

상황버섯의 기술개발 동향과 시장분석

¹손은화 · ²노현숙 · ²박영서 · ³손은수 · ⁴강세찬 · ⁵강남성 · † ⁵표석능
¹강원대학교 생약자원개발학과 생명공학연구소 ²한국과학기술정보연구원(KISTI) TCI사업단,
³KISTI 정보분석센터, ⁴세명대학교 자연약재과학과, ⁵성균관대학교 약학부
(접수 : 2007. 11. 2., 게재승인 : 2008. 4. 13.)

Phellinus linteus; Market and Technology Trends Analysis

Eun Hwa Sohn¹, Hyun-Sook Roh², Young-Seo Park², Eun-Soo Sohn³, Se-Chan Kang⁴,
Nam-Sung Kang⁵, and Suhkneung Pyo^{5†}

¹Dept. of Herbal Medicine Resource, Institute of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Samcheok, Gangwon-do, Korea ²Technology Commercialization Intelligence Division, Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI), Seoul, Korea, ³Information Analysis Center, KISTI, Seoul, Korea

⁴Dept. of Natural Medicine Resources, Semyung University, Jecheon, Korea

⁵College of Pharmacy, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

(Received : 2007. 11. 2., Accepted : 2008. 4. 13.)

Phellinus linteus (Sang Hwang mushroom; *P. linteus*) has been widely used for a traditional medicine in Japan, Korea and China. In traditional oriental applications, *P. linteus* and their extracts have been exclusively used to treat various diseases like insomnia, neurasthenia, gastric ulcers, arthritis, nephritis, stress, asthma, bronchitis, neuromuscular disorders, hypertension and also as an immune system stimulator in cancer therapy. In a number of articles, it is indicated how tremendous their therapeutic values are. According to these studies, *P. linteus* and their extracts show immunomodulatory activities like enhancing immune system function including anti-tumor activity and inhibiting the growth of existing tumors. *P. linteus* and their extracts have been being studied for use as immunotherapy agents and biological response modifiers (BRMs) for the possible treatment of cancer without side effects. Recently, the cultured mycelium product of *P. linteus* has been developed and approved as a medicine in Korea. This review shows not only the current status of methods of developmental technology like artificial culture and various biological applications of *P. linteus* but also recent market trends of functional foods made from *P. linteus*.

Key Words : *Phellinus linteus*, Sang Hwang, mushroom, research insight, market trends

서론

최근 버섯에 대한 소비자의 인식이 식용뿐만 아니라 약용 및 기호식품으로 확대되고, 버섯의 자실체 및 균사체의 추출물이나 균사체 배양물이 각종 질환의 예방과 치료에 효과가 있다고 밝혀지면서 버섯류는 새로운 바이오산업 소재로서 기능성 식품 및 의약품개발에 필요한 중요한 생물자원으로 대두되었다. 버섯류는 세계적으로 약 20,000여 종이 알려져 있으며 그 중 식용으로 개발 가능한 것은 약 2,000여 종이다. 국내 분포

하는 버섯류는 약 992종이 기록되어있고 이중 식용 버섯이 100여종, 독버섯이 50여종이며, 특히 맹독성을 가진 버섯이 20여종으로 확인되어있다(1). 약 20여 종 이상의 버섯이 국내에서 재배가능하며 항암(2, 3), 콜레스테롤저하(4), 혈당강하(5, 6) 등이 입증된 바 있다.

상황버섯 (*Phellinus linteus*, 목질진흠버섯)은 중국에 주로 분포하며 우리나라에도 일부 분포하고 있다. 뽕나무줄기에 자생하며 샷갓 표면을 제외하고는 모두 황색이므로 상황(桑黃)이라고 하며, 외관은 밝은 노란색의 소의 혀바닥 모양을 닮았다 하여 수설(樹舌)이라고도 한다. 동의보감이나 본초강목과 같은 한의학 고서에서는 상이(桑耳), 상목이(桑木耳), 상신(桑臣) 등의 이름으로 기록되기도 하였다. 상황버섯은 분류학적으로 담자균아문(Basidiomycotina), 민주름버섯목(Aphyllphorales), 소나무비늘버섯과(Hymenochaetales)의

† Corresponding Author : Sungkyunkwan University, College of Pharmacy Suwon, Kyunggi-do, 440-746, South Korea.

Tel : +82-31-290-7713, Fax : +82-31-290-7733

E-mail : snpyo@skku.ac.kr

진흙버섯속 (*Phellinus* sp.)에 속하는 백색부후균 (white rot fungi)으로써 현재까지 알려진 진흙버섯은 300 여종에 이른다. 진정한 의미의 상황인 목질진흙버섯은 말뚝진흙버섯과 달리 뽕나무에서만 자생하며, 학명은 *Phellinus linteus* (Berk. et Curt) Aoshima이다. 이중 국내에서 자생하는 진흙버섯류는 마른진흙버섯 (*P. gilvus*), 말뚝진흙버섯 (*P. igniarius*), 낙엽송진흙버섯 (*P. pini*) 등 10종이 존재하고 있으나(7), 식품으로서 사용이 가능한 것은 목질진흙버섯, 말뚝진흙버섯, 장수상황 (*P. baumi*)으로 알려져 있다. 상황버섯은 1968년 일본 Ikekawa 등에 의해 항암효과(2, 3)가 있다고 알려진 이래로 많은 연구가 진행되고 있으며, 항암효과 외에도 면역조절효과(8), 항산화 효과, 간기능 개선작용 (9), 고지혈증 개선작용 (10), 미백 효과 등 다양한 생리활성이 보고되고 있다. 본 논문에서는 상황버섯의 약리작용과 그 응용에 대한 국내외 기술동향과 시장동향을 기술하고 이를 토대로 상황버섯 관련 사업에의 전망과 사업 매력도 분석 의견을 제시하였다.

상황버섯의 약리작용과 응용

항암 작용

인체는 생체내에서 발생하는 암세포의 성장에 대하여 이를 억제할 수 있는 면역감시체계 (immune surveillance)를 가지고 있다. 상황버섯의 주요 항암작용은 이러한 인체 내의 면역감시 기능을 활성화시킴으로써 항암효과를 나타낸다. 구체적으로는 자연살해세포 (natural killer; NK cell)의 활성을 증가시키고(11, 12), 면역반응을 극대화하기 위한 T보조세포 (T helper cell)(12), 암항원을 보유한 세포를 파괴할 수 있는 세포독성 T세포 (cytotoxic T cell)의 활성을 증가시키며(13), 항체 생산에 관여하는 B세포의 활성을 증가시킨다(11). 또한 1차적 면역반응에 관여하는 대식세포 (macrophage)의 활성도 증가시킨다(14). 상황버섯은 이와 같이 암세포의 성장과 전이에 방어 역할을 하는 다양한 면역세포를 활성화시킴으로써 화학적 항암제의 부작용을 보완할 수 있는 방법으로 항암제 또는 항암 보조요법으로 제안되고 있다.

Table 1.은 진흙버섯속 버섯 자실체 열수추출물을 sarcoma 180 암세포에 성장에 대한 항암 효과를 비교해 본 결과로, 상황버섯인 목질진흙버섯 (*P.linteus*) 96.7%, 송이버섯 (*T.matsutake*) 91.8%, 구름버섯 (*C.versicolor*) 77.5%, 표고버섯 (*L.edodes*)은 80.7%의 항암효과를 나타냈다. 이와 같이 식용 또는 약용가능한 버섯 중에서는 상황버섯 (목질진흙버섯)의 항암작용이 가장 높고 평가되고 있다.

Table 1. sarcoma 180 암세포 성장에 대한 상황버섯류의 억제효과

학명 (Scientific name)	한약명 (Korean name)	억제률 (%)
<i>Phellinus gilvus</i>	마른진흙버섯	90
<i>Phellinus hartigii</i>	전나무진흙버섯	67.9-100
<i>Phellinus igniarius</i>	말뚝진흙버섯	87
<i>Phellinus lamensis</i>	-	60
<i>Phellinus linteus</i>	목질진흙버섯	100
<i>Phellinus pini</i>	낙엽진흙버섯	100
<i>Phellinus setulosus</i>	-	70

자료 : 상황버섯의 국내 특허동향, 이상원(조사분석2팀), 한국특허정보원, 2005.9.

상황버섯에 대한 항암작용의 연구는 폐암, 대장암(15), 전립선암(16), 폐암(17, 18), 간암(18) 등의 암세포의 특이적 억제작용을 연구하고 있으며, 항암 활성화와 관련되어 대장암과 방광암 등의 원인효소인 장내세균 유해효소 저해효과(19) 등에 대한 연구도 함께 진행되고 있다. 이러한 결과는 상황버섯이 특정암을 억제하는 전문의약품으로 개발될 가능성을 내포하고 있다. 이와 같은 상황버섯의 우수한 효과는 버섯 유래의 lentinan, PS-K (Krestin) 등과 같은 주요 성분이 규명되면서 항암보조요법제로 개발될 가능성도 있다. 그 밖에도 상황버섯은 기존의 화학요법 및 방사성 치료로 인한 항암치료의 구토, 체중 감소, 오심, 탈모 등과 같은 부작용을 최소화시키고, 암부위의 절제수술과 같은 외과적인 처치로 약해져있는 생체내의 면역기능을 강화시키는 목적으로 그 효과를 기대하고 있다.

