

버섯균사체를 배양시킨 몇 종의 곡물 중 베타글루칸과 glucosamine 함량

이희덕¹ · 이가순²

¹충남농업기술원, ²충남농업기술원 금산인삼약초시험장

β -glucan and glucosamine contents in various cereals cultured with mushroom mycelia

He-Duck Lee¹ and Ka-Soon Lee²

¹Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan, 340-861, Korea

²Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Geumsan 312-804, Korea

(Accepted August 13, 2009. Accepted September 17, 2009)

ABSTRACT: Mycelia of *Pleurotus ostreatus*, *Phellinus linteus*, *Ganoderma lucidum* and *Lentinus edodes* were cultured in the selected cereals to generate functionally active cereals. The optimum water contents for the mycelial growth were 50%(wt/wt) for brown rice, barley and soybean and 75% for wheat and corn, respectively. *P. ostreatus* grew well in the most cereals while the mycelial growth of *P. linteus*, *G. lucidum* and *L. edodes* in soybean were significantly retarded. The contents of β -glucan and glucosamine in the mycelial cereals were determined. Wheat cultured with mushroom mycelia showed high β -glucan content. Especially, wheat with *G. lucidum* contained the highest value of 26.16%. Soybean cultured with *G. lucidum* showed two-fold increase in glucosamine content with 9.63% of total mass while wheat showed 7.91%. Overall, wheat cultured with *G. lucidum* was the best functional cereal in terms of β -glucan and glucosamine contents.

KEYWORDS: β -glucan, Cereals, Glucosamine, Mushroom mycelia

현대 식생활 양상의 변화로 각종 성인병 발생의 빈도가 높아지게 되고 국민소득이 향상됨에 따라 국민의 건강을 지키고자 생리활성이 높은 천연물질을 이용하고자 하는 욕구가 증대되고 있다(Kim 등, 1996, Hwang 등, 2001, Jung 등, 2002, Kim 등, 2003, Park 등, 2003, Im 등, 2004, Kim 등, 2005). 생리활성이 높은 식품군으로 여러 종류의 재료가 있겠으나 그 중 버섯은 당질, 단백질, 비타민, 무기질 및 식이섬유가 풍부히 함유되어 있고 특유의 맛과 향을 가진 것을 예로부터 특별한 음식으로 취급되어 오기도 했고 일부 버섯은 약용으로 이용되고 있는 것도 있다. 최근 약용버섯뿐만 아니라 식용버섯류에도 함유되어 있는 다당체 물질이 항암활성, 면역증강효과 및 항산화효과 등의 약리효과가 있다고 보고되는 바(Hirokazu 등, 1989, Misuno 등, 1990, Park 등, 1998, Park 등, 2004, Hong 등 2004) 버섯을 이용한 각종 가공식품에 첨가제로 이용하는 등(Park 등, 2004, Yoon 등, 2004, Kim 등, 2005, Lee 등, 2007) 건강식품 및 의약품의 소재로 많이 이용되고 있다. 또한 대부분 버섯은 생육상 배지로 톱밥과 같은 목질부를 기본적으로 사용하나 최근에는 기능성 버섯을 생산하기 위하여 기능성이

있는 약용작물이 첨가된 인공배지를 이용하기도 한다. 이상과 같이 버섯은 기능성 물질이 다량 함유되어있는 식품군으로 애용되고 있지만 늘 식용으로 이용하는 재료가 아니고 밥상의 반찬 또는 약용버섯일 경우는 약용으로 섭취해야 하기 때문에 늘 섭취하기에는 불편한 감이 있는 작물이다. 이에 따라 곡물에 버섯균사체를 접종 배양하여 버섯에서 많이 함유되어 있는 β -글루칸과 glucosamine의 함량이 버섯균사체가 배양된 곡물에 증가되는 것을 검토하였으며 이에 버섯균사체가 배양된 곡물을 혼식용 또는 가공제품용으로 개발하기위하여 본 실험을 행하였다.

