

영지버섯 유전자원의 가노데릭산 A, F, H의 함량 분석

조재한¹ · 박혜성¹ · 한재구¹ · 이강효¹ · 전창성^{2*}¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과²월간버섯 J&K 버섯연구소Comparative analysis of ganoderic acid A, F, and H contents in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp.Jae-Han Cho¹, Hye-Sung Park², Jae-Gu Han², Kang-Hyo Lee² and Chang-Sung Jhune^{2*}¹Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA Chungbuk Eumseong 369-873, Korea²J&K Institute, The Korea Mushroom Journal, Gangnam-daero 34, Seoul, Korea

ABSTRACT: This study was carried out for examining the amount of ganoderic acid A, F, H from fruiting body extracts of the various *Ganoderma* species. The preserved *Ganoderma* species are extracted by using three kinds of solvent. Among them, five strains which have the large amount of ganoderic acid A, F, H were selected. First of all, Strains with the highest amount of ganoderic acid A were sorted out according to solvent as follows. ASI 7013 has the highest amounts with 0.988 mg/g from D.W. extracts. And ASI 7023, 7059, 7026, 7060 were in order of content. In EtOH extracts, ASI 7037 has the highest amounts of ganoderic acid A with 0.940 mg/g. And ASI 7021, 7034, 7026, 7038 were in order of content. In MeOH extracts, ASI 7162 has the highest amounts with 0.833 mg/g. And ASI 7091, 7032, 7056, 7125 were in order of content. secondly, Strains with the highest amount of ganoderic acid F were sorted out according to solvent as follows. ASI 7011 has the highest amounts with 0.722 mg/g from D.W. extracts. And ASI 7113, 7011, 7104 were in order of content. In EtOH extracts, ASI 7037 has the highest amounts with 0.811 mg/g. And ASI 7007, 7027, 7012, 7014 were in order of content. In MeOH extracts, ASI 7162 has the highest amounts with 0.833 mg/g. And ASI 7021, 7034, 7026, 7125 were in order of content. Finally, Strains with the highest amount of ganoderic acid H were sorted out according to solvent as follows. ASI 7013 has the highest amounts with 0.985 mg/g in D.W. extracts. And ASI 7059, 7135, 7001, 7141 were in order of content. In EtOH extracts, ASI 7016 has the highest amounts with 2.842 mg/g. And ASI 7089, 7159, 7007, 7002 were in order of content. In MeOH extracts, ASI 7003 has the highest amounts with 6.969 mg/g. And ASI 7034, 7169, 7159, 7103 were in order of content.

KEYWORDS: *Ganoderma* spp., ganoderic acid

서론

영지버섯은 오래전부터 한국, 중국, 일본 등 동북아시아에서 약용버섯으로 취급하여 왔고, 약효 성분을 중심으로 많은 연구가 수행되었다(Kim *et al.*, 1980). 특히, 항암, 고혈압, 당뇨, 건위, 이뇨, 해열, 간염, 뇌졸중 및 심장병 등 각종 성인병에 유효한 것으로 알려져 왔다. 영지버섯을 구성하고 있는 유용성분은 고분자와 저분자로 나눌 수 있으며, 고분자성분은 주로 면역 촉진성 단백질과 항암성 다당체이고, 저분자 성분은 유기용매로 추출되는 triterpenoid류이다. 이러한 triterpenoid류 중에서 영지버섯에만 존재하는 성분이 ganoderic acid이다(Jiang *et al.*, 2008). 영지버섯에만 고유로 존재하는 것만도 무려 50종이나 되며 영지버섯의 학명을 따서 ganoderic acid,

J. Mushrooms 2015 December, 13(4):319-325
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2015.13.4.319>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author

E-mail : csjhune@naver.com

Tel : +82-2-572-7723, Fax : +82-2-529-6011

Received November 27, 2015

Revised December 7, 2015

Accepted December 23, 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. List of *Ganoderma* species used in this study