면역조절작용

면역조절제 (immunomodulator)는 병원미생물이나 암세포에 대한 인체의 면역반응을 조절할 수 있는 물질이라고 정의하는데, 최근에는 면역조절제와 그 조절과정에 관여하는 물질들을 모두 포함하여 생체반응조절물질 (biologic response modifier : BRM)이라는 포괄적인 의미로 사용한다. BRM은 크게 면역반응 효과기전 (effector mechanism)이나 이를 일으키는 매개체 (mediator)들을 강화시키는 물질과, 과도하게 발생하거나 이상적으로 발생하는 면역반응 또는 이 반응의 매개체를 억제하는 물질로 나눌 수 있다. 최근에 상황버섯은 항암효과 뿐만 아니라, 체액성 및 세포성 면역반응을 항진시킨다는(13) 등의 연구로 면역반응을 조절하는 새로운 BRM 물질로 여겨지고 있다. 상황버섯의 BRM 면역조절효과는 면역증강작용을 활용한 기능성 식품으로의 개발에 집중되어 이루어지고 있다. 허약한 어린이나 노인의 면역증강제로써의 활용뿐만 아니라, 항염증작용(20-22), 항아토피 작용(23) 등의 면역억제작용에 대한 연구도 진행되고 있으며 이에 대한 개발 가능성이 크게 대두되고 있다. 또한, 상황버섯은 다양한 성인병 예방에 대한 효과가 보고되고 있다. 고혈당에 대한 효능(5, 6), 동맥경화와 같은 성인병 유발 원인을 제거할 수 있는 항혈전작용(24), 간보호효과(18) 등이 보고되고 있어 다양한 기능성 식품 및 영양제 등의 성분에 함유되어 개발될 수 있다.

항산화 작용

상황버섯을 포함한 담자균류 유래 일부 버섯 다당류에는 지질과산화물을 억제시키는 물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다. 이들은 사염화탄소 (CCl₄) 또는 효소적 과산화 유발제를 이용한 생체내 실험에서 다당류가 지질과산화 억제능(4)과 간보호 활성(18) 등에 효과가 나타나는 것으로 알려져 있다.

기타

버섯 (상황버섯포함) 유래의 고분자 다당류들의 항암 및 면역증가 효과 등의 약리활성을 나타내는 물질에는 특이한 구조를 갖는 β -glucan성 다당류이외에도 갈락토오스 (galactose), 만노오스 (mannose), 아라비노스 (arabinose) 등을 포함한다. 이러한 성분이 생체내의 혈당량을 조절하는 인슐린을 생산하는 췌장내의 베타 세포에 대한 자가 면역 반응으로 생기

는 제1형 당뇨병에 유효하다는 연구결과가 보고되었다(25). 또한 동맥경화와 같은 성인병 유발 원인을 제거할 수 있는 항혈전작용이 보고되었다(24). 상황버섯은 환경 자극에 대하여 인체 효소반응 등의 작용을 원활하게 유지시키는 항상성 (homeostasis) 작용을 증가시키는 것으로 보이며, 이러한 효과는 성인병을 예방하고 치료하는데 도움을 준다. 또한 2001년에 출원된 공개 2001-0070531의 특허자료에 의하면 자연산 상황버섯 추출물이 멜라닌 색소를 생성하는 티로시나아제 (tyrosinase) 효소 활성에 대하여 억제 작용을 나타낸다고 제시하였으며(26), 이에 대하여 상황버섯이 미백 화장품 소재로 활용될 수 있음을 나타내었다. 더욱이, 상황버섯 추출물에는 여러 종류의 당과 플라보노이드 성분, 이소플라본 등이 다량 함유되어 있어 화장품에서의 보습력과 피부노화 방지기능, 항산화(27) 효과 등에도 효능을 보이고 있다. 이러한 상황버섯의 기능은 주름개선제, 보습제, 미백제 등의 기능성 화장품 개발의 주된 소재로 개발될 가능성이 크다. 그 밖에도 본초강목, 중국본초도감 등의 옛 문헌에 의하면 상황버섯은 자궁출혈 및 대하, 월경불순, 해독작용, 장출혈, 이질 등의 각종 지병 치료약으로 이용되었음을 기록하고 있어(28), 향후 상황버섯의 약리작용에 대한 잠재성이 매우 크다. 버섯류는 식품 본래의 역할인 영양소재 공급원으로 단백질, 당류, 유기산, 비타민, 지방(특히, 불포화 지방산류) 등이 있으며, 음식에 대한 선호도를 높일 수 있는 색과 향기 성분, 그리고 GMP (guanosine monophosphate), AMP (adenosine monophosphate)와 같은 핵산관련물질 등 맛과 관련된 지미성분이 함유되어 있어 식품 첨가물로도 널리 이용되고 있다. 또한, 버섯류는 높은 함량의 저칼로리 탄수화물과 고단백성의 식품으로 인정되어 최근 건강보조식품 등으로도 다루어진다.

상황버섯의 성분

앞에서 언급한 바와 같이 가장 주목받고 있는 버섯의 작용은 항암제 및 면역증강작용(14, 15)에 대한 약리적 효과로, 이는 부가가치가 높은 의약품 또는 고기능성 식품으로 개발될 수 있기 때문이다. 따라서 버섯의 다양한 약리 작용이 보고되면서 버섯류에 함유된 성분과 역할규명 그리고 이에 따른 타겟 성분의 분리 및 추출이 중요한 기술로 대두되었다.

지금까지 알려진 항암 및 면역조절효과를 일으키는 버섯류의 성분은 다당체 (polysacchride)이며, 2007년 Zhang M 등이 보고한 버섯의 약리 효과를 나타내는 다당체의 주요 성분에는 glucan, schizophyllan, heteroglycan, lentinan, krestin, galactomannan 등이 있다(29). 그 효능이 우수하여, 이미 표고버섯에서의 lentinan, 구름버섯 (*Coriolus versicolor*; 운지버섯)에서 PS-K (Krestin)등은 의약품으로 개발되어 시판되고 있으며, 아가리쿠스 버섯 (*Agaricus blazei*; 신령버섯), 상황버섯을 포함하는 진흙버섯류 (*Phellinus sp.*), 동충하초 등의 heteroglycan, galactan, grifolan 성분은 BRM 면역조절물질로 알려지고 있다. 이 밖에도 버섯류의 다당체에서는 노화 방지와 관련성이 있는 항산화물질, 항염증 등을 나타내는 성분들이 규명되고 있다(Table 2).

