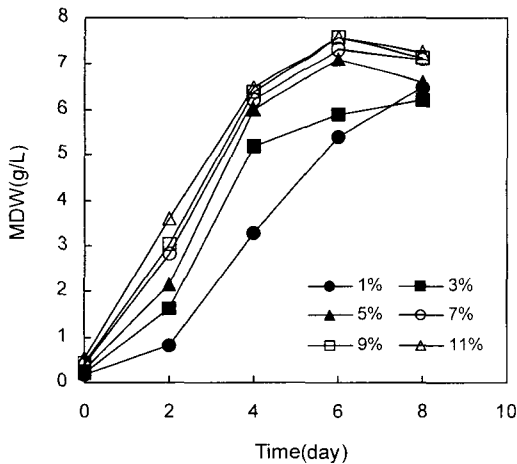


Fig. 4. Effect of inoculum size on the mycelial growth of *Hericium erinaceum* in the YMPG medium.

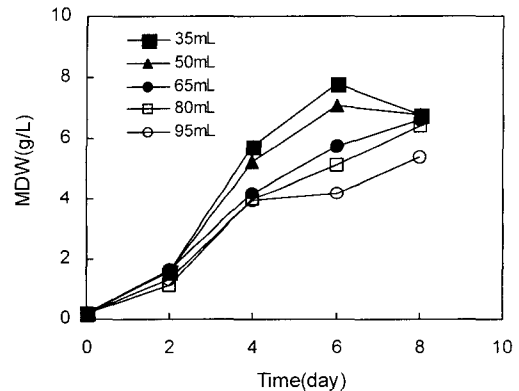


Fig. 5. Effect of working volume on the mycelial growth of *Hericium erinaceum* in the YMPG medium.

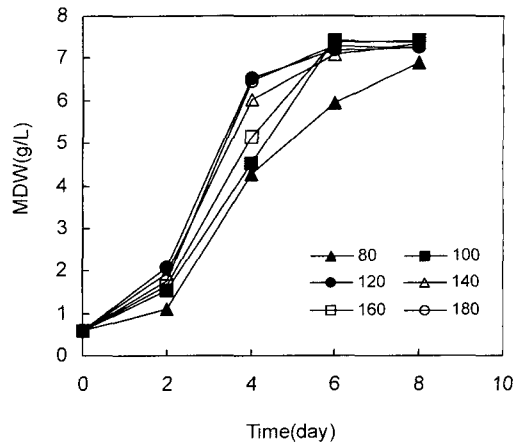


Fig. 6. Effect of agitation speed (rpm) on the mycelial growth of *Hericium erinaceum* in the YMPG medium.

변화를 경시적으로 검토하여 Fig. 7로 나타내었다. 건조균체량은 배양 8일째 9 g/L로 나타났으며 이후에는 큰 변화가 없었으며, 당은 16일째까지 거의 일정한 수준으로 감소하였으며, 단백질의 변화는 거의 없었다.

발효공정개발

수분함량의 영향: *H. erinaceum*의 균사체생육을 위한 최적수분함량을 조사하기 위하여 건조신선초박의 수분함량을 각각 140~260%(v/v)로 조절하여 30일 동안 배양하면서 균사생육상태를 조사하여 Table 3으로 나타내었다. 일반적으로 수분함량이 너무 적거나 많으면 균사생장이 늦어지고 균사밀도가 저조한 것으로 알려져 있는 것과 마찬가지로 수분함량이 140%이거나 240%이상일 때는 균사생육이 85 mm/30 days이하로 부진하였으며 수분함량 180~220%에서는 균사생육이 약 90 mm/30 days로 균사생장이 우수하였다. 특히 균사 밀도는 수분함량 200%에서 가장 양호하게 나타났다. 따라서 본 실험에서는 균사생육이나 밀도를 함께 고려하여 200%(w/w)의 수분함량이 가장 적합한 것으로 판단하였다.