재료 및 방법

공시균주

본 실험에 사용된 균주는 *Pleurotus ostreatus*(청풍느타리), *Phellinus linteus*(상황버섯), *Ganoderma lucidum*(영지1호) 및 *Lentinus edodes*(표고) 균주 4종으로 충남농업기술원 버섯연구실의 저온저장고에서 5에 보관하고 있던 균주를 사용하였으며 균주 보존용 배지로는 MYG 배지(malt extract 1.0%, yeast extract 0.4%, glucose 0.4% 및 agar 1.5%)를 첨가하여 사용하였다

*Corresponding author <E-mail: lkasn@korea.kr>

공시재료

균사체를 접종 배양시키고자 사용된 주재료는 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 대두 등 5종류로 곡물을 구입한 후 5°C에 보관하면서 버섯 종류별 균사체 배지로 사용하였다. 곡물배지 내 성분 함량분석에 사용된 β -glucan과 chitooligosaccharide의 분석을 위한 D-glucosamine표준품은 sigma사 제품을 사용하였다.

곡물배지 내 수분함량 및 수침시간에 따른 흡수량 측정

사용전 곡물배지의 수분함량은 AOAC법(1995)에 따라 105°C 건조법으로 행하였다. 또 5°C의 저온저장고에 보관해 둔 현미, 밀, 보리, 옥수수 및 콩을 버섯 균사체 별 담자균이 생장하기 적합한 수분함량으로 조절하기 위하여 두 가지 방법을 실시하였다. 첫번째 방법은 배지별로 20°C의 온도에서 5배량의 물에 수침시킨 다음 시간별(3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 및 24시간)에 따라 흡수된 수분량을 측정하였으며, 곡물 종류별 흡수량 계산은 일정시간 경과 후 곡물을 채반에서 일정시간 탈수시킨 후 곡물의 중량을 측정한 다음 수침 전 곡물의 무게를 뺀 값에다 수침 전 곡물의 무게로 나눈 값으로 하였다.

처리공정의 간편화를 위한 첨가수분량에 따른 배지상태 조사

처리공정의 간편화와 시간절약을 위하여 곡물 종류별로 1000 mL의 PP병에 100 g씩을 넣은 후, 곡물무게에 대하여 50, 75 및 100%의 수분을 첨가하여 고압살균기로 121°C의 온도에서 60분간 증숙 살균한 후 일정시간동안 방냉한 다음, 증숙된 배지의 상태를 육안으로 조사하였다.

균사체 곡물별 배양시험

곡물종류별 균사체 배양에서는 우선 준비된 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 콩 시료를 흐르는 물에 2회 세척한 후 채반에서 탈수를 한 후, 850 mL PP용기에 각각 300 g을 넣었다. 곡물에 따라 첨가되는 적정 수분량에 따라, 현미, 보리, 및 대두 배지는 곡물무게의 50%인 150 g을 첨가하였고, 밀과 옥수수는 곡물무게의 75%인 225 g의 물을 첨가한 후 병마개를 닫아서 잘 혼합한 다음, 121에서 60분간 고압멸균 하였다. 균사체별 공시 균주를 감자 한천배지에서 분주된 직경 8.5 cm petridish에서 15일간 배양하였고, 배양된 균총의 선단부분을 직경 6의 cork borer로 취하여 곡물배지종류별에 따라 접종원으로 사용하였다. 모든 배양실험은 버섯 균사체별 공시균주를 접종하여 22±1°C의 배양실에서 20일간 배양한 후 균사체를 건조기에 건조한 다음, 5°C의 냉장고에 보관하면서 시험재료로 사용하였다(Jung 등, 1996).

Crude β -glucan의 추출 및 정량

균사체가 접종된 시료 내 β -glucan을 추출하기 위하여, Wood 등(1977)과 Lee 등(1992)의 방법을 일부 변경하여 추출분리 하였다. 즉, 일정조건으로 균사체를 배양시켜 건조한 각각의 시료를 100 mesh정도의 입자가 되도록 분쇄