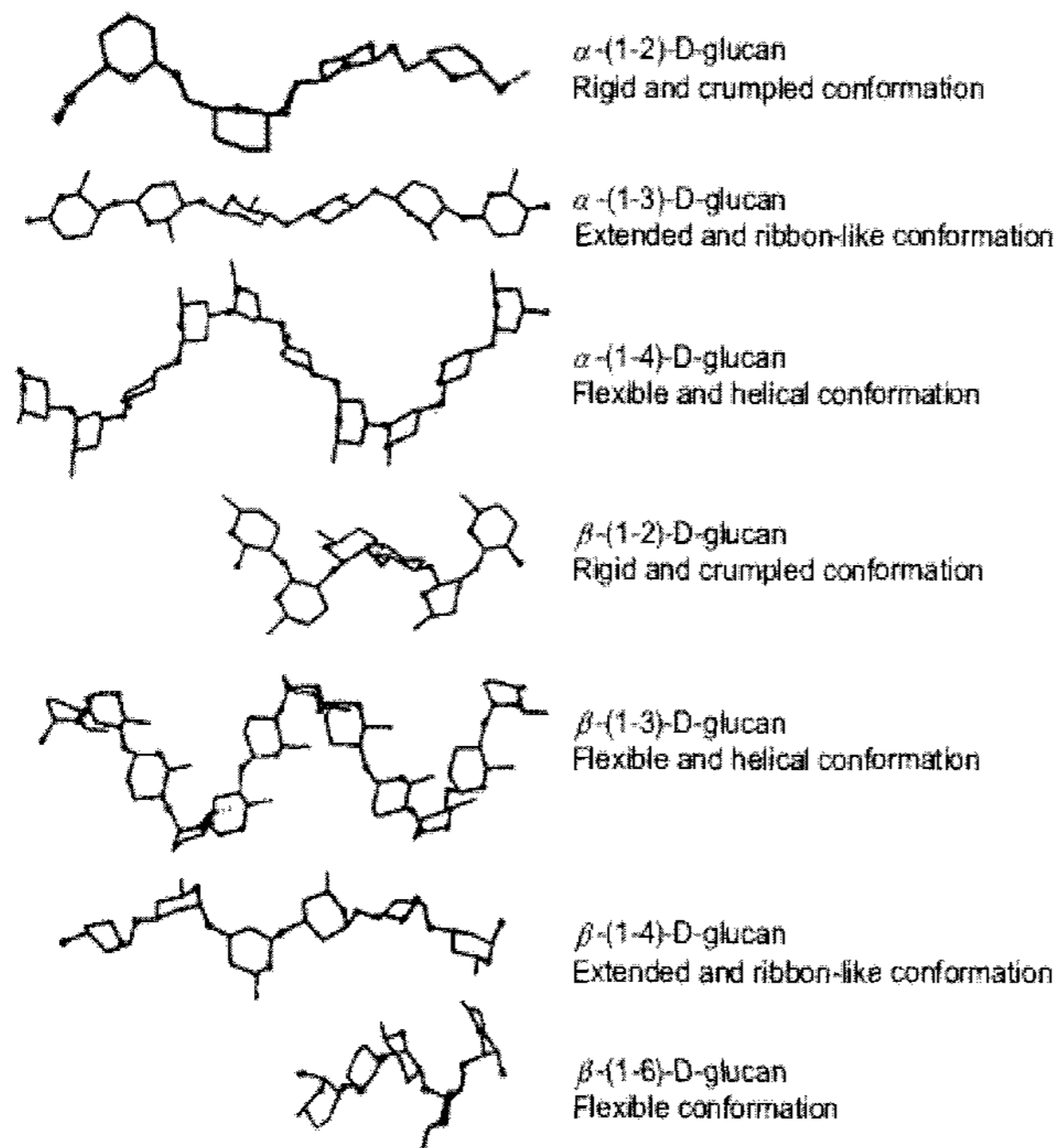
Table 2. 버섯에서 유래한 주요 다당체 성분과 약리효과

버섯 종류	주요 다당체 성분	약리효과
<i>Pleurotus tuber-regium</i> (균핵느타리)	b-D-glucan	간보호효과, 유방암 억제
<i>Ganoderma lucidum</i> (영지버섯)	Heteroglycan, mannoglucan, glycopeptide	고혈당증, 면역조절작용, 항암, 항산화, 항노쇠효과
<i>Auricularia auricula</i> (목이버섯)	Glucan	고혈당증, 면역조절작용, 항암, 항염증, 항방사선
<i>Schizophyllum commune</i> (치마버섯)	Glucan, schizophyllan*	항암
<i>Hericum erinaceus</i> (노루궁뎅이 버섯)	Heteroglycan, heteroglycanpeptide	고혈당증, 면역조절, 항암
<i>Lentinus edodes</i> (표고버섯)	Mannoglucan, polysaccharide protein complex, glucan, lentinan*	면역조절, 항암, 항바이러스
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (별빛균핵버섯)	Glucan, scleroglucan (SSG)*	항암
<i>Polystictus versicolor</i> (구름버섯, 운지버섯)	Heteroglycan, glycopeptide, krestin (PSK)*	면역조절, 항암, 항방사선, 고혈당증, 항염증
<i>Grifola frondosa</i> (잎새버섯)	Proteoglycan, galatomannan, heteroglycan, glucan, grifolan*	면역조절, 항암, 항바이러스, 간보호
<i>Inonotus obliquus</i> (차가버섯)	Glucan	항암, 면역조절
<i>Agaricus blazei</i> (아가리쿠스 버섯)	Glucan, heteroglycan, glucan protein, Glucomannan-protein complex	항암
<i>Flammulina velutipes</i> (팽이버섯)	Glucaneprotein complex, glycoprotein	항암, 항염증, 항바이러스, 면역조절
<i>Ganoderma applanatum</i> (잔나비불로초버섯)	Glucan	항암
<i>Polyporus umbellatus</i> (저령)	Glucan	항암, 면역조절
<i>Clitopilus caespitosus</i> (그늘버섯)	Glucan	항암
<i>Pleurotus citrinopileatus</i> (노랑느타리버섯)	Galactomannan	항암
<i>Trametes robiniophila</i> (구멍장이버섯)	Proteoglycan	면역조절, 간보호, 항암
<i>Tremella fuciformis</i> (흰목이)	Heteroglycan	고지혈, 고혈당, 면역조절, 항암, 항노쇠, 항혈전
<i>Tremella aurantialba</i> (금목이)	Heteroglycan	면역조절, 고혈당
<i>Pleurotus ostreatus</i> (느타리버섯)	Glycoprotein	항암, 고혈당, 항산화
<i>Morchella esculenta</i> (곰보버섯)	Heteroglycan	고혈당, 항암
<i>Omphalia lapidescens</i> (죽령)	Glucan	항염증, 면역조절
<i>Phellinus linteus</i> (상황버섯)	Glucan	항암
<i>Armillariella tabescens</i> (뿔나무버섯불이)	Heteroglycan	항암
<i>Dictyophora indusiata</i> (망태버섯)	Heteroglycan, mannan, glucan	항암, 고지혈
<i>Peziza vericulosa</i> (주발버섯)	Proteoglycan, glucan	면역조절, 항암
<i>Tricholoma mongolium</i> (송이버섯)	Glucan	항암
<i>Cordyceps sp</i> (동충하초)	Glucan, heteroglycan	항암, 면역조절, 고혈당

* 이미 상업적으로 개발된 다당체 성분.

Table 2에서 나타내는 바와 같이 상황버섯의 항암 및 면역증강효과를 나타내는 핵심성분은 β -glucan이다(30). β -glucan은 250,000 정도의 D-glucose 단위를 구성으로 하는 포도당

(glucose) 중합체로서 glucose간을 연결하는 β -결합이 glucan의 구조를 결정하게 되며, 이는 β -glucan의 다양한 생리활성을 결정하게 된다. 1,3/1,6 glucan에 있어서, 1,3은 glucan의 직선형의 결합을 말하며, 1,6은 가지형(또는 측쇄형)의 β -결합을 말한다. 1,3/1,6 glucan에 있어서 특히 1,6 가지형 결합형은 면역증강효과를 나타내는 구조로 보고되고 있다(Fig. 1).



자료 : 컴퓨터 결과물에 의해 유추됨. Modified from Rees and coworkers (Rees & Scott, 1971).

Figure 1. 일반적인 α -, β -glucan의 구조.

일반적으로 담자균류의 자실체는 $\beta(1\rightarrow3)$, $\beta(1\rightarrow4)$ 및 $\beta(1\rightarrow6)$ 결합이 복잡한 구조를 이루고 있으며, 이들은 β -1,3-glucan을 주사슬로 하고 β -1,6-glucan이 함유된 형태로 다당류에 풍부하게 존재한다(33). 상황버섯의 항암활성을 나타내는 glucan의 기본형태도 β -(1,6)-glycosyl 분지를 가진 β -(1,3)-glucan로 알려져 있다(30). 그 밖에도 자연산 상황버섯 추출물에 함유되어 있는 여러 종류의 당과 플라보노이드 성분, 섬유질, 이소플라본 등은 화장품에서의 보습력과 피부노화 방지기능, 항산화 효과, 특히 피부 미백효과 면에서 효과를 나타낸다고 보고되고 있다.

기술현황 및 전망

자연산 상황버섯 자실체 추출물에 대한 우수한 항암효과 및 면역증강효과가 알려지면서 이에 대한 기능성 식품 및 의약품의 개발이 활발해졌다. 그러나 자연산 자실체의 수급이 어려워 이를 대체할 수 있는 균사체 배양이 주요 기술로 여겨지고 있다. 뿐만 아니라 상황버섯을 추출하는 추출방법에 의한 β -glucan 등의 유효성분을 최대한 획득하기 위하여 기존에 알려진 열수추출법, 알코올추출법 외에도 다양한 방법이 시도되고 있다. 그러나 이러한 인공배양법에

의한 균사체 배양 또는 추출법의 개발에 있어서 최종적으로는 자연산 상황버섯 추출물의 약효에 대한 비교 결과가 요구되고 있다. 실제로 인공배양법에 의한 추출물과 자연산 자실체 추출물 또는 다양한 시도에 의한 추출법에 의한 추출물들에 대하여 항암작용(2, 3), 항염증작용(20-22), 항산화작용(27) 등 약효를 비교하는 연구들이 다각도로 이루어지고 있으며 인공배양법 또는 추출법의 성공을 주장하고 있다.