ASI No.	scientific name	Origin	ASI No.	scientific name	Origin	
7001	<i>G. lucidum</i>	Japan	7067	<i>G. oregonense</i>	USA	
7002		Korea	7068	<i>G. lucidum</i>	USA	
7003		Korea	7070	<i>G. oregonense</i>	Korea	
7004		Korea	7071		Korea	
7005		Japan	7073		Korea	
7006		Japan	7074		Korea	
7011		Japan	7075		Korea	
7012		Japan	7076		Korea	
7013		Korea	7077		Korea	
7014		Korea	7078		Korea	
7015		Japan	7079		Korea	
7016		Korea	7080		Korea	
7017		Korea	7081		Korea	
7019		Japan	7082		Korea	
7020		Korea	7083		Korea	
7021		Korea	7085		Korea	
7022		Korea	7086		Korea	
7023		Japan	7087		Korea	
7024		Japan	7088		Korea	
7025		Korea	7089		Korea	
7026		Japan	7090		Korea	
7027		Japan	7091		Korea	
7028		Korea	7092		Korea	
7029		Korea	7093		Korea	
7030		Korea	7094		Korea	
7031		USA	7095		Korea	
7032		<i>G. neo-japonicum</i>	Korea	7098		Korea
7033		<i>Ganoderma</i> sp	Papua New Guinea	7099		Korea
7034			Papua New Guinea	7100		Korea
7035			Papua New Guinea	7101		Korea
7036			Papua New Guinea	7102		Korea
7037	<i>G. lucidum</i>	Papua New Guinea	7103		Korea	
7038	<i>Ganoderma</i> sp	Papua New Guinea	7104		China	
7039	<i>G. lucidum</i>	Korea	7106	<i>G. adspersum</i>	Korea	
7040		Korea	7107		Korea	
7041		Korea	7108	<i>G. lucidum</i>	Japan	
7044		Korea	7110		USA	
7051		USA	7111	<i>G. tsugae</i>	Taiwan	
7052		USA	7112		Taiwan	
7053		USA	7113	<i>G. tropicum</i>	Taiwan	
7054		USA	7114		Taiwan	

Table 1. Continued

ASI No.	scientific name	Origin	ASI No.	scientific name	Origin
7056		USA	7116		Korea
7057		Korea	7117		Korea
7058	G. lucidum	Korea	7118		USA
7059		Korea	7121		Taiwan
7060		Korea	7123		Taiwan
7061	G. lobatis	USA	7125		Korea
7062		USA	7126		Taiwan
7063	G. oregonense	USA	7127		China
7064	G. tsugae	USA	7130	G. lucidum	Korea
7131		Korea	7161		China
7133	G. lucidum	Vietnam	7162		Bangladesh
7135		Korea	7163		Bangladesh
7137		Korea	7165		Korea
7139		Korea	7166		Korea
7140		Korea	7167		Czech
7141		Korea	7169		Brazil
7143	Ganoderma sp	Korea	7170	Ganoderma	Taiwan
7144		Korea	7171		Thailand
7146		Korea	7174	Ganoderma sp.	Korea
7151		Korea	7176	Ganoderma	Philippines
7153		Korea	7177		Japan
7154		Korea	7179	USA	Argentina
7155		Korea	7183		Netherlands
7156	G. lucidum	Korea	7190		Bangladesh
7158		Bangladesh	7194	Ganoderma	Czech
7159		Bangladesh	7195		Bangladesh
7160		Bangladesh			