하였다. 분쇄한 시료를 5배량의 물을 가하여 현탁시킨 다음 실온에서 20% sodium carbonate를 이용하여 pH를 10.0으로 조정한 후 10시간 정도를 방치하여 분말 시료가 충분히 연화되도록 하였다. 이 연화된 시료액에 고온에 안정한 α -amylase를 가하여 60°C의 항온수조 내에서 2시간동안 교반하여 효소처리를 한 후 실온으로 냉각하였다. 이 액을 pH 5로 맞춘 다음 amyloglucosidase로 60°C의 항온수조에서 2시간동안 교반을 행하였다. 그 다음 효소를 불활성화시키기 위해서 pH를 4.5로 맞춘 후, 95°C의 항온수조에서 30분간 교반한 후 냉각하였다. 냉각한 추출액을 원심분리(30 min, ×8000 G)하여 상등액을 취한 후 40°C의 온도에서 감압농축하였다. 이 농축액에 4배량의 에탄올을 가하여 4시간 정도 방치한 다음 원심분리하여 침전물을 얻었다. 이 침전물을 다시 물에 용해한 후 pH를 4.5로 맞춘 다음, amyloglucosidase로 58°C에서 2시간 동안 효소를 재처리하였다. 처리 후 95°C에서 30분 동안 효소를 불활성시킨 다음 냉각하고 원심분리하여 상등액을 취한 후 에탄올로 재침전시켜 β -glucan을 추출분리하여 일정량의 물에 용해한 후 HPLC분석시료로 사용하였다.(Morita 등 1978; Åman 등 1987; Suzuiki 등 1989). HPLC분석조건은 Table 1과 같다.

Chitooligosaccharide의 정량을 위한 D-glucosamine화 및 정량

Chitooligosaccharide의 정량을 위해서 Kang 등(2000)의 방법에 따라 행하였다. 즉, 건조한 시료는 일단 속실텐 추출기를 이용하여 hexane으로 탈지과정을 거쳤으며 탈지한 시료를 풍건한 후, 10배량의 물을 가하여 추출한 후 이를 glass filter (3G3)로 여과하였다. 이 여액 10 mL에 HCl 7 mL과 H₂O 3 mL을 혼합한 액을 가한 후, 이 액 중 5 mL을 취하여 탈기 밀봉한 후 110°C에서 24시간 반응으로 chitooligosaccharide를 glucosamine으로 분해를 하였다. 분해된 시료는 60°C의 온도에서 감압 농축하여 HCl과 H₂O를 제거한 후 일정량의 물에 용해한 후 HPLC분석시료로 사용하였다. HPLC분석 조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

곡물종류별 수분함량 및 수침시간별 흡수량

사용하기 전, 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 대두 시료가 가

Table 1. Condition of HPLC for analysis of β -glucan

Column	Stainless tube (2 m × 0.2 I.D.)
Pump	Agilent 1200(USA)
Detector	FLD(Agilent 1200, USA) wavelength : exciting 300 nm, emission 500 nm
Mobile phase	25 ppm calcoflour/0.1 M glycine, pH 9.0
Flow rate	1.0 mL/min
Injection	10 μ L

Table 2. Condition of HPLC for analysis of glucosamine

Column	Bondclone 10 NH ₂ (300 × 3.9 mm, 10 μM, Phenomenex)
Column temp.	35°C
Pump	Agilent 1200(USA)
Detector	ELSD(Altech, USA), Temp. 60, N ₂ : 2.0 SLPM
Mobile phase	CH ₃ CN : H ₂ O(65 : 35)
Flow rate	0.8 mL/min
Injection	10 μL

지고 있는 초기 수분함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 현미 14.1%, 보리 12.0%, 밀 12.0%, 옥수수 11.0% 그리고 대두 9.2%의 수분함량을 보유하고 있었다. 현미, 보리 및 밀은 수분함량이 기존 판매되고 있는 것보다 수분함량이 미비하게 높은 경향이었지만, 시료 모두 저장조건에 맞는 수분함량을 가지고 있었다.

수침시간에 따른 곡물배지별 흡수량을 측정한 결과 Table 4와 같다. 수침 3시간 경과 후, 대두의 흡수량이 35%로서 초기 흡수속도가 가장 빨랐으며 그 다음으로 현미가 25%의 흡수량을 보였으며, 보리와 밀이 흡수량이 각각 17%정도로서 가장 낮았다. 또한 수침시간이 길어짐에 따라 초기 흡수량이 높았던 대두가 수침시간 9시간 후 50%의 흡수량을 보였으며 그 이후부터는 적은 양의 수분을 흡수하여 24시간 후 53%의 수분함량을 보여 대두에서 흡수량이 가장 높았음을 알 수 있었다. 현미는 수침시간이 6시간 경과 후 27%정도의 수분함량을 보인 다음, 그 이후의 시간경과에 따라서 흡수량이 거의 증가하지 않음을 보여주었다. 보리, 밀 및 옥수수는 수침시간이 경과할수록 꾸준히 증가하여 24시간 수침 시, 각각 35%, 32% 및 33%의 흡수량을 보였다. 이상의 결과를 보면 저장매체가 주로 전분인 현미, 보리, 밀 및 옥수수 등의 곡물배지류는 총탄수

