

과제구분	기본	Code: LS0505	수행시기	전반기	연구기간	'99~'01(완결)
연구과제명	버섯의 기능성 검정 연구					
세부과제명	야생버섯의 기능성 검정연구					
연구책임자	소속	성명	전화번호	담당임무		
세부과제책임자	특화작목개발시험장	이안수	(033)243-1822	과제 총괄		
공동연구자	"	박영학	"	버섯 수집 및 재배		
	"	공영준	"	생리활성 검정		
	"	홍정기	"	연구방향 제시		
색인용어	야생버섯, 기능성, 항산화, 고혈압억제, 혈당강하, 면역증진, 항암성					

1. 연구배경

지금까지 주로 재배되어 왔던 원형느타리, 여름느타리 등 느타리버섯의 인공재배법이나 성분분석 및 생리활성 등에 관한 연구결과는 매우 많이 있으나 큰느타리버섯 등 신개발 버섯품목과 야생버섯에 대한 국내의 연구결과는 미흡한 실정이다.

능이버섯(*Sarcodon aspratus*)은 건조시 향이 매우 강하여 “향이”라고도 불려지는데 우리나라에서 오래 전부터 고급요리에 이용되어왔으며, 특히 육류를 먹고 체했을 때 소화제로 사용되었다.

운지버섯 (*Coriolus versicolor*)은 구름버섯이라고도 불리며 기능성 성분은 버섯의 세포벽을 이루는 물질인 Glucan(Polysaccharide-K, PSK)인데 정상세포에 대한 독성이 거의 없고, 항암 효능 이외에도 면역체계에도 도움이 된다. PSK의 작용기작은 인터페론 등과 같은 일반 항암제와는 달리 세포독성을 나타내지 않고 암세포를 비롯한 체내의 이상조직을 제거하는 세포로 알려진 T-Cell의 활성을 높여 암세포의 성장을 억제한다고 알려져 있다.

또한, 노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceum*)은 소화기 계통의 질병, 즉 십이지장, 궤양, 위암 등에 효과가 있다고 하며(김 등 2000), 표고버섯은 독특한 향과 맛을 지니고 비타민 B₁, B₂을 함유하는 알칼리성 식품(최 등 1997)인 것으로 밝혀져 있다.

이밖에도 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*) 추출물(POAHCC)은 면역기능을 강화하고 당뇨·만성간염·간경변 등 성인병과 암의 전이 및 재발억제 등에 효과가 있다고 한다.

버섯에 함유된 특수성분 중 카로티노이드계와 플라보노이드계 색소가 있는데 카로티노이드계 색소는 카로틴과 키산토피의 총칭으로, 항산화활성이 강하다. 따라서 그것을 풍부하게 함유하고 있는 식품을 매일 섭취할 경우 암 예방 및 노화방지효과가 있다. 플라보노이드라는 색소에도 활성산소 제거작용이 있는 것으로 밝혀졌는데 은행잎의 플라보노이드는 항산화 효과 외에도 상처난 모세혈관을 회복시켜 새로운 혈류를 만든다고 하여, 유럽에서는 순환기 계통의 의약품으로 널리 이용되고 있다.

따라서 본 연구는 야생버섯 및 신개발 품목의 생리활성을 검정하고 특수성분을 분석하여 기초자료로 활용하고, 야생버섯의 재배기술 개발시 소비촉진을 위한 홍보에 이용코자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시버섯

본 시험에 공시한 버섯은 신개발 품목인 노루궁뎅이, 황금느타리, 큰느타리, 그리고 아직 야생버섯인 능이, 운지, 비늘 및 잣버섯 등으로 노루궁뎅이 등 3종은 본 시험장 버섯재배사에서 톱밥 및 미강을 배지재료로 하여 재배한 것을, 능이 등 4종은 야생의 버섯 자실체를 채취한 것을 이용하였다.

나. 버섯 성분추출

버섯 자실체를 종류별로 음건하여 마쇄한 후 증류수 및 99% 에탄올로 80℃에서 6시간 동안 추출하였다.

다. 생리활성 검정

생리활성의 검정 항목 및 방법은 <표 1>과 같이 하였다.