버섯류들은 대부분 담자균류로서 균사체의 영양생장단계와 자실체의 포자를 형성하는 생식생장단계로 나누어진다. 균사체는 포자가 발아해 싹이 트는 단계로, 이 균사체가 더 자라면 자실체가 된다. 자실체는 더 성숙하면 포자를 품게 되며, 이 포자는 몸체에서 떨어져나가면서 2세 번식을 하게 된다. 상황버섯이 효과를 가지려면 이처럼 포자를 품고 있는 자실체 상태여야 하며, 이때 가장 영양분이 뛰어나다. 그러나 상황버섯은 자연계에서 분포수가 극히 적어 자실체의 항암성분을 의약품으로 개발하기에는 어려움이 있다. 따라서 상황버섯의 균사체를 인공배양하여 자실체를 얻으려는 다양한 인공재배기술이 시도 되고 있다(31, 32). 그러나 인공재배 방법에 있어서도 재배기간이 1~2년 정도로 길며 그 성공률도 낮으며, 아직까지 재배자들의 경험과 기술에 의존하고 있어 상황버섯 인공재배기술의 과학적으로 표준화된 방법이 부족한 실정이다. 인공재배기술에 의한 상황버섯 추출물이 자연산을 대체할 수 있으려면 그 약효 면에서 비슷한 수준의 효능을 보여야 한다. 1999년 Lee 등은 상황버섯 자실체와 균사체의 성분을 비교한 결과, 일반 성분의 특징적인 차이는 볼 수 없었으나, 이들의 약리활성에서 차이가 나타났으며, 이는 분자량의 차이에서 나타나는 구조적 중합도 및 주쇄의 결합양식에 따라 다르게 나타나는 것으로 추정된다고 보고하였다(33). 이와 같이 상황버섯의 균사체 배양기술에 의한 추출물은 자연산 추출물에 비하여 항암효과, 면역강화기능, 종양저지효과, 자궁출혈, 월경불순 등 약리작용의 효능이 현저히 낮게 나타났다(28). 따라서 단가를 낮추는 일뿐만 아니라 약효 면에서도 자연산 상황버섯을 대체할 수 있는 인공배양기술이 상황버섯을 산업화시키는데 매우 중요한 기술로 대두되었다. 또한, 다양한 방법으로 시도되는 인공배양기술에 의해 생산된 상황버섯의 추출물은 자연산 추출물과 약리 효과가 비교 분석됨으로써, 자연산 자실체와 유사하게 또는 보다 우수한 약리 효과를 나타내는 부분을 찾아내어 이를 집중활용하는 방법이 제시되고 있다. 예를 들면, 인공재배된 상황버섯에서의 항암활성은 자연산에 비하여 그 효과가 크지 못하지만, Song 등(38)은 인공재배 상황버섯이 자연산의 항보체활성이 비슷하여 BRM 개발 측면으로는 인공상황버섯의 이용 가능성이 있다고 보고하였다. 또한 배양균사체 상황버섯과 자연산 자실체에 대하여 지질과산화 억제율을 측정한 결과, 자실체가 배양균사체 보다 지질과산화 억제율을 증가시켰지만 미비한 차이였다고 보고하고, 인공재배된 상황버섯이 성인병 예방의 활용에 가능하다고 보고하였다. 상황버섯 균사체 추출물은 상황버섯의 자실체로부터 얻은 순수 균사체를 대량 배양하고 이를 추출·정제하여 건조시킨 분말이다. 이와 같은 상황버섯 균사체의 대량생산을 위해서는 상황버섯의 우수 균주를 확보하고 이를 동정 (characterization) 하는 기술이 중요하다. 1991년 상황버섯 중에서 활성이 강한 양질의 균주를

고체 배양 및 액체 배양하여 항암효력이 일정하도록 개발함으로써 제품화에 성공했다. 그러나 아직까지 국내 기술에서는 사용균주에 대한 정확한 검증이 없이 재배, 생산, 유통되는 경우가 많다. 따라서 상황버섯의 성공적인 인공배양기술을 위해서는 상황버섯의 균주에 대한 체계적인 분류방법확립, 신뢰할 수 있는 기관에서 동정이 확인된 균주의 사용, 상황버섯 균주의 정확한 검증, 재배 방법의 과학화와 표준화, 이를 통한 대량생산기술 개발 등이 요구된다.

상황버섯의 우수한 약효는 β -glucan에 기인한 것으로 생각되고 있다. 그러나 새로운 약리적 효과를 가진 물질의 순수 분리 및 주요 성분 찾아내어 신경계 작용물질, 혈압저해물질 등 새로운 약리효과를 발굴하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 새롭게 분리 또는 규명되는 성분에 대하여는 성분 각각에 대한 약리작용에 대한 연구와 이에 대한 활용 즉, 적응증 확대가 함께 활발히 이루어지고 있다. 특히, 최근에 천연물 유래 의약품 개발에 있어서 정확한 작용기전 규명에 대한 요구도가 높아지면서 이미 보고되어 있는 β -glucan 등 단일 성분에 대한 항암 및 면역조절작용 등의 약리작용에 대해서도 세포 및 분자생물학적 수준의 정확한 작용 기전 규명이 활발히 이루어지고 있다.

상황버섯은 다른 천연물의 생리활성소재와는 달리 매우 빠르게 산업화가 이루어지고 있다. 그 이유는 버섯이 식품으로써 이미 안전성이 확보되어 있으며, 항암 및 면역증강효능이 매우 우수하게 나타나기 때문이다. 이와 같은 이유로 상황버섯을 이용한 연구 및 제품개발은 국내 또는 일본 등지에서 주요 핵심기술이 되어 오랫동안 지속될 것으로 보인다.

상황버섯을 이용한 기능성 음료의 개발에 있어서 기술개발은 상황버섯의 단가를 낮추는 방법과 상황버섯 활용에 있어서 새로운 적응증의 확대에 집중될 것으로 보인다. 매우 고가로 판매되었던 상황버섯의 자실체의 약효를 유지하면서 단가를 낮추는 가장 유용한 방법으로, 자연산 자실체 추출법의 개발, 인공배양기술과 이의 추출법 개발 등이 가장 주요한 기술로 작용할 것으로 보인다. 이를 검증하기 위한 효능 비교실험과 연구 결과에 따른 다양한 적응증으로의 확대 및 제품 개발이 잇따를 것이다. 뿐만 아니라 상황버섯 추출물 속에 함유된 β -glucan 외의 다른 성분들에 대한 관심이 확대될 것이다. 이러한 새롭게 규명되어지는 성분에 순수분리 및 정제기술 개발이 진행될 것이며, 새로운 성분의 약리효과 및 작용 기전 연구가 이루어질 것이다. 이러한 지속적인 연구 개발의 노력은 최종적으로 상황버섯이 항암 및 면역조절작용 뿐만 아니라 새로운 질병의 치료 및 예방에 활용될 수 있도록 하며 관련 산업을 성장시킬 것이다.

시장 특성 분석

산업의 발달, 현대화, 경제성장, 생활수준의 향상 등에 따라 고혈압, 스트레스 등이 증가되고 있고, 이러한 외부 환경에 대한 자극들을 극복하기 위한 신체조절기능 향상 목적의 건강 기능식품에 대한 수요가 증대하고 있다. 업계

에서 추정하는 건강식품 시장은 2004년 1조8000억원, 2005년 2조1000억원, 2006년 2조3000억원의 규모로 매년 10% 이상 성장하고 있으며, 2010년에는 약 4조원까지 성장할 것으로 예상되고 있다(Fig. 2).

자료 : 월간식품저널, 2007.

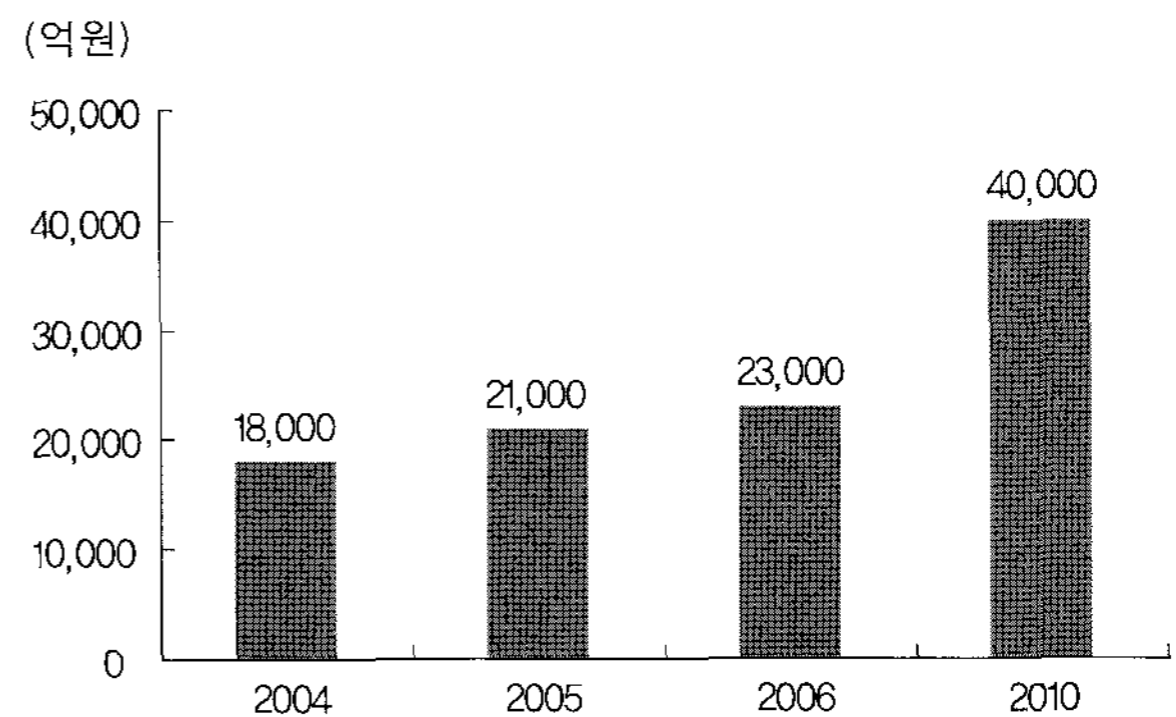


Figure 2. 국내 건강식품 시장 규모 및 전망.