Table 3. Moisture content of cereals used

Sample	Brown rice	Barley	Wheat	Corn	Soybean
Content(%)	14.1 ± 0.5 ¹⁾	12.0 ± 0.6	12.0 ± 0.6	11.0 ± 0.2	9.2 ± 0.4

¹⁾Values are mean ± SD(n = 3).

Table 4. Water absorption content of cereal according to soaking time in cold water

Sample	Soaking time (hrs)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
Brown rice	25 ± 0.6 ¹⁾	27 ± 0.5	27 ± 0.2	27 ± 0.2	27 ± 0.1	27 ± 0.1	27 ± 0.1	27 ± 0.1
Barley	17 ± 1.0	25 ± 0.7	26 ± 0.5	29 ± 0.5	30 ± 0.3	32 ± 0.1	34 ± 0.1	35 ± 0.1
Wheat	17 ± 0.6	23 ± 0.7	25 ± 0.6	27 ± 0.6	28 ± 0.4	29 ± 0.3	30 ± 0.3	32 ± 0.2
Corn	20 ± 0.2	20 ± 0.5	25 ± 0.6	32 ± 0.5	32 ± 0.1	32 ± 0.1	33 ± 0.1	33 ± 0.3
Soybean	35 ± 1.2	47 ± 0.9	50 ± 1.0	51 ± 0.8	52 ± 0.7	52 ± 0.5	53 ± 0.6	53 ± 0.5

¹⁾Values are mean±SD(n=3).

화물이 각각 약 77%, 78%, 74% 및 71%를 함유하고 있어서 흡수량이 낮음을 알 수 있었고, 대두는 탄수화물이 약 30%정도이며 단백질이 36%이상으로 단백질이 더 많이 함유하고 있어서 흡수량이 더 크고 수침 후 부피 증가가 큼을 볼 수 있었다(농촌진흥청, 2006).

첨가수분량에 따른 배지상태

곡물의 증자를 하기 위하여 수침시간을 단축함과 동시에 버섯균사체의 배양을 간편하게 할 목적으로 곡물 배지별에 따라 첨가 수분량을 각각 50%, 75% 및 100% 첨가하여 증자한 후 버섯균사체를 접종하기에 적당한 배지의 상태를 확인해 본 결과 Table 5와 같았다.

현미를 포함한 곡물배지 5종 모두 100%의 수분첨가량은 증자 후, 배지의 물성 상태를 육안으로 본 결과, 버섯균사체를 접종하기에 너무 질척한 정도의 물성을 보였다. 버섯균사체를 접종하기에 적정 수분첨가량은 현미, 보리 및 대두는 50%의 수분 첨가 시 가장 상태가 양호하였으며, 밀과 옥수수는 75%의 수분 첨가 시 가장 상태가 양호함을 알 수 있었다. 이는 탄수화물이 약 80% 정도로 가장 많이 함유되어있고 단백질 함량이 10%이하를 조성하고 있는 곡물인 현미와 보리는 50%의 수분함량이 적절하였으며, 탄수화물이 70% 정도이며 단백질 함량이 10% 이상으로 조성되어있는 곡물인 밀과 옥수수에 서는 75%의 수분첨가가 적절한 것으로 보였다. 대두는 탄수화물과 단백질이 비슷한 비율로 함유하고 있어서 첨가 수분량이 50%에서 가장 좋음을 볼 수 있었다. 단독 곡물배지를 이용할 경우, 이상과 같이 적정 첨가 수분량을 알게 되면 균사체를 접종하기 전 배지의 제조 시 수침시간을 제외하고 처리가 이루어짐으로써 배지제조가 훨씬 쉬워짐을 알 수 있었으며 대두와 같은 경우는 조성하고 있는 성분 중 단백질 함량이 높고 흡수 후 조직의 물성이 연화됨으로써 수침 시 수용성물질의 용출현상으로 영양성분의 손실을 초래하게 되는 우려가 있는데(Jung 등, 1996) 이와 같은 방법으로 행하게 되면 이를 방지할 수 있을 것으로 본다.