표 1. 생리활성 검정항목 및 검정방법

검정항목	검정방법	비 고
소화력	BSA	단순소화 및 tyrosine 촉매작용
항산화활성	TBA (H. Mitsuda 등 1966)	-
고혈압억제	ACE (Seico 등 1996)	-
혈당강하	DNS (Wellling 등 1996)	-
간기능개선	GST (Benson 등 1979)	-
면역활성	MTT assay(Michael 등 1988)	-
항균력	Paper disc (이 등 1991)	식중독균
항암성	SRB assay(Doll 등 1981)	유방·폐·간·위암
세포독성	SRB assay(Doll 등 1981)	-

버섯의 색소 분석방법은 carotenoid계 성분은 버섯분말 0.1g에 ether 2ml를 가하여 충분히 용해시키고 진한 H₂SO₄ 0.5ml를 가하여 암청색 또는 청자색으로 변하는지 관찰하였는데, 청자색으로 변색되면 carotenoid계의 색소성분이 있는 것으로 분류하였다. Flavonoids계 성분은 Davis법을 이용하여 버섯용액 1ml에 diethylene glycol 10ml와 1N NaOH 용액 1ml를 혼합하여 30℃에서 60분간 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

건조시 향이 뛰어난 능이버섯의 향기성분 분석은 Equilibrium Headspace autosampler를 이용하여 <표 2>의 조건으로 향기성분을 추출·포집하고 GC/MS(HP6890)를 이용 <표 3>의 조건으로 정량·정성분석하였다.

표 2. Equilibrium Headspace autosampler(Tekmar 7000)의 작동조건

Platen temp. (°C)	Equilibrate time(min)				Vial Size (ml)	Mix time (min)	Mix Power	Stabilize time (min)	Vial Pressurization time	Loop fill time (min)	Inject time (min)	Sample Loop temp.(°C)	Line temp. (°C)
	Platen	Sample	Pressure	Loop									
80	2	41	0.05	0.1	22	5	3	3	0.5min	0.5	0.5	75°C	75°C

표 3. GC/MS(HP6890 GC/HP)의 작동조건

Column	Injector temp (°C)	Oven temp. (°C)	Auxiliary temp. (°C)	Carrier gas (flow rate, ml/min)	Split ratio	Ionization mode	MS source temp. (°C)
DB-5MS (Crosslinked 5% PH ME Siloxan : 60m*0.25mm *0.25µm)	250	70(5min)-4/min-230-10/min-250(3min)	280	He (0.8)	1:20	Electron Impact (70eV)	230°C

3. 결과 및 고찰

가. 버섯의 생리활성

1) 단백질 분해능

공시버섯의 단백질 분해능에 대한 실험결과는 <표 4>와 같았다. 단순소화력은 능이버섯 추출물이 가장 우수하여 육류를 먹고 체했을 때 소화제로 이용될 수 있다는 것이 입증되었다. 기타의 버섯은 단순소화력은 능이버섯에 비해 약하지만, trypsin의 단백질 분해를 17% ~ 28% 가량 촉매하는 효과가 있어 소화제와 함께 복용시 소화율을 높일 수 있을 것으로 보였다.

표 4. 버섯 추출물의 단백질 분해능 비교 (%)

버섯종류	단순소화력	trypsin작용 촉매효과
trypsin ^J (대조)	100	100
노루궁뎅이	68.14	117.04
능 이	81.43	97.89
운 지	63.03	128.28
큰느타리	63.03	119.25
노랑느타리	60.08	119.25
비늘버섯	62.01	119.25

2) 항산화활성 및 고혈압억제효과

버섯 추출물의 항산화활성 및 고혈압억제효과는 <표 5>과 같았다. 인체의 대사과정에서 발생한 활성산소를 불활성화시켜 인체의 성분과 결합하는 것을 방지하는 항산화활성은 공시버섯이 대부분 다소간의 효과는 가지고 있는 것으로 나타났다. 그 중에서 운지, 황금느타리, 잣버섯, 표고버섯 등이 60%이상의 활성을 나타내어 다른 버섯에 비해 상대적으로 항산화 효과가 높았다. 또한 고혈압억제효과 역시 검정에 이용된 모든 버섯이 50%이상의 활성을 보였는데 황금느타리 및 노루궁뎅이버섯이 다소 높은 편이었으나 표고버섯(79%)보다는 낮았다.

표 5. 버섯 추출물의 항산화활성 및 고혈압억제효과 비교 (%/mg/ml)

버섯종류	항산화활성		고혈압억제	
	열수추출	알콜추출	열수추출	알콜추출
표 고(대조1)	62	53	79	60
느타리(대조2)	61	55	63	58
황금느타리	65	54	64	69
노루궁뎅이	60	51	65	68
жат	64	52	65	59
능 이	42	43	-	-
운 지	54	65	-	-
큰느타리	39	48	-	-

3) 혈당강하 및 간기능 개선효과

혈당강하 및 간기능 개선효과 검정결과는 <표 6>와 같았다. 다른 생리활성 항목이 그랬듯이 혈당강하 및 간기능 개선효과도 모든 공시버섯에 공통으로 나타났는데 표고 및 잣버섯이 다른 버섯에 비해 활성이 더 높았다. 잣버섯은 아직 재배기술이 명확하게 밝혀지지 않아 인공재배시 수량이 매우 낮은 버섯으로 향후 다수확을 위한 배지개발 및 재배환경 구명을 통해 상품화가 추진된다면 표고버섯처럼 크게 호응을 얻을 수 있을 것으로 보였다.