초기 pH의 영향: 균사 생육에 미치는 pH의 영향을 조사하기 위하여 건조신선초에 pH가 4~8로 조절된 수분을

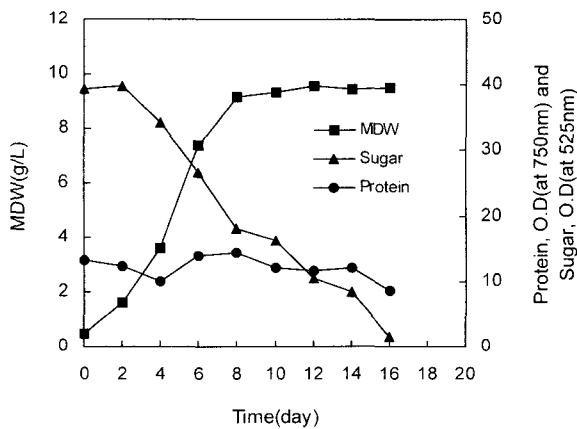


Fig. 7. Time course of the mycelial growth and substrate consumption from modified medium.

Table 3. Effect of moisture content on the mycelial growth and density of *H. erinaceum*

Moisture content (w/w, %)	Mycelial growth (mm/30 days)	Mycelial density ¹⁾
140	84 ± 0.5	++
160	88 ± 0.5	++
180	90 ± 0.5	+++
200	91 ± 0.5	+++
220	90 ± 0.5	+++
240	82 ± 0.5	++
260	52 ± 0.5	+

¹⁾+: Thin, ++: Moderate, +++: Thick.

첨가하여 25°C에서 배양하면서 균사의 생육상태를 검토하여 Table 4와 같은 결과를 얻었다. 30일간 배양한 결과, pH 5에서의 생육속도는 90 mm/30 days로 가장 빨랐으며, 균사밀도 역시 우수한 결과를 보였다. 배지의 pH가 5보다 낮아지거나 높아지면 균사생육 속도나 밀도가 낮아졌으며, 산성에 비해 알칼리쪽으로 갈수록 성장장애를 보이는 것으로 생각되었다.

온도의 영향: *H. erinaceum* 균사 생육의 최적 온도를 검토한 결과는 Table 5와 같다. 균사생육속도는 25°C에서 89 mm/30 days로 가장 우수하였으며, 배양온도가 높아질수록 생육속도가 감소하다가 35°C에서는 균사가 거의 자라지 못하였다. 또한 균사밀도도 높은 배양온도인 35°C보다는 온도가 비교적 낮은 15°C 및 20°C에서 생육상태가 양호하게 나타났다.

자실체 생육: *H. erinaceum*의 자실체 생육을 위하여 건조신선초에 수분을 200%로 조절한 후, 전배양액을 9% (v/v)씩 접종하여 온도 25°C 및 습도 60%로 조절된 growth chamber에서 균사를 성장시켰다. 버섯의 원기가 생성된 후, 자실체 생육조건을 온도 15°C, 습도 80%로 조절하여 자실체를 생육시켰다. 배양 30일 후 균사가 활착되었고, 초발이 소요기간 10일에 원기가 발생하였으며, 초발이 형성 15일 후 1주가 자실체를 수확하였다.

추출공정 및 시제품 제조

원료: 녹즙을 생산한 후 폐기되는 신선초박의 수분함량을 200%(v/v)로 조절한 다음 액체종균을 접종하여, 40일 동안 생육시킨 배양물중에서 균사체 및 자실체가 충전

Table 4. Effect of initial pH on the mycelial growth and density of *H. erinaceum*

Initial pH	Mycelial growth (mm/30 days)	Mycelial density ¹⁾
4	85 ± 0.5	++
5	90 ± 0.4	+++
6	87 ± 0.5	++
7	80 ± 0.3	++
8	76 ± 0.4	+

¹⁾+: Thin, ++: Moderate, +++: Thick.

Table 5. Effect of temperature on the mycelial growth and density of *H. erinaceum*

Temperature (°C)	Mycelial growth (mm/30 days)	Mycelial density ¹⁾
15	40 ± 0.3	+++
20	77 ± 0.6	+++
25	89 ± 0.2	++
30	73 ± 0.4	+
35	5 ± 0.5	+

¹⁾+: Thin, ++: Moderate, +++: Thick.

Table 6. Composition ratio for preparation of functional beverage using extract of solid cultured product

성분	배합비	비고
노루궁뎅이버섯추출물	100	
별꽃	1	
매실엑기스	1	
비타민 C	0.01	당도: 9~10° brix pH: 3.5~3.6
설탕	1	
포도당	7	
대추추출물	1.5	

하게 생육한 것을 선별하여 원료로 사용하였다.