그러나 건강기능성식품은 제품의 기능자체보다는 오히려 제품에 대한 정보와 사회적인 인식에 따라 붐이 조성되기도 하고 붐이 순식간에 사라지기도 하여 제품의 수명주기와 시장수요예측이 어려운 산업분야이다. 따라서, 건강기능성 식품의 사업화 추진에 있어서는 제품에 대한 효능입증, 홍보, 마케팅 등이 중요한 요소들이며, 관련업체들의 협력에 의한 동반 시장창출도 중요하다.

일반적으로 건강기능성 식품 종류는 과학적인 효능 입증이 이루어지지 않고 권장 섭취량 및 안전성 확립 등이 미비되어 있어, 소비자들에게 신뢰를 줄 수 있는 과학적인 자료가 제공되지 못하여, 시장창출이 제약되는 경우가 많다. 특히, 건강기능을 표방하는 식품이 범람하고 있고, 기존의 건강기능성식품 중 일부가 허위 과대 광고를 함으로써 건강기능성식품전체에 대한 소비자들의 불만이 높아지게 되었고 인식이 왜곡되어 가는 현상도 나타나게 되었다. 상황버섯의 경우 학계와 업계를 중심으로 최근 10여년간 꾸준히 연구가 이루어지고 소재의 적용방향을 제시하는 임상자료도 많이 발표되고 있어 이에 대한 장점을 가지고 있다. 따라서 상황버섯이 성공적으로 시장을 개척해 나가기 위해서는 풍부한 임상자료와 과학적 자료를 바탕으로 소비자들에게 어필할 필요가 있으며, 이를 활용한 홍보 및 마케팅이 가능하다.

앞에서 기술한 상황버섯의 다양한 효능은 시장창출에 크게 기여하고 있다. 상황버섯은 치료목적으로 섭취하는 것보다 질병의 예방차원에서 사전에 섭취하는 것이 좋으며 또한 꾸준히 장기간 섭취를 하는 것이 중요하다. 이에 따라 대체의약품 및 식품으로의 개발이 더욱 활발하다. 상황버섯은 2003년 식품안전청에서 상황버섯종의 독성자료를 검토한 결과 안전성에 문제가 없는 것으로 나타나, 식품첨가물 및 기능성 물질로서 인증받았으며, 국내에서 식품원료로 허가됨에 따라 항암 및 면역활성강화 신소재 및 건강기능식품으로 개발 및 제품출시가 이루어지고 시작하였으며, 상황버섯 관련 식품사업의 폭이 확대되고 있다. 현재 상황버섯은 천연물 의약소재, 항암제, 화장품 소재, 식품소재, 건강

보조식품, 음료 및 음용수, 식초, 김치, 장, 현미, 라면 등에 적용되고 있다. 그러나 독성 효능이 검증되지 않은 외국산 상황버섯이 건강기능식품 원료로 사용된다든지 원불 형태로 건조된 채 마치 국내산 품종인양 시중에 대거 유통되고 있어 문제가 되고 있다. 상황버섯이 항암, 면역강화기능이 있는 것으로 알려지면서 일부 업자들이 효능이 검증되지 않은 값싼 중국산, 캄보디아산 등을 대거 수입하고 있으며, 일부 유사 홈쇼핑에서 캄보디아산 원료를 쓴 상황버섯 제품이 국산으로 방송되는 등, 이에 대한 대책마련이 시급한 것으로 나타났다. 이러한 검증되지 않은 외국산 제품의 범람은 상황버섯 자체에 대한 소비자 인식을 저하시켜 시장 확대를 막는 주요 요인이 될 수 있다.

국내외 시장 현황 및 전망

대체의료 분야에서 주목받고 있는 상황버섯은 건강식품에서도 기존의 아가리쿠스 버섯에 필적할 만한 식품소재로 평가받고 있다. 2003년 일본 내에서의 상황버섯 관련 최종 식품 시장 규모는 대략 70억엔에 이르렀으며, 2006년에는 대략 110억엔에 이른 것으로 추정된다. 상황버섯은 면역력을 향상시키는 기능성으로 주목을 받으면서도 자연산 상황버섯의 양이 많지 않은 데다 인공적인 배양 및 재배가 어려워 상품화가 어려웠다. 그러던 중 한국에서 항암 작용이 있는 균주 PL2 PL5의 상황버섯 균사체를 인공배양, 열수추출액을 정제하는데 성공하여 한국정부로부터 의약품 인증을 받게 되면서 일본시장에서도 상황버섯 시장이 확대되기 시작하였다. 또한 최근에는 일본내에서도 상황버섯의 기능성에 대한 연구가 활발하게 진행되어 다양한 효능이 입증된 상황버섯 추출소재 및 최종제품의 공급량이 늘어나고 있다.

일본의 대표적인 상황버섯 공급업체인 엘·에스코퍼레이션사는 한국신약의 상황버섯을 건강식품 및 음료 용도로 일본시장에 처음으로 출시했다. 당사는 PL2주와 PL5주의 열수추출물 엑스 100% 제품 ‘메시마 퓨어’를 중심으로 상황버섯 제품 판매에 매진하고 있다. 쓰무라그룹의 니혼쇼야쿠(日本生薬)사는 천연의 중국산 상황버섯(건조체)을 판매하면서 가공 제품의 OEM (oder made)를 하고 있다. 니혼쇼야쿠사의 ‘天然메시마코부a288’은 상황버섯이 약 70% 들어 있는 고품질 상품으로 시장에서 호평을 받고 있다. 또한 상황버섯의 기능성을 밝혀내기 위해 적극적으로 연구, 세포자기사멸 (apoptosis) 유도 작용·종양세포 전이 억제 작용 등 항암 관련 데이터를 축적하고 있다. 사카이제약은 상황버섯을 100% 사용한 ‘메시마코부 100’을 판매하고 있는데 판매량이 꾸준히 늘어나고 있다. 원료는 한국과 중국에서 엄선하여 수입한 자실체를 자사 공장에서 가공한다. 다른 기능성 소재와 혼합한 상품도 개발 중이다. 스노덴사가 판매하고 있는 ‘메시마 베타’는 한국의 계약 농가에서 재배한 자실체 100%를 미세한 분말로 만들어 장에서 흡수가 잘 되도록 한 제품이다. 현재 이 회사는 상황버섯의 OEM 공급에 힘을 쏟고 있다. 메가니쿠스사에서는 한국화인코사의 상황버섯 자실체 추출물의 동결 건조 분말 ‘화인-메시마코부 Ext’와 상황버섯 균사체 분말 ‘화인-메시마코부 M’을 공급하고

있다. 그 밖에도 이와다(磐田)화학공업사에선 균사체를 배양한 상황버섯을 제조·판매하고 있다(39).

국내 시장에서 상황버섯은 농산물 형태의 유통이 주를 이루고 있지만 2003년 식품 원료로 허가 받은 후 파우치를 비롯해 타블렛, 기능성 차, 과립, 발아현미, 식초, 김치, 장, 라면 등 다양한 형태로 가공되어 출시되고 있어, 각종 성인병과 항암 치료에 효과가 있는 기능성 식품 소재로 각광을 받고 있다. 국내 상황버섯 음료시장의 경우도 2003년 상황버섯이 식품원료로 인정된 이후 벤처형 중소기업을 중심으로 상황버섯 음용수 및 음료가 개발돼 판매되고 있으며, 대형식품업체 (주)기린에서는 본격적인 음료시장의 진출을 위한 첫 작품으로 항암효과가 뛰어난 상황버섯을 함유한 고급녹차 상(桑)녹차를 출시하면서 상황버섯이 함유된 기능성 음료 시장에 진출하면서 시장이 크게 성장할 것으로 기대되고 있다.