licidic acid 등으로 명명됐다. 이 ganoderic acid는 라노스테롤(lanosterol)의 파생된 트리테펜(triterpene)의 일종이며, 여러 종류의 ganoderic acid가 존재하지만 ganoderic acid A와 B가 가장 많이 연구되었다(Radwan *et al.*, 2015). 이러한 성분을 갖는 영지버섯은 치매예방, 파킨슨질환 예방, 심장세포의 노화억제 등에도 사용될 뿐만 아니라 피부를 햇빛의 자외선으로부터 보호하는 작용을 가지고 있다. 또한 영지의 저분자 성분인 triterpenoid는 지방세포로 진행되는 것을 억제하는 작용이 있으므로 장기간 복용 시 비만예방, 콜레스테롤억제, 동맥경화 예방 등에도 적용할 수 있다(Liang *et al.*, 2014). 특히 전립선암과 전립선비대증에 효과도 우수한 것으로 보고되고 있다.(Kim *et al.*, 2010). 따라서 본 연구에서는 영지버섯이 갖고 있는 여러 ganoderic acid 중에서 ganoderic acid A, F, H의 함량을 비교분석함으로써 ganoderic acid A, F, H의 함량이 많은 균주를 선발한 후, 중간모본으로 활용하

고자 하며, 또한 영지버섯만의 고유하고 유용한 대사산물에 관한 연구의 기초자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시균주

본 연구에 사용된 영지버섯자실체는 Table 1과 같이 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 ASI(Agricultural Sciences Institute) 균주 중 136균주를 충북 음성에 위치한 버섯과 버섯종합재배동 원목재배사에서 재배하였다. 재배법은 영지버섯의 표준재배법에 따라 참나무 원목에 재배하여 각각의 자실체를 수확한 후에 열풍 건조하여 분쇄한 시료를 확보하였다 (Table 1).

추출용매별 분석용 시료 제조

수확한 자실체(ASI 7001~7195)를 열풍건조하여 분말화

한 각 시료 0.5 g을 10 ml의 95% 에탄올, 70% 메탄올 및 증류수 65°C에 24시간 동안 침지한 후 5000RPM으로 원심분리하여 상등액 1 ml을 감압농축 (speed-vacuum; Hanil, Modul 4080C)하였다. 감압농축된 시료는 200 µl의 3차 증류수에 용해한 후 Syringe Filters, 0.45 µm로 여과하여 분석용 시료를 제조하였다.

HPLC를 이용한 ganoderic acid A, F, H 함량 분석

ganoderic acids 분석에 이용된 HPLC의 구성은 waters 515 HPLC pump 2대, waters 717plus auto-sampler, waters column heater module, waters pump control module, empower pro software, waters 2475 fluorscene detector, empower pro software를 이용했으며, 컬럼은 waters sunfire C18 150 mm×4.6 mm of 5 µm particle size 를 이용하였다. 이동상은 Eluent A: 100% Acetonitrile,

Eluent B: 0.05% Phosporic acid를 사용하였으며, Flow rate은 1 ml/min (gradient mode)로 하였으며, Injection volume은 10 µl로 하여 분석을 수행하였다. 표준물질은 ganoderic acid standard(Sigma)를 사용하였다. ganoderic acid A, F, H를 3차 증류수로 희석하고 각 농도별 표준용액을 조제하여 HPLC 분석을 실시하고 peak area로부터 검량선을 작성하여 시료 내 성분량을 정량하였다. 희석비율은 각 표준물질 1 mg을 5배, 12.5배, 25배, 50배, 100배로 사용하였다.

결과 및 고찰

추출용매별 ganoderic acid A의 함량 분석 후 균주 선발
영지버섯 자실체 136균주를 추출용매를 달리하여 ganoderic acid 3종에 대하여 함량을 비교분석하였다. 위

Table 2. Analysis of ganoderic acid A amounts in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp. and five strains selection in high amounts of ganoderic acid A(G.A.A.)