추출: 시제품제조의 원료로 사용하기 위한 배양생성물의 추출은 에탄올을 이용한 추출법과 열수추출법으로 검토하였다. 에탄올로 추출한 액의 농도가 열수추출법으로 추출한 액에 비하여 상대적으로 진하였으나, 추출물을 음료의 재료로서 사용할 경우 에탄올을 제거해야 하는 공정 등 경제적인 면을 고려하여 열수추출법을 선택하였다. 열수추출법으로 추출한 각 추출물을 가지고 관능검사를 실시한 결과, 100°C, 10시간 추출한 것이 선호도가 가장 좋은 것으로 나타났다.

시제품제조: 100°C, 10시간 추출한 추출물에 기호성을 향상시키기 위하여 각종 유기산 및 한방 추출물을 다양하게 배합하여 관능검사를 실시한 결과 Table 6과 같이 신선초를 이용한 *Hericium erinaceum* 기능성음료의 조성비를 얻었다.

요약

본 연구는 생물공학적인 방법을 도입하여 폐기되는 신선초박에 *H. erinaceum*의 균사체를 발효시킨 배양생성물을 이용하여 기능성건강음료 개발을 검토하고자 하였다.

1. **종균제조공정개발:** 기본 배지의 선발에서 *Hericium erinaceum*의 균사 생육에 적합한 배지를 선발하기 위하여 10여종의 고체배지를 사용하여 균사 생육 및 밀도를 조사한 결과는 YMPG 배지에서 59.8 mm/14 days로 균사 생육이 가장 우수한 것으로 나타났고, 최적 온도는 20~25°C 범위에 가장 생육이 좋았으며, 배지의 pH를 조절하여 균사생육을 조사한 결과, pH는 5.5, 접종비는 전배양액 9%(v/v), 배양에 적합한 배지액량은 50 mL, 최적교반속도는 120 rpm이었다. 이러한 최적조건 하에서 배양경시변화를 살펴본 결과 당은 거의 일정한 속도로 감소하는 반면에 건조균체량은 배양 8일째까지 증가하다가 더 이상 변화가 없었다. 2. **발효공정개발:** 수분함량이 200%(v/v)에서, pH 5에서의 생육속도는 90 mm/30 days, 25°C에서의 균사생육속도는 89 mm/30 days로 각각 *H. erinaceum* 균사의 생육이 가장 우수한 결과를 얻었다. 3. **추출공정 및 시**

제품 제조: 녹즙을 생산한 후 폐기되는 신선초박이 액체 종균을 접종하여, 40일 동안 배양시켜 생육상태가 우수한 배양생성물만을 선별하여, 열수추출방법으로 100°C, 10시간 추출한 것을 음료제조의 원료로 하고, 음료의 기호성을 향상시키기 위해 유기산 및 한방추출물을 첨가하는 균사체음료의 조성비를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 충주대학교 식품생명공학과와 (주)참선진식품의 산·학·연 컨소시엄에 의해 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Takashi Mizuno, Yamabushitake. 1995. *Hericium erinaceum*: Bioactive substances and medicinal utilization. *Food Reviews International* 1: 173-178.
2. Hirokazu Kawagishi, Motoharu Ando, Takashi Mizuno. 1990. Hericenone A and B as cytotoxic principles from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters* 31: 373-376.
3. Hirokazu Kawagishi, Motoharu Ando, Hideki Sakamoto, Satoshi Yoshida, Fumihiko Ojima, Yukio Ishiguro, Nobuo Ukai, Shoei Furukawa. 1991. Hericenones C, D and E, stimulators of nerve growth factor (NGF) synthesis, from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters* 32: 4561-4564.
4. Hirokazu Kawagishi, Motoharu Ando, Kayoko Shinba, Hideki Sakamoto, Satoshi Yoshida, Fumihiko Ojima, Yukio Ishiguro, Nobuo Ukai, Shoei Furukawa. 1993. Chromans, Hericenones F, G and H from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Phytochemistry* 32: 175-178.
5. Hirokazu Kawagishi, Ryoko Shirai, Hideki Sakamoto, Satoshi Yoshida, Fumihiko Ojima, Yukio Ishiguro. 1992. Erinapytones A and B from the cultured mycelia of *Hericium erinaceum*. *Chemistry Letters* 2475-2476.
6. Hirokazu Kawagishi, Hironobu Mori, Akinori Uno, Atsuo Kimura and Seiya Chiba. 1994. A sialic acid-binding lectin from the mushroom *Hericium erinaceum*. *FEBS Letters* 340: 56-58.
7. Takashi Mizuno, Tetsuya Wasa, Hitoshi Ito, Chiharu Suzuki, Nobuo Ukai. 1992. Antitumor-active polysaccharides isolated from the fruiting body of *Hericium erinaceum*, an edible and medicinal mushroom called *yamabushitake* or *houtou*. *Biosci Biotech Biochem* 56: 347-348.
8. Hirokazu Kawagishi, Atsushi Shimada, Roko Shirai, Kenji Okamoto, Fumihiko Ojima, Hideki Sakamoto, Yukio Ishiguro, Shoei Furukawa. 1994. Erinacines A, B and C, strong stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Tet-*