균사체 곡물별 배양 상태

곡물배지별에 따라 적정 수분 첨가량이 다르므로, 곡물

Table 5. Media state of ceral autoclaving-treated¹⁾ according to the amount of added water

sample	Amount of water added on sample		
	50%	75%	100%
Brown rice	+++	+	-
Barley	+++	+	-
Wheat	+	+++	-
Corn	+	+++	-
Soybean	+++	+	-

¹⁾Autoclaving condition was treated for 60 min at 121°C

+++ : good(very suitable), + : usual(suitable), - : Bad(very muddy)

Table 6. Cultural state of mushroom mycelial growth on various cereal media

Sample	P. ostreatus	P. Linteus	G. lucidum	L. edodes
Brown rice	+++	-	+	+++
Barley	+++	+++	+++	+++
Wheat	+++	+	+++	+
Corn	+++	+++	-	+++
Soybean	+++	-	+	-

+++ : good, + : usual, - : bad

배지 조제 시 첨가 수분량은 상기의 결과(Table 5)에서 가장 적정 수분함량에 따라 현미, 보리, 및 대두 배지는 곡물 무게의 50%인 150 g을, 밀과 옥수수는 원료무게의 75%인 225 g의 물을 첨가하여 증자, 살균 후 방냉한 다음, 4종의 균사체를 접종하여 22±1의 배양실에서 20일간 배양한 후 상태를 육안으로 조사한 결과 Table 6과 같았다. 균사체 배양 결과, 전체적으로 볼 때 청풍느타리버섯이 곡물배지 5종 모두 배양상태가 양호하였고, 표고버섯의 경우는 대두에서는 상태가 상당히 불량하였으며 밀에서는 상태가 좋은 편은 아닌 것으로 보였다. 상황버섯은 보리와 옥수수에서 상태가 양호하였으며, 영지버섯은 보리와 밀에서 상태가 양호하였다. 이상의 결과를 볼 때, 느타리버섯은 곡물배지의 성분조성에 커다란 영향을 받지 않는 것을 알 수 있었으며, 표고버섯과 상황버섯은 대두에서 상태가 좋지 않은 것으로 보아 배지조성 중 단백질 함량이 상대적으로 높으면 상태가 불량한 것을 알 수 있었으나 영지버섯에서는 옥수수에서 상태가 불량한 것으로 나타나 영지버섯의 배양 시 곡물배지조성에 대한 연구검토가 더 필요할 것으로 보였다. 본 실험 결과, 4종의 버섯균사체를 배양시킨 결과 대두배지가 가장 좋지 않았는데 이는 Jung 등(1996)이 백태, 메주콩, 흑태, 보리, 수수, 현미, 울무 및 밀 등 8종의 곡물을 이용하여 영지버섯의 균사체 배양한 결과, 메주콩을 비롯한 대두류의 배지에서 균사성장 속도가 가장 느렸다고 보고한 결과와 비슷한 결과를 보여주었다.

버섯균사체가 배양된 곡물배지별 β -glucan 함량

버섯균사체를 접종 배양한 후 곡물별 β -glucan의 함량을 측정한 결과 Table 7과 같다. 버섯균사체 배지로 이용되어진 곡물의 종류에 따라 함유하고 있는 β -glucan의 함량은 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 대두 각각 1.30%, 5.11%, 0.75%, 1.12% 및 1.06%으로 곡물 중 보리에서 β -glucan의 함량이 가장 높았고, 밀에서의 β -glucan함량이 가장 낮았다. 이 곡물에 4종의 버섯균사체를 접종하여 배양되어진 곡물 내에 함유되어 있는 β -glucan의 함량을 측정한 결과, 곡물 중 β -glucan함량이 가장 높은 배지인 보리는 4종의 버섯균사체를 접종 배양한 후 균사체가 배양된 보리의 β -glucan함량을 보면 영지버섯이 배양된 배지에서는 β -glucan함량이