ASI No.	7001	7002	7003	7004	7005	7007	7011	7012	7013	7014	7015	7016	7019	7020	7021	7022	7023	7024	7025	7026	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.65	0.037	0.23	0	0.115	0.108	0.161	0.256	0.988	0.129	0.286	0.11	0.146	0.431	0.195	0.25	0.987	0.095	0	0.895
	EtOH	0.072	0.216	0.207	0.198	0.28	0.44	0.537	0.706	0.144	0.524	0.709	0.191	0.344	0.304	0.921	0.008	0.737	0.001	0	0.793
	MeOH	0.045	0.047	0.186	0.038	0.032	0.06	0.03	0	0	0.061	0	0.176	0.011	0.022	0.086	0.053	0.114	0.012	0.045	0.032
ASI No.	7027	7028	7029	7030	7031	7032	7033	7034	7035	7036	7037	7038	7039	7040	7041	7044	7045	7051	7052	7053	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.119	0.012	0	0.178	0.067	0.076	0.029	0.138	0.042	0	0.136	0.332	0.353	0	0.426	0.411	0.023	0.047	0.048	0.316
	EtOH	0.873	0.028	0	0.376	0.071	0.026	0.023	0.907	0.359	0.144	0.94	0.762	0.002	0.571	0.717	0.028	0.417	0.029	0.349	0.312
	MeOH	0.029	0.074	0.711	0.473	0.014	0.765	0.494	0.266	0.485	0.36	0.06	0.259	0.172	0.431	0.059	0.422	0.169	0	0.023	0
ASI No.	7054	7056	7057	7058	7059	7060	7061	7062	7063	7064	7067	7068	7070	7071	7073	7074	7075	7076	7077	7078	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.09	0.018	0.452	0.609	0.945	0.864	0.025	0.618	0.02	0.066	0.028	0.04	0.066	0	0.083	0.056	0.012	0.065	0.01	0.038
	EtOH	0.001	0.129	0.08	0.119	0.199	0	0.023	0	0.078	0.018	0.013	0.077	0.077	0.132	0.016	0	0	0.34	0.018	0.046
	MeOH	0.179	0.754	0.018	0.438	0.695	0	0.051	0	0.057	0.015	0.676	0.685	0.055	0.04	0.065	0.642	0.676	0.102	0.017	0.356
ASI No.	7079	7080	7081	7082	7083	7085	7086	7087	7088	7089	7090	7091	7092	7093	7094	7095	7098	7099	7100	7101	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.083	0.094	0.073	0.067	0.056	0	0	0.044	0	0.01	0	0.011	0.03	0	0.033	0.211	0.102	0.062	0.034	0
	EtOH	0.043	0.152	0.179	0.451	0.132	0.056	0.029	0.344	0.208	0.253	0.129	0.075	0.023	0.042	0.102	0	0	0	0.596	0.012
	MeOH	0.027	0.61	0.145	0.636	0.011	0.057	0.058	0.117	0.175	0.356	0.115	0.829	0.015	0.015	0.05	0.017	0.024	0.162	0.443	0.282
ASI No.	7102	7103	7104	7105	7106	7107	7108	7110	7111	7112	7113	7114	7116	7117	7118	7121	7123	7125	7126	7127	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.683	0.212	0.373	0.029	0.838	0.131	0	0	0.787	0.762	0.316	0	0.048	0.768	0.043	0.564	0	0.066	0.086	0.039
	EtOH	0.206	0.055	0	0.002	0.758	0.013	0.026	0	0	0.274	0.125	0.028	0.008	0	0.148	0	0.011	0.069	0.094	0
	MeOH	0.112	0.183	0.017	0.036	0.07	0.599	0.017	0.015	0.154	0.708	0.697	0.636	0.014	0.029	0.109	0	0.02	0.734	0.049	0.089
ASI No.	7130	7131	7133	7135	7137	7139	7140	7141	7143	7144	7146	7151	7153	7154	7155	7156	7158	7159	7160	7161	
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.693	0	0	0.055	0.036	0.025	0.015	0.058	0.013	0.086	0.033	0	0.021	0.06	0.065	0.056	0.035	0.299	0.021	0.019
	EtOH	0.466	0.025	0.543	0.403	0.016	0.039	0.068	0.016	0.015	0.034	0.186	0.019	0.118	0.523	0.013	0.038	0.11	0.241	0.012	0.072
	MeOH	0.626	0.603	0.076	0.346	0.08	0.026	0.056	0.036	0.06	0.019	0.052	0.01	0.202	0.509	0.074	0.037	0.06	0.076	0.016	0.334
ASI No.	7162	7163	7165	7166	7167	7169	7170	7171	7174	7176	7177	7179	7181	7183	7190	7194	7195				
G. A. A (mg/g)	D.W.	0.059	0.07	0.1	0.36	0.027	0	0.057	0.056	0.029	0.014	0.053	0.042	0.097	0.087	0.138	0.03	0.023			
	EtOH	0.065	0.068	0.093	0.096	0.052	0.16	0.057	0.021	0.062	0.035	0.063	0.014	0.02	0.075	0.074	0.058	0.055			
	MeOH	0.833	0.037	0.058	0.062	0.115	0.41	0.034	0.031	0.033	0.02	0.042	0.013	0.05	0.054	0.074	0.023	0.057			