건강기능성 식품 시장은 고령화 사회로의 진입, 생활수준의 향상과 고령화로 인한 건강지향욕구 증대, 건강식품에 대한 지식의 축적, 대체 의학 및 자가 치료의 관심증대, 식품 및 천연물에 대한 관심축적, 기능성 식품의 공급증대, 기능성 식품에 대한 각국의 법규지원추세 등으로 시장이 지속적으로 성장할 것으로 예상된다. 최근 상황버섯의 주류부분에서 시장의 성장률이 커지고 있으나, 다른 제품 개발 부분의 경우 상황버섯이 2003년 건강기능식품으로 등재된 이후 시장규모가 꾸준히 증가하여 2006년 현재 30억원 정도의 시장규모를 형성하고 있는데, 기능성 건강식품에 대한 수요증대, 상황버섯의 우수한 효능에 대한 소비자의 인식 증대 등의 요인으로 2011년에는 48.3억원 정도의 시장을 형성할 것으로 예측되고 있다(Fig. 3).

(단위 : 억원)

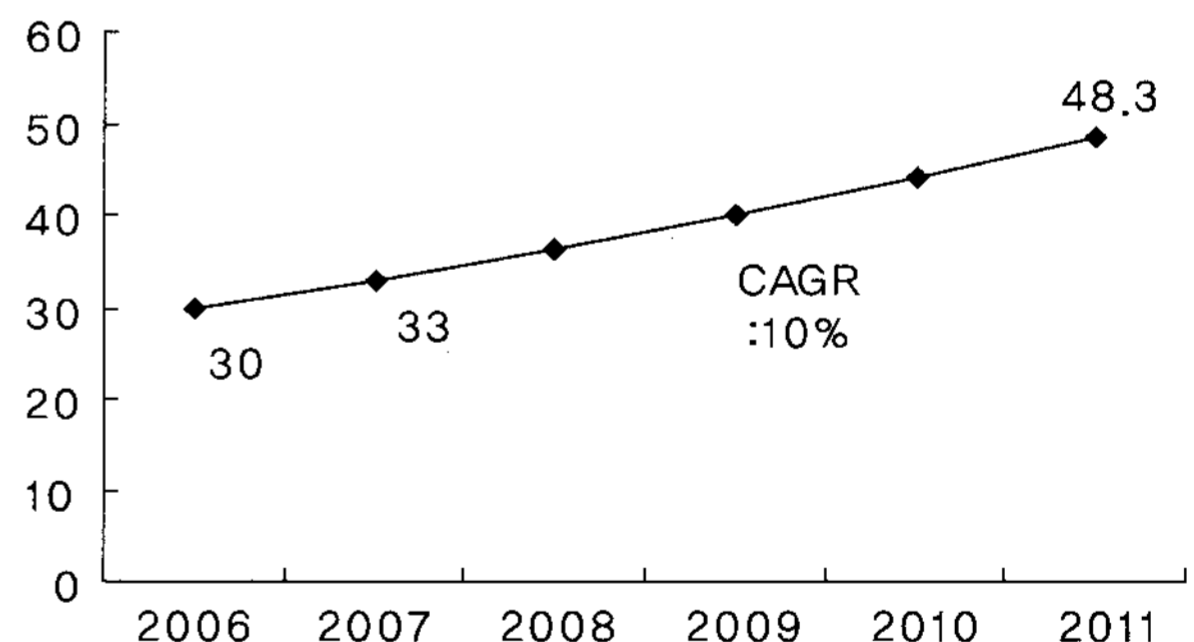


Figure 3. 상황버섯 관련 기술의 시장규모 전망 (주류제품 제외).

주류시장의 경우 2004년 효모 대신 상황버섯의 균사체로 쌀을 발효시키는 기술을 이용하여 상황버섯 발효주를 개발한 이래 지속적인 성장을 해왔다. 2004년 상황버섯 발효주의 판매액은 4억원에 불과하였으나, 2005년 아시아태평양 경제협력체 (APEC) 정상회의의 공식건배주로 선정되면서 급격한 신장을 보여 2005년 36억여원, 2006년 186억 원으로 높은 판매 성장률을 보였으며, 미국, 중국, 일본 등으로의 수출계약이 급증하는 등 해외 판매도 급증하고 있다. 상황버섯 발효주는 혈전분해기능, 콜레스테롤 저하 기능을 갖고 있어 주류에서도 건강을 지향하는 최근 추세와 맞물려 향후 높은 시장 성장세를 보일 것으로 예상된다.

상황버섯은 음료, 주류 이외에도 라면, 김치, 장류, 화장

품, 의약품 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다. 최근 대형식품업체에서는 상황버섯 균사체를 발효제로 하여 만든 빵을 출시하였는데 이와 같이 새로운 식품 분야에서 상황버섯 균사체를 활용하는 시도들이 활발히 전개되고 있어 향후 상황버섯을 이용한 기능성 식품 시장은 전망이 밝을 것으로 예상되고 있다.

사업성 평가기법의 사례

본 논문에서는 간단하면서도 실용적인 수량적 평가기법으로, 객관화 도모에 유효하기 때문에 미국 및 일본의 상무성, 대기업, 비즈니스 스쿨 등에서 널리 활용되고 있는 BMO (Bruce Merrifield-Ohe) 분석에 의해, 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 정보와 분석틀을 이용하여 상황버섯을 이용한 기능성 식품의 일부 기술 분야에 대한 사업매력도를 평가하였으며 간략하게 소개하고자 한다. 기술 분야에 대한 구체적인 사항은 관련산업체의 기밀을 유지하기 위하여 본 고에서는 언급하지 않기로 한다. 사업매력도는 6개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목마다 10점씩 총 60점 만점이다. 여기서 35점 이상을 획득하면, 그 아이템은 사업진입의 매력이 있는 것으로 판단할 수 있다(Table 3).

Table 3. BMO (Bruce Merrifield-Ohe) 분석 평가항목

ITEM의 매력도(60점) (사업진입의 매력이 있는가?)
1. 매출·이익 가능성
- 사업개시 5년후의 추정시장규모
- 이익 가능성(해당 세분류 산업의 매출액영업이익률)
2. 성장 가능성
- 시장 진입후 5년간의 추정 시장성장률
3. 경쟁상황
- 선발기업과 예상진입기업의 대응력 강도
- 상품/서비스의 수명
- 특허 및 상표에 의한 방어 가능성
4. 위험분산도
- 세분시장 또는 응용분야의 다양성
5. 업계 재구축가능성
- 혁신적 기술 또는 판매형태로 업계 재구축할 가능성
6. 특별한 사회적 상황
- 정치적, 공정거래상, 사회환경적 우대 및 수출입 마찰, 환경오염 등 사회적 마

사업매력도를 평가하는 구체적인 내용은 다음과 같다. 부문별로 매출·이익 가능성 중 매출항목을 보면, 국내 상황버섯의 관련 기술분야의 시장은 2006년 30억원 정도의 시장규모를 형성한 것으로 추정되고 있으며, 본 논문의 수요예측 결과에 의하면 2011년에는 48억원 정도가 될 것으로 전망되고 있다. 따라서 추정 시장규모는 비교적 작은 편으로 2점이 부과된다. 한편, 상황버섯의 관련기술이 속한 업종의 최근 3년간 매출액영업이익률은 11.75%로, 장기적인 관점에서 이러한 이익률 실현이 가능할 것으로 판단되어, 이익가능성은 4점이 부여된다. 따라서, 동 사업의 매