- rahedron Letters* 35: 1569-1572.
9. Hirokazu Kawagishi, Motoharu Ando, Hideki Sakamoto, Satoshi Yoshida, Fumihiko Ojima, Yukio Ishiguro, Nobuo Ukai, Shoei Furukawa. 1991. Hericenones C, D and E, stimulators of nerve growth factor (NGF) synthesis, from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters* 32: 4561-4564.
 10. Alberto Arnone, Rosanna Cardillo, Gianluca Nasini, and Orso Vajna de Pava. 1994. Hericenones A-C and erinapytone C, new metabolites produced by the fungus *Hericium erinaceum*. *Journal of Natural Products* 57: 602-606.
 11. 김창률, 심미자, 최응칠, 이영남, 김병각. 1981. 한국산 담자균류의 항암성분에 관한 연구. *한국생화학회지* 14: 101-112.
 12. 조재연. 1996. 식품부산물을 이용한 노부궁뎅이 버섯 균사체의 액체배양 및 이 균사체의 추출물을 함유한 건강음료 조성물. 출원번호 특 1996-070586.
 13. 정희경, 허남칠, 이명렬. 1996. 신선초 녹즙이 CC₁₁ 투여에 의한 백서의 간 손상에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* 25: 88-89.
 14. 조영숙, 박석규, 박정로, 전순실, 박종철, 최성희. 1996. 신선초의 혈장 콜레스테롤 개선효과. *한국식품영양과학회지* 25: 69-71.
 15. 박원봉, 김덕수. 1995. 저장조건에 따른 신선초 생즙의 베타카로틴과 비타민의 C 의 함량 및 항산화능의 변화. *한국식품과학회지* 27: 375.
 16. Bollag DM, Edelstein ST. 1991. *Protein method*. Wiley Liss, Inc., New York. p 56-57.
 17. Chaplin MF, Kennedy JF. 1986. *Carbohydrate analysis*. Oxford IRL press, p 3.
 18. 이병우, 임근형, 김동욱, 박기문, 손세형, 손태화. 1993. 표고버섯 균사체의 배양특성 및 pilot scale 생산. *한국산업미생물학회지* 21: 609-614.
 19. 이재윤, 안원근, 이재동. 1994. 맥주효모추출을 이용한 표고버섯 균사체의 심부배양에 관한연구. *한국균학회지* 22: 266-275.
 20. 이신영, 이동기, 강태수. 1997. *Phellinus* sp.의 분리 및 균사체의 액체배양. *한국미생물학회지* 24: 257-267.
 21. 박경숙, 박신, 정인창, 하호철, 김선희, 이재성. 1994. 구름버섯의 고체발효에 의한 단백다당류의 생산. *한국미생물학회지* 22: 184-189.
 22. 강태수, 강안석, 손형락, 강미선, 임양이, 이신영, 정성모. 1998. 반응표면방법에 의한 *Phellinus* sp. 고체배양의 최적화. *한국미생물학회지* 26: 265-274.
 23. 姜安錫 外 12名. 1989. 최신편버섯 재배기술. 상록사, 서울.