의 분석결과를 토대로 ganoderic acid A의 함량이 많은 것 5균주를 선별하기 위하여 추출용매별로 확인하였다. 우선 열수 추출물에서는 ASI 7013이 0.988 mg/g, ASI 7023이 0.987 mg/g, ASI 7059가 0.945 mg/g, ASI 7026이 0.895 mg/g, ASI 7060이 0.864 mg/g이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7037이 0.940 mg/g, ASI 7021이 0.921 mg/g, ASI 7034가 0.907 mg/g, ASI 7026이 0.793 mg/g, ASI 7038이 0.762 mg/g이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7162가 0.833 mg/g, ASI 7091이 0.829 mg/g, ASI 7032가 0.765 mg/g, ASI 7056이 0.754 mg/g, ASI 7125가 0.734 mg/g이었다. 열수로 추출하였을 때 주정과 메탄올로 추출한 것보다 0.1~0.2mg정도가 더 높게 나타난 걸 알 수 있었으며, ASI 7026같은 경우는 열수와 주정추출물에서 높은 함량을 보였다(Table 2). ganoderic acid A는 간암세포를 억제하는데 효과를 보인다고 알려져 있는데

(Xiangyang Yao *et al*, 2012), ganoderic acid A 함량이 높은 영지버섯 품종을 선정하여 암치료를 위한 천연물 치료제로 이용하는데 도움을 줄 것이라 사료된다.

추출용매별 ganoderic acid F의 함량 분석 후 균주 선발

Ganoderic acid F의 함량이 많은 5균주를 선발하였다. 전반적으로 Ganoderic acid A에 비해 낮은 함량을 보였다. 열수추출물에서는 ASI 7101이 0.722 mg/g, ASI 7113이 0.634 mg/g, ASI 7011이 0.208 mg/g, ASI 7104가 0.187 mg/g이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7037이 0.811 mg/g, ASI 7007이 0.636 mg/g, ASI 7027이 0.462 mg/g, ASI 7012가 0.459 mg/g, ASI 7014가 0.420 mg/g이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7154가 0.657 mg/g, ASI 7151이 0.599 mg/g, ASI 7155가 0.351 mg/g, ASI 7137이 0.248 mg/g, ASI 7139가 0.235 mg/g이었다. 대체적으로

Table 3. Analysis of ganoderic acid F amounts in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp. and five strains selection in high amounts of ganoderic acid F(G.A.F)