Table 7. β -glucan content of various cereals cultured with mushroom mycelias (% dry basis)

Sample	Control	P. ostreatus	P. linteus	G. lucidum	L. edodes
Brown rice	1.30±0.26 ¹⁾	16.72±1.44	18.44±1.25	23.20±0.34	-
Barley	5.11±0.41	11.24±0.68	16.35±0.82	-	16.52±1.02
Wheat	0.75±0.17	17.52±1.23	23.08±0.67	26.16±0.12	19.08±0.88
Corn	1.12±0.20	10.08±1.07	11.72±1.00	-	12.40±1.07
Soybean	1.06±0.35	14.12±0.95	-	12.60±0.22	-

¹⁾Values are mean ± SD(n = 3).

정량되지 않았으며, 그 외 청풍느타리버섯, 상황버섯 및 표고버섯이 배양된 보리에서 각각 11.24%, 16.35% 및 16.52%가 정량되어 원료보리에 비하여 약 2~3배 정도 더 많이 정량되었다. 현미에서는 영지버섯을 접종 배양하였을 경우 23.20%로 현미에 비하여 약 30배가 증가하는 것을 볼 수 있었으나 표고버섯이 접종된 현미에서는 β -glucan이 정량되지 않았다. 본 실험 결과 중 밀을 이용하여 영지버섯을 접종 배양하였을 경우 β -glucan이 26.16%를 함유하고 있어 β -glucan이 가장 높은 함량을 보였으며 β -glucan함량이 가장 낮은 밀을 배지로 할 경우 이용되어진 버섯균사체 4종 모두 타 곡물에 비하여 월등히 β -glucan함량이 높게 나타났다. 또한 가장 배양이 불량했던 대두는 청풍느타리버섯과 영지버섯균사체에서 각각 14.12%와 12.60%의 β -glucan함량을 보였고 상황버섯과 표고버섯을 접종한 대두에서는 β -glucan이 정량되지 않았다. 또 버섯자실체에서는 대부분 β -glucan의 함량이 30%까지 함유되어있다고 보고된 바 있는데 본 연구의 결과는 10~26%정도로 좀 낮은 것은 버섯 자실체로 배양시킨 것이 아니고 균사체로만 배양하였을 뿐만이 아니라 곡물까지 포함하여 측정한 것이어서 버섯 자실체보다 낮은 함량이 나온 것으로 생각된다. 또한 원래 곡물자체에서 β -glucan 함량이 높은 보리에서 영지버섯이 접종 배양된 보리에서는 β -glucan이 정량되지 않은 것을 비롯하여 몇몇 버섯균사체에서 β -glucan이 정량되지 않은 균사체에 대해서는 더 연구해볼 필요가 있을 것으로 보인다. 따라서 버섯균사체를 접종 배양해서 기능성 곡물을 이용할 경우, β -glucan을 이용하는 차원에서는 곡물 중 밀을 이용하는 것이 가장 좋을 것으로 생각된다. 또 밀에서 배양상태는 가장 좋지는 않지만 β -glucan의 함량이 높은 것은 버섯균의 생육 시 일어나는 생리적 대사작용과도 관계가 있을 것으로 보여 더욱 검토가 요망된다.

버섯균사체가 배양된 곡물배지별 glucosamine 함량

곡물별 버섯균사체를 접종 배양한 후 곡물배지 내의 glucosamine의 함량을 측정한 결과 Table 8과 같다. 원료 곡물별 glucosamine의 함량은 현미 1.90%, 보리 4.63%, 밀 2.70%, 옥수수 2.62% 및 대두 5.56%으로 대두에서 함량이

Table 8. Glucosamine content of various cereals cultured with mushroom mycelias (% drybasis)

Sample	Control	P. ostreatus	P. linteus	G. lucidum	L. edodes
Brown rice	1.90 ± 0.15 ¹⁾	7.22 ± 0.74	5.06 ± 0.04	-	-
Barley	4.63 ± 0.07	3.53 ± 0.56	4.93 ± 0.10	8.89 ± 0.16	6.19 ± 0.07
Wheat	2.70 ± 0.82	6.41 ± 0.22	5.42 ± 0.38	7.91 ± 0.27	6.69 ± 0.15
Corn	2.62 ± 0.76	3.95 ± 0.14	3.69 ± 0.27	-	6.66 ± 0.30
Soybean	5.56 ± 0.27	6.34 ± 0.31	-	9.63 ± 0.40	-

¹⁾Values are mean ± SD(n = 3).