출 및 이익 가능성은 10점 만점기준으로 6점으로 분석되었다. 성장 가능성에서, 상황버섯의 관련 기술 시장은 상황버섯의 효능에 대한 소비자의 인식 증대, 웰빙열풍으로 인한 건강식품에 대한 수요 증대에 따라 크게 성장할 것으로 전망된다. 국내 기능성 식품 시장의 성장률이 최근 5년간 10% 이상의 높은 성장률을 보여 왔으며, 향후에도 10% 이상의 높은 성장률을 보일 것으로 예상되는데, 상황버섯의 관련 기술분야도 유사한 연평균 10% 정도의 높은 성장률을 나타낼 것으로 전망되고 있어 성장가능성은 5점이 부여된다. 경쟁상황은, 국내 상황버섯의 관련 기술 도입단계에 있어 시장을 장악하고 있는 업체는 없으며, 기술을 기반으로 한 벤처기업과 중소기업업체 등이 시장에 참여하고 있어 선발기업의 대응 강도는 비교적 약한 편이다. 그러나 2006년 후반 들어 대형식품업체가 상황버섯이 함유된 프리미엄 기능성 제품 출시를 통해 시장에 진출하기 시작했고, 상황버섯 관련기술의 판매업체에서도 향후 시장이 확대되면 상황버섯 발효기술을 활용한 제품이 시장에 진출할 가능성이 있다. 따라서, 상황버섯 관련 기술개발 사업에 대한 국내 시장에서의 선발 및 예상 진입기업의 대응강도는 중간정도인 것으로 판단되어 2점이 부여된다. 한편, 상황버섯의 관련 기술분야는 향후 3년 정도 지속적으로 이용되어질 가능성이 있어 2점이 더 부과된다. 이러한 평가분석에서는 특허로 보유 기술이 보호받고 있을 때 부여점수가 가산될 수 있다. 따라서, 선발기업과 예상 진입기업의 대응력 강도, 상품 및 서비스의 수명, 특허 및 상표에 의한 방어 가능성 등을 고려하여 경쟁상황은 4점이 부여된다. 위험분산도는, 상황버섯 추출물은 본 기술분야 이외에도 고추장 및 된장 등의 장류, 김치 등의 전통식품, 식초, 우유, 라면 등 가공 식품의 원료로도 활용이 가능하며, 주류, 기능성 화장품, 기능성 의약품의 주요 원료로도 활용이 가능하다. 또한 용도에 따라 음료업체, 식품업체, 주류업체, 화장품업체, 의약품업체 등 그 수요처도 다양하다. 따라서 상황버섯의 기술 및 제품의 세분시장 또는 응용분야의 다양성은 용도분야가 5개이고 수요처가 다양한 점을 고려하여 10점이 부여된다. 업계 재구축 가능성에서는 국내 상황버섯 관련 기술 분야의 시장은 도입단계로 시장을 장악하고 있는 업체는 없으며, 중소기업들이 난립하고 있는 상황이고, 상황 버섯의 높은 가격과 특유의 향으로 인해 시장 확대가 지연되어 왔다. 따라서 기존 상황버섯의 문제점을 해결한 제품이 시장에 출시될 경우 기존 업체를 재구축할 가능성이 높은 것으로 판단된다. 다만, 대형 업체가 아닐 경우 유통라인 및 마케팅 능력의 한계로 시장 확대가 제한되므로, 6점이 부여된다. 특별한 사회적 상황에서는, 상황버섯 관련 기술분야는 정치적, 공정거래상 등 특별한 사회적 상황과는 거리가 멀다. 또한 수출입마찰, 환율변동, 환경오염, 인력수급문제 등의 사회적 마찰도 없어 5점을 부여하였다.

이상의 BMO 분석 결과를 종합하면, 상황버섯을 이용한 기술개발 분야의 시장분석 결과 사업매력도는 36점으로 비교적 높은 것으로 평가된다. 부문별로의 분석 결과에 의하면 위험분산도 부문이 가장 높게 평가되었으며, 경쟁상황 부문이 낮게 평가되었다(Fig. 4).

자료 : KISTI

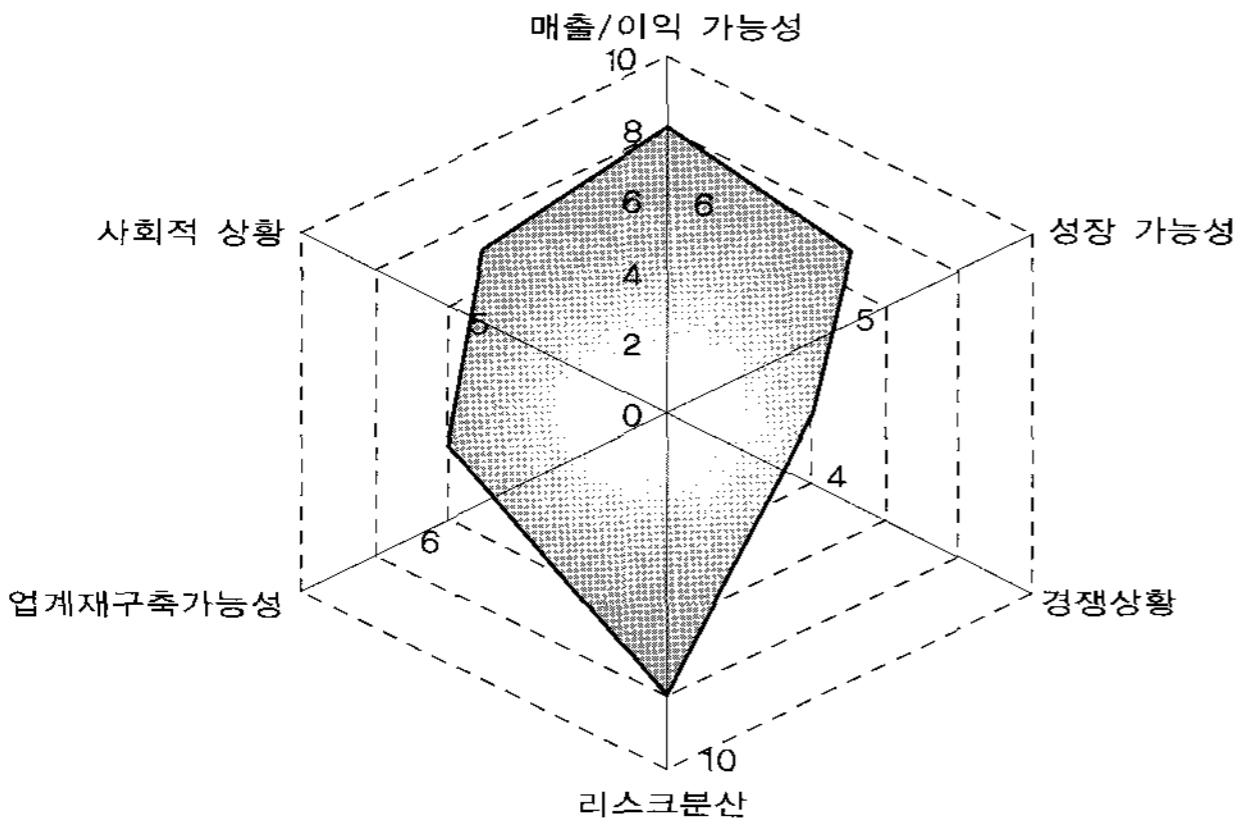


Figure 4. 상황버섯을 이용한 관련 기술 개발의 사업매력도 평가.

이와 같은 관련 기술에 대한 다각도적인 사업매력도의 평가는 상황버섯을 이용한 기능성 식품 시장에의 진출을 모색 하는데 매우 유용한 시장 정보 분석 기법으로 평가되고 있다.

요 약

담자균류의 버섯은 대부분 영양생장단계의 균사체와 포자를 형성하는 생식생장단계인 자실체로 나누어진다. 그러나 자연산 상황버섯은 자연계에서의 분포수가 극히 적어 그 자실체를 얻기 어려우며, 이러한 희귀성으로 인해 매우 고가로 거래되고 있다. 1990년대 중반 상황버섯은 균사체 배양기술과 인공재배법이 확립된 후 농가에서 대량생산되기 시작하였으며, 이에 따라 상황버섯의 유효성분을 이용한 기능성 식품 및 의약품의 개발이 활발하였다. 그러나 인공재배법에 의한 상황버섯 추출물은 자연산 추출물의 항암 및 효능면에서 차이를 나타내고 있어, 자연산 자실체와 같은 수준에서의 약효를 나타내기 위한 인공배양기술과 고농도 유효성분을 획득하기 위한 추출법이 핵심기술로 대두되었고, 인공배양된 상황버섯과 자연산의 다각도적인 약효 비교에 관한 연구가 아직까지 진행되고 있다. 따라서 상황버섯의 유효성분이 높게 함유된 저렴한 추출물이 생산될 수 있는 기반 기술들이 기능성 음료용수, 식품 및 의약품으로 개발에 중요한 핵심기술로 떠오르고 있다.

국내 상황버섯 기능성 식품의 시장은 상황버섯의 효능에 대한 인지 증대, 웰빙열풍을 의한 건강 음료에 대한 선호도 증대 등으로 인해 향후에도 10% 이상의 높은 성장률을 보일 것으로 예상된다. 현재는 중소기업들이 주로 활동하고 있어 마케팅 및 유통의 한계로 인해 시장이 크게 확대되고 있지 않으나, 사업매력도가 긍정적으로 평가되고 있어 대기업에서도 상황버섯을 이용한 기능성 식품 시장의 진출을 모색하고 있다.

REFERENCES

1. T. S. Lee (1990), The full list of recoded mushroom in Korea. *Kor. J. Mycol.* **18**, 233-259.

2. Han, S. B., Lee, C. W., Kang, J. S., Yoon, Y. D., Lee, K. H., Lee, K., Park, S. K., and H. M. Kim (2006), Acidic polysaccharide from *Phellinus linteus* inhibits melanoma cell metastasis by blocking cell adhesion and invasion. *Int. Immunopharmacol.* **6**(4), 697-702.

3. Fujii T., Maeda H., Suzuki F. and N. Ishida (1978), Isolation and characterization of a new antitumor polysaccharide, KS-2, extracted from culture mycelia of *Lentinus edodes*. *J. Antibiot. (Tokyo)* **31**(11), 1079-90.

4. Suzuki, S. and S. Ohshima (1976), Influence of shiitake (*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. *Mushroom Sci.* **9**, 463-647.