ASI No.	7001	7002	7003	7004	7005	7007	7011	7012	7013	7014	7015	7016	7019	7020	7021	7022	7023	7024	7025	7026	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.033	0.096	0.022	0	0.075	0.063	0.208	0.019	0.022	0.026	0.037	0.091	0.094	0.015	0.013	0.064	0.085	0.024	0	0.01
	EtOH	0.029	0.019	0.302	0.07	0.02	0.636	0.11	0.459	0.058	0.42	0.059	0.022	0.079	0.072	0.075	0.016	0.048	0.058	0	0.021
	MeOH	0.03	0.018	0.317	0.031	0.033	0.044	0.021	0.013	0	0.015	0	0.013	0.083	0.079	0.015	0.036	0.041	0.032	0.096	0.078
ASI No.	7027	7028	7029	7030	7031	7032	7033	7034	7035	7036	7037	7038	7039	7040	7041	7044	7045	7051	7052	7053	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.113	0.023	0	0.076	0.016	0.075	0.021	0.07	0.071	0	0.011	0.098	0.012	0	0.051	0.019	0.016	0.042	0.054	0.018
	EtOH	0.462	0.082	0	0.01	0.123	0.028	0.016	0.055	0.189	0.038	0.811	0.115	0.019	0.091	0.081	0.047	0.07	0.036	0.111	0.029
	MeOH	0.018	0.016	0.019	0.035	0.014	0.035	0.016	0.074	0.015	0.017	0.051	0.013	0.098	0.133	0.014	0.011	0.028	0	0.02	0
ASI No.	7054	7056	7057	7058	7059	7060	7061	7062	7063	7064	7067	7068	7070	7071	7073	7074	7075	7076	7077	7078	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.1	0.02	0.072	0.062	0.011	0.021	0.089	0.027	0.018	0.031	0.051	0.042	0.011	0	0.01	0.015	0.06	0.016	0.015	0.067
	EtOH	0.024	0.013	0.018	0.052	0.051	0	0.022	0	0.023	0.014	0.014	0.026	0.055	0.014	0.017	0	0	0.042	0.012	0.057
	MeOH	0.018	0.053	0.012	0.01	0.079	0	0.013	0	0.039	0.034	0.026	0.017	0.026	0.013	0.024	0.019	0.014	0.046	0.019	0.016
ASI No.	7079	7080	7081	7082	7083	7085	7086	7087	7088	7089	7090	7091	7092	7093	7094	7095	7098	7099	7100	7101	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.097	0.082	0.078	0.012	0.005	0	0	0.041	0	0.012	0	0.015	0.017	0	0.013	0.011	0.059	0.02	0.012	0.722
	EtOH	0.066	0.024	0.017	0.048	0.082	0.028	0.015	0.095	0.02	0.013	0.027	0.082	0.029	0.086	0.032	0	0	0	0.02	0.057
	MeOH	0.015	0.017	0.036	0.045	0.064	0.015	0.017	0.022	0.034	0.011	0.059	0.098	0.054	0.053	0.054	0.07	0.01	0.057	0.012	0.018
ASI No.	7102	7103	7104	7105	7106	7107	7108	7110	7111	7112	7113	7114	7116	7117	7118	7121	7123	7125	7126	7127	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.094	0.021	0.187	0.016	0.022	0.044	0	0	0.043	0.057	0.634	0	0.022	0.022	0.01	0.011	0	0.029	0.011	0.086
	EtOH	0.019	0.011	0	0.013	0.079	0.08	0.026	0	0	0.011	0.024	0.049	0.048	0	0.066	0	0.018	0.016	0.026	0
	MeOH	0.019	0.042	0.024	0.012	0.026	0.048	0.032	0.033	0.022	0.018	0.025	0.019	0.038	0.013	0.012	0	0.016	0.07	0.011	0.028
ASI No.	7130	7131	7133	7135	7137	7139	7140	7141	7143	7144	7146	7151	7153	7154	7155	7156	7158	7159	7160	7161	
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.038	0	0	0.012	0.026	0.088	0.011	0.072	0.011	0.026	0.01	0	0.091	0.01	0.062	0.013	0.012	0.069	0.054	0.099
	EtOH	0.044	0.082	0.016	0.013	0.019	0.02	0.016	0.038	0.026	0.026	0.014	0.031	0.014	0.016	0.013	0.015	0.021	0.014	0.018	0.048
	MeOH	0.041	0.018	0.018	0.087	0.248	0.235	0.028	0.168	0.026	0.092	0.103	0.599	0.05	0.657	0.351	0.145	0.012	0.066	0.066	0.035
ASI No.	7162	7163	7165	7166	7167	7169	7170	7171	7174	7176	7177	7179	7181	7183	7190	7194	7195				
G. A. F (mg/g)	D.W.	0.017	0.091	0.073	0.069	0.072	0	0.026	0.044	0.024	0.054	0.014	0.088	0.08	0.011	0.089	0.021	0.077			
	EtOH	0.089	0.063	0.028	0.019	0.004	0.036	0.024	0.099	0.075	0.012	0.038	0.051	0.047	0.02	0.03	0.012	0.017			
	MeOH	0.036	0.142	0.027	0.138	0.203	0.027	0.018	0.019	0.035	0.022	0.016	0.012	0.04	0.018	0.13	0.036	0.079			