가장 높았다. 이들 배지에 4종의 버섯균을 접종 배양한 후 균사체가 도포된 곡물 내의 glucosamine의 함량을 측정 한 결과 영지버섯이 배양된 대두에서 9.63%로 가장 많이 함유하고 있었으며 그 다음이 영지버섯이 배양된 보리로 8.89%를 함유하고 있었다. Glucosamine의 함량의 함량에서도 청풍느타리버섯균사체에서는 5종의 곡물 모두 glucosamine을 함유하고 있는 것으로 나타났으며, 배양상태가 불량했던 상황버섯과 표고버섯균이 배양된 대두에서는 glucosamine이 정량되지 않았다. Jung 등(1996)의 보고에 의하면 영지버섯을 대두에 접종 배양하였을 경우 수분함량을 50%로 조절하였을 경우 영지버섯균사체 내의 glucosamine함량이 4.7%정도로 가장 낮게 나타났고 65%로 수분함량을 조절하였을 때 glucosamine함량이 33%로 높게 나타나 곡물배지에 균사체를 생육할 경우 수분함량이 균사체 생육에 크게 좌우한다고 한 바 등을 고려하면 곡물배지를 이용하여 균사체를 배양할 경우 배지 내 수분함량을 정확하게 처리할 필요가 있을 것으로 본다.

이상의 결과로 볼 때 glucosamine함량을 증대시킨 기능성 곡물을 제조할 경우는 보리와 밀에 영지버섯을 접종시켰을 때 가장 효과적이라고 볼 수 있을 것으로 본다.

적요

기능성 곡물 개발을 위하여 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 대두 등 5종의 곡물에 청풍느타리버섯, 상황버섯, 영지버섯 및 표고버섯 등 4종의 균을 접종 배양하여 균사체가 도포된 곡물에서 β -glucan과 glucosamine의 함량을 측정하였다. 버섯균사체를 접종하기 위한 곡물의 적정 첨가 수분량은 현미, 보리, 및 대두 배지는 곡물무게의 50%, 밀과 옥수수는 곡물무게의 75%이었을 때 각종 버섯균사체 접종 후 배양상태가 양호하였다. 또 5종의 곡물배지 모두에 배양상태가 양호한 버섯은 청풍느타리버섯균사체 이었고, 청풍느타리버섯을 제외한 상황버섯, 영지버섯 및 표고버섯은 대두를 배지로 하였을 경우 배양상태가 불량하였다. β -glucan과 glucosamine이 모든 곡물에 골고루 검출된 버섯균사체는 청풍느타리버섯이었다. 특히, β -glucan의 함량이 26.16%로 가장 높은 곡물은 영지버섯균사체가 배양된 밀로 원료대비

약 35%가 증대되었으며 그 외, 청풍느타리버섯, 상황버섯 및 표고버섯 모두 밀을 배지로 할 경우 β -glucan함량이 타 곡물버섯균사체보다 높았다. Glucosamine의 경우도 영지버섯균사체가 배양된 대두가 9.63%로 가장 함량이 높았으나 원료대비로 볼 경우 약 2배가 증가하였지만 영지버섯균사체가 배양된 밀에서는 7.91%로 원료대비 약 3배가 증가하였다. β -glucan과 glucosamine의 함량이 증대된 기능성 곡물을 제조할 경우 현미, 보리, 밀, 옥수수 및 대두 중에서 밀에 영지버섯균사체를 접종 배양하는 것이 가장 효과적이었다.