5. Hikino, H., Konno, C., Mirin, Y., and T. Hayashi (1985), Isolation and Hypoglycemic activity of Ganoderans A and B, Glycans of *Ganoderma lucidum* Fruit Bodies I. *Planta Med.* **51**(4), 339-40.

6. Cho, E. J., Hwang, H. J., Kim, S. W., Oh, J. Y., Baek, Y. M., Choi, J. W., Bae, S. H., and J. W. Yun (2007), Hypoglycemic effects of exopolysaccharides produced by mycelial cultures of two different mushrooms *Tremella fuciformis* and *Phellinus baumii* in ob/ob mice. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **75**(6), 1257-65.

7. Ikekawa, T., Nakanishi, M., Uehara, N., Chihara, G., and F. Fukuoka (1968), Antitumor action of some Basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*. *Gann.* **59**(2), 155-7.

8. Kim, G. Y., Lee, J. Y., Lee, J. O., Ryu, C. H., Choi, B. T., Jeong, Y. K., Lee, K. W., Jeong, S. C., and Y. H. Choi (2006), Partial characterization and immunostimulatory effect of a novel polysaccharide-protein complex extracted from *Phellinus linteus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **70**(5), 1218-26.

9. Ye, S. F., Hou, Z. Q., and Q. Q. Zhang (2007), Protective effects of *Phellinus linteus* extract against Iron overload-mediated oxidative stress in cultured rat hepatocytes. *Phytother. Res.* **21**(10), 948-53.

10. Hwang, E. I., Kim, J. R., Jeong, T. S., Lee, S., Rho, M. C., and S. U. Kim (2006), *Phellinsin* A from *Phellinus* sp. PL3 Exhibits Antioxidant Activities. *Planta Med.* **5**.

11. Kim, G. Y., Oh, W. K., Shin, B. C., Shin, Y. I., Park, Y. C., Ahn, S. C., Lee, J. D., Bae, Y. S., Kwak, J. Y., and Y. M. Park (2004), Proteoglycan isolated from *Phellinus linteus* inhibits tumor growth through mechanisms leading to an activation of CD11c+CD8+ DC and type I helper T cell-dominant immune state. *FEBS Lett.* **22**, 576(3), 391-400.

12. Oh, G. S., Lee, M. S., Pae, H. O., Kwon, J., Lee, S. S., Jeong, J. G., Shin, M. K., Kwon, T. O., and H. T. Chung (2006), Effects of oral administration of *Phellinus linteus* on the production of Th1- and Th2-type cytokines in mice. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* **28**(2), 281-93.

13. Kim, H. M., Han, S. B., Oh, G. T., Kim, Y. H., Hong, D. H., Hong, N. D., and I. D. Yoo (1996), Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus*. *Int. J. Immunopharmacol.* **18**(5), 295-303.

14. Kim, G., Choi, G., Lee, S., and Park, Y. (2004), Acidic polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* enhances through the up-regulation of nitric oxide and tumor necrosis factor-alpha from peritoneal macrophages. *Journal of Ethnopharmacology* **95**, 69-76.

15. Li, G., Kim, D. H., Kim, T. D., Park, B. J., Park, H. D., Park, J. I., Na, M. K., Kim, H. C., Hong, N. D., Lim, K., Hwang, B. D., and W. H. Yoon (2004), Protein-bound polysaccharide from *Phellinus linteus* induces G2/M phase arrest and apoptosis in SW480 human colon cancer cells. *Cancer Lett.* **28**, 216(2), 175-81.

16. Zhu, T., Guo, J., Collins, L., Kelly, J., Xiao, Z. J., Kim, S. H., and C. Y. Chen (2007), *Phellinus linteus* activates different pathways to induce apoptosis in prostate cancer cells. *Br. J. Cancer.* **26**, 96(4), 583-90.

17. Guo, J., Zhu, T., Collins, L., Xiao, Z. X., Kim, S. H., and C. Y. Chen (2007), Modulation of lung cancer growth arrest and apoptosis by *Phellinus Linteus*. *Mol. Carcinog.* **46**(2), 144-54.

18. Kojima, H., Tanigawa, N., Kariya, S., Komemushi, A., Shomura, Y., Sawada, S., Arai, E., and Y. Yokota (2006), A case of

- spontaneous regression of hepatocellular carcinoma with multiple lung metastases. *Radiat. Med.* **24**(2), 139-42.
19. Kim, D. H., Choi, H. J., and E. A. Bae (1998), Effect of artificially cultured *Phellinus linteus* on harmful intestinal bacterial enzymes and rat intestinal α -glucosidase. *J. Fd. Hyg Safety.* **13**, 20-23.
 20. Kim, B. C., Jeon, W. K., Hong, H. Y., Jeon, K. B., Hahn, J. H., Kim, Y. M., Numazawa, S., Yosida, T., Park, E. H., and C. J. Lim (2007), The anti-inflammatory activity of *Phellinus linteus* (Berk. & M. A. Curt.) is mediated through the PKCdelta/Nrf2/ARE signaling to up-regulation of hemeoxygenase-1. *J. Ethnopharmacol* **5**, **113**(2), 240-7.
 21. Choi, Y. H., Yan, G. H., Chai, O. H., Lim, J. M., Sung, S. Y., Zhang, X., Kim, J. H., Choi, S. H., Lee, M. S., Han, E. H., Kim, H. T., and C. H. Song (2006), Inhibition of anaphylaxis-like reaction and mast cell activation by water extract from the fruiting body of *Phellinus linteus*. *Biol Pharm Bull.* **29**(7), 1360-5.
 22. Inagaki, N., Shibata, T., Itoh, T., Suzuki, T., Tanaka, H., Nakamura, T., Akiyama, Y., Kawagishi, H., and H. Nagai (2005), Inhibition of IgE-dependent mouse triphasic cutaneous reaction by a boiling water fraction separated from mycelium of *Phellinus linteus*. *Evid. Based Complement Alternat. Med.* **2**(3), 369-74.
 23. 이연희 (2007), 발아현미상황버섯이 아토피피부염에 미치는 영향. *한국미용학회*, **13**(2), 시작쪽수 514쪽, 전체쪽수 6쪽.
 24. 오인숙, 김환규 (2006), 혈관내피세포의 발아에 미치는 상황버섯 추출물의 효과. *한국생물공학회지* **21**(4), 시작쪽수 292쪽, 전체쪽수 6쪽.
 25. Li, R. J., Qiu, S. D., Chen, H. X., Tian, H., and H. X. Wang (2007), The immunotherapeutic effects of Astragalus polysaccharide in type 1 diabetic mice. *Biol. Pharm. Bull.* **30**(3), 470-6.
 26. Kang, H. S., Choi, J. H., Cho, W. K., Park, J. C., and J. S. Choi (2004), A sphingolipid and tyrosinase inhibitors from the fruiting body of *Phellinus linteus*. *Arch. Pharm. Res.* **27**(7), 742-50.
 27. Ye, S. F., Hou, Z. Q., and Q. Q. Zhang (2007), Protective effects of *Phellinus linteus* extract against Iron overload-mediated oxidative stress in cultured rat hepatocytes. *Phytother Res.* **21**(10), 948-53.
 28. Sung, J. M., Ryu, Y. B., and D. R. Cha (1998), In *Mushrooms*, Gyohak press, Seoul p593.
 29. Zhang, M., Cui, S. W., Cheung, P. C. K., and Q. Wang (2007), Antitumor polysaccharides from mushrooms : a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor. *Trends in Food Science & Technology* **18**, Issue1, 4-19.
 30. Kim, G. Y., Park, H. S., Nam, B. H., Lee, S. J., and J. D. Lee (2003), Purification and characterization of acidic proteo-heteroglycan from the fruiting body of *Phellinus linteus* (Berk. & M.A. Curtis) *Bioresour Technol.* **89**(1), 81-7.
 31. 송치현, 문혜연, 류충현 (1997), *Phellinus linteus*의 인공재배. *한국균학회지* **25**, 130-132.
 32. 정인창, 김선희, 권용일, 김소연, 이종숙, 박신, 박경숙, 이재성 (1997), 화학합성배지 및 곡물을 이용한 *Phellinus igniarius*의 균사체 배양조건. *한국균학회지* **25**, 133-142.
 33. Lee, J. W., Baek, J. S., Bang, K. W., Kim, Y. S., Han, M. D., and I. S. Ha (1999), Characteristic of polysaccharide isolated from the fruit body and cultured mycelia of *Phellinus Linteus*. *IY001. Kor. J. Mycol.* **8**, 424-429.
 34. Song, C. H., Ra, K. S., Yang, B. K., and Y. J. Jeon (1998), Immunostimulating activity of *Phellinus linteus*. *Kor. J. Mycol.* **26**, 86-90.
 35. 식품음료신문, 일본의 건강식품시장동향, 2003.8.20.