표 6. 버섯추출물의 혈당강하 및 간기능 개선효과 비교 (%/mg/ml)

버섯종류	혈당강하		간기능개선	
	열수추출	알콜추출	열수추출	알콜추출
표고 (대조)	71	66	183	169
느타리	65	62	175	158
황금느타리	67	64	177	168
노루궁뎅이	63	69	173	172
жат	69	70	189	165
효과기준	50% 이상		100% 이상	

4) 면역증진 효과 및 항균성

면역증진 효과는 <표 7>와 같았다. 공시 버섯 5종 모두 다소간의 면역증진 효과가 나타났으나 특별히 뛰어난 버섯은 없었다. 식중독균에 대한 항균력은 <표 8>과 같이 운지> 큰느타리> 노루궁뎅이버섯의 순으로 효과가 높았다. 이 결과로 보아 이들 버섯을 골고루 섭취할 경우, 식중독 예방에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

표 7. 버섯 추출물의 면역증진 효과 비교 (%/mg/ml)

버섯종류	열수추출	알콜추출
표고 (대조)	153	154
느타리	153	155
황금느타리	159	146
노루궁뎅이	155	156
жат	157	153
효과기준	100% 이상	

표 8. 버섯 추출물의 항균성 비교

버섯 종류	추출 용매	식중독균 저지원 (mm)					
		<i>L.m.</i> ATCC 19111	<i>B.c.</i> KCCM 11204	<i>S.a.</i> KCCM 32395	<i>S.t.</i> ATCC 14028	<i>E.c.</i> O157:H7 932	<i>P.a.</i> ATCC 27853
황 금 느타리	열수	-	-	-	-	-	-
	알콜	9	-	-	-	-	-
노 루 궁뎅이	열수	-	9	-	-	-	-
	알콜	9	9	-	-	9	-
능 이	열수	-	-	-	-	-	9
	알콜	-	-	-	9	-	-
운 지	열수	10	11	9	-	-	9
	알콜	10	10	10	9	-	-
큰느타리	열수	-	-	-	-	9	9
	알콜	9	9	10	-	-	9

5) 암세포 억제효과 및 세포독성

공시버섯의 항암성 및 세포독성 검정결과는 <표 9, 10>과 같았다. 버섯종류별 추출물의 암세포에 대한 억제효과는 열수추출물의 경우에는 표고> 황금느타리> 노루궁뎅이> 잣버섯 순으로 높았으며, 알콜추출물은 운지> 능이> 잣버섯 >노루궁뎅이버섯의 순으로 높았다. 또 버섯의 세포독성은 공시버섯들이 모두 11~21로서 무해한 것으로 나타나 음식물로 섭취 시 인체에 해를 주지 않으면서 암을 예방에 효과가 있을 것으로 보였다.

표 9. 버섯 열수추출물의 항암성 및 세포독성 비교

버섯종류	(%/mg/ml)				
	유방암	폐암	간암	위암	독성
표고(대조)	73	69	68	71	13
느타리(대조)	74	69	64	67	13
황금느타리	70	74	64	72	12
노루궁뎅이	71	70	69	68	12
жат	69	74	64	69	11
능 이	50	54	55	48	18
운 지	60	51	58	49	21
큰느타리	50	43	53	42	16
효과기준	50% 이상			30%이하	

표10. 버섯 알콜 추출물의 항암성 및 세포독성 비교

버섯종류	(%/mg/ml)				
	유방암	폐 암	간 암	위 암	독 성
표고(대조)	63	63	63	54	11
느타리	63	58	66	58	13
황금느타리	65	59	69	56	12
노루궁뎅이	63	68	67	57	11
жат	68	64	65	59	13
능 이	68	67	65	59	21
운 지	70	68	65	59	23
큰느타리	50	51	55	48	17
효과기준	50% 이상			30%이하	

나. 특수성분분석

버섯의 종류별 색소성분을 분석한 결과는 <표 11>와 같았다. Carotenoids는 카로틴과 키산토틸의 총칭으로 항산화, 항암 및 노화억제 효과가 있는 성분인데 공시버섯이 모두 Carotenoids계 색소를 함유하고 있었다. Flavonoids계 색소 역시 항산화효과가 뛰어난 성분으로 노루궁뎅이, 능이 및 황금느타리버섯에 함유되어 있었다. 버섯의 색소에 관한 연구는 추가적으로 수행될 필요가 있는 것으로 판단되었다.