참고문헌

- Åman P. and Graham H. 1987. Analysis of total and insoluble mixed-linked(1-3), (1-4)- β -D-glucans in barley and oats *J. Agric. Food Chem.* 35:704-709.
- A.O.A.C. *Official Methods of Analysis* (16th Edn). 1995. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 69-74.
- Hirokazu K., Ryuichi I., Teturo K. and Takashi M. 1989. Fractionation and antitumor activity of the water-in-soluble residue of agaricus blazei fruiting bodies. *Carbohydr. Res.* 186:267-273.
- Hong J. H., Youn, K.S. and Choi, Y. H. 2004. Chareacteristics of crude protein-bound polysaccharide from agaricus blazei murill by extraction and precipitation condition and its antitumor effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(4):586-593.
- Hwang, T. I., Kim, S. K., Park, Y. S. and Byoun, K. E. 2001. Studies on the storage of functional red soybean curd. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30(6):1115-1119.
- Im, J. G., Park, I. K. and Kim, S. D. 2004. Quality characteristics of Tofu added with Basil Water Extracts. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 20(2):144-150.
- Jung I. C., Kim S. H., Kwon, Y. I. and Lee, J. S. 1996. Cultural condition for the mycelial growth of Ganoderma lucidum on cereals. *Korean J. Mycology* 24(1):81-88.
- Jung, J. Y. and Cho, H. J. 2002. The effect of green tea powder levels on storage characteristics of Tofu. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18(2):129-135.
- Kang, K. J. and Cho, J. I. 2000. Comparision of colorimetry and HPLC method for quantitative analysis of chitoooligosaccharide. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32(4):788-791.
- Kim, K. T., Im, J. S. and Kim, S. S. 1996. A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(5):965-969.
- Kim, D. H., Lim, M. S. and Kim, Y. O. 1996. Effect of seaweeds addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25(2):249-254.
- Kim, S. S., Park, M. K., Oh, N. S., Kim, D. C., Han, M. S. and In, M. J. 2003. Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd(Tofu) *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46(1):12-15.
- Kim, H. R., Hong, J. S., Choi, J. S., Han, G. J., Kim, T. Y., Kim, S. B. and Chun, H. K. 2005. Properties of west noodle changed by the addition of sanghwang mushroom(plellinus linteus) powder and extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*

- 37(4):579-583.
- Kim, J. and Jein, J. R. 2005. Quality characteristics of Tofu added black soybean hull powder. *Korean J. Food Culture*. 20(6):633-637.
- Lee, Y. T. 1992. β -glucans from hull-less barley : Isolation, chemical and rheological characterization and utilization as a food gum. Ph.D. dissertation, North Dakota state Unive. USA.
- Lee, K. S., Kim, H. K. and Oh, M. J. 2006. Quality Characteristics of Tofu Added with soybean cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 5(8):1038-1044.
- Misuno T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from fruiting body of agaricus blazei Murill. *Agric. Biol. Chem.* 54, 2889-2896.
- Morita, K., Hara, M. and Kada, T. 1978. Studies on natural dismutagens; screening for vegetable and fruit factors active in inactivation of mutagenic pyrolysis products from amino acid. *Agric. Biol. Chem.* 42: 1235.
- National rural living science institute, RDA. 2006. Food composition table. 7th. 20-78.
- Park, M. H., Oh, K. Y. and Lee, B. W. 1998. Anti-cancer activity of lentinus edodes and pleuroteus astreatus. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30(3):702-708.
- Park, Y. J., Man, Y. L., Jeon, B. R., Oh, N. S. and In, M. J. 2003. Effects of garlic addition on quality and storage characteristics of soybean curd(Tofu) *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46(4):329-332.
- Park, J. M., Lee, S. H., Kim, J. O., Park, H. J., Park, J. B. and Sin, J. I. 2004. In vitro and in vivo effects of extracts of lentinus edodes on tumor growth in human papillomavirus 16 oncogenes-transformed animal tumor model. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(1):141-146.
- Park, G. S. and Park, E. J. 2004. Quality characteristics of jeungpyun added paecilomyces japonica powder according to fermentation time. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 33(10):1703-1708.
- Suzuiki, I., Hashimoto, K., Oikawa, S., Sato, K., Osawa, M., and Yadomae, T. 1989. Antitumor and immunomodulating activities of a β -glucan obtained from liquid-cultured *Grifola Frondosa*. *Chem. Pharm. Bull.* 37(2):410.
- Wood, P. J., Pator, D. and Siddique, I. R. 1977. Determination of beta-glucan in oats and barley, *Cereal Chem.* 54:524-533.
- Yoon, S. J. and Lee, M. Y. 2004. Quality characteristics of sulgidduk added with concentrations of hericum erinaceus powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 20(6):575-580.