능이버섯은 “향이” 라고도 불릴 만큼 건조시 향이 매우 뛰어나 그 향기성분을 정성분석하고 그 함량 비율을 조사하였는데 <표 12>과 같이 Isobutanal 등 10종의 향기성분이 동정되었고 미지의 물질이 79.6% 가량이었다.

표 11. 버섯의 색소 분석

버섯종류	Carotenoids계	Flavonoids계
노루궁뎅이	○	○
능 이	○	○
운 지	○	×
비 늘	○	×
노랑느타리	○	○
큰느타리	○	×

표 12. 능이버섯의 방향성분의 함량비율

				(%)
성분명	함량	성분명	함량	비고
Isobutanal	4.055	2-Acetyl-5-methylfuran	0.210	
2-butanone	2.597	Methional	0.200	
3-methyl-butanal	4.777	1-octen-3-one	0.375	unknown : 79.627
2-methyl-butanal	3.989	2-buten-1-ol	0.258	
Hexanal	0.330	auraptene	3.580	

4. 적 요

본 연구는 2000년부터 2001년까지 2개년 동안 새로 개발된 3종의 버섯과 야생버섯 4종의 생리활성 및 특수성분을 분석하여 기초자료로 활용하고자 실시하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 단순소화력은 능이버섯 추출물이 가장 우수하여 육류의 소화제로 이용 가능함이 입증되었고, 기타의 버섯은 trypsin의 단백질 분해작용을 17% - 28% 촉매하는 효과가 있어 소화제와 함께 섭취시 소화율을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 보였다.
- 나. 버섯추출물의 항산화효과는 운지, 황금느타리, 잣버섯, 표고버섯 등이 60%이상의 활성을 나타내어 다른 버섯에 비해 상대적으로 높았다. 또한 혈압조절효과는 표고버섯이 79%로 가장 높게 나타나 표고버섯의 혈압조절 효과가 다시 한번 입증되었다.
- 다. 혈당강화 및 간기능 개선효과는 잣버섯이 다른 공시버섯에 비해 활성이 높았으며 표고버섯의 생리활성과 비슷하였다. 따라서 잣버섯은 다수확 재배기술 개발시 매우 유망할 것으로 판단되었다.
- 라. 식중독균 억제효과는 운지 > 큰느타리 > 노루궁뎅이버섯의 순으로 효과가 높아 이들 버섯을 골고루 섭취할 경우, 식중독 예방에 효과가 있을 것으로 판단되었다.
- 마. 버섯추출물의 유방암 등 4종의 암세포에 대한 억제효과를 검정한 결과, 표고, 황금느타

리, 노루궁뎅이, 잣버섯, 운지, 능이버섯 등이 인체세포에 무해하면서 암 예방에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

바. 버섯 종류별 색소를 분석한 결과, Carotenoids 성분과 Flavonoids계 색소가 동정되었고, 능이버섯의 향기성분을 분석한 결과 Isobutanal 등 10종의 향기성분이 동정되었다.

5. 참고문헌

김광포. 2000. 버섯병해충방제도감. 한국버섯연구회.

이병환, 신동화. 1991. 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국 식품과학회지, 23(2), 200-204

최병민, 서재신. 1997. 표고버섯의 건조특성 및 주요성분 변화. 저장유통학회.

Benson A. M., Bueding E., Cha Y. N., Heine H. S. & Talalay P. 1979. Elevation of extrahepatic glutathione S-transferase and epoxide hydratase activities by 2(3)-tert-butyl-4-hydroxyanisole. *Cancer Res.* 39: 2971-2977.

Doll, R. and R.Peto. 1981. The causes of Cancer : Quantitative estimates of avoidable risks of Cancer in the United states today. *J. Natl. Cancer Inst.* 66(6) : 1192.

H. Mitsuda, K. Yasumoto and K. Iwami. 1966. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. *Eiyo to shikuryo.* 19, 210-217

Michael C.A., A. S. Dornic and M. Ahne. 1988. Feasibility of drug Screening with panels of human tumor cell lines using a microculture tetrazolium assay. *Cancer Res.* 48 : 589-601.

Seico, Y., S. Kazumaxa and F. Gunki. 1996. Isolation from α -Zein of Thermolysin peptides with Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory activity. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60(40): 661-663.

Wellington D., J. Tina, B. Mikael, S. Troels, and R. S. Michael. 1996. Evaluation of Isofagomine and Its Derivatives as Potent Glycosidase inhibitors. *Biochemistry.* 35: 2788-2795