Table 4. Analysis of ganoderic acid H amounts in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp. and five strains selection in high amounts of ganoderic acid H(G.A.H.)

ASI No.	7001	7002	7003	7004	7005	7007	7011	7012	7013	7014	7015	7016	7019	7020	7021	7022	7023	7024	7025	7026	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.845	0.613	0.028	0	0.107	0.067	0.15	0.048	0.985	0.12	0.287	0.103	0.082	0.529	0.186	0.055	0.122	0.063	0	0.814
	EtOH	0.027	0.812	0.778	0.18	0.044	0.851	0.405	0.266	0.545	0.197	0.266	0.715	0.128	0.114	0.352	0.121	0.277	0.094	0	0.297
	MeOH	0.097	0.041	6.969	0.077	0.012	0	0.024	0.017	0	0.229	0	0.664	0.04	0.012	0.324	0.02	0.605	0.027	0.017	0.019
ASI No.	7027	7028	7029	7030	7031	7032	7033	7034	7035	7036	7037	7038	7039	7040	7041	7044	7045	7051	7052	7053	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.11	0.029	0	0.088	0.05	0.015	0.029	0.105	0.014	0	0.033	0.059	0.057	0	0.397	0.383	0.076	0.082	0.043	0.317
	EtOH	0.325	0.104	0	0.142	0.265	0.098	0.086	0.34	0.135	0.541	0.353	0.393	0.015	0.214	0.269	0.01	0.466	0.11	0.14	0.117
	MeOH	0	0.031	0.267	0.178	0.054	0.287	0.185	1	0.182	0.135	0.227	0.111	0.647	0.151	0.022	0.158	0.633	0	0.087	0
ASI No.	7054	7056	7057	7058	7059	7060	7061	7062	7063	7064	7067	7068	7070	7071	7073	7074	7075	7076	7077	7078	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.018	0.01	0.421	0.024	0.88	0.794	0.087	0.576	0.052	0.046	0.081	0.696	0.041	0	0.086	0.052	0.413	0.059	0.055	0.337
	EtOH	0.034	0.079	0.302	0.448	0.049	0	0.086	0	0.029	0.054	0.062	0.08	0.059	0.494	0.06	0	0	0.138	0.068	0.171
	MeOH	0.671	0.374	0.068	0.164	0.261	0	0.19	0	0.022	0.021	0.254	0.257	0.021	0.149	0.05	0.241	0.254	0.384	0.033	0.133
ASI No.	7079	7080	7081	7082	7083	7085	7086	7087	7088	7089	7090	7091	7092	7093	7094	7095	7098	7099	7100	7101	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.011	0.544	0.077	0.063	0.437	0	0	0.18	0	0.093	0	0.101	0.308	0	0.103	0.194	0.256	0.082	0.686	0.254
	EtOH	0.028	0.571	0.671	0.169	0.496	0.212	0.107	0.129	0.78	0.948	0.484	0.037	0.087	0.037	0.383	0	0	0	0.224	0.043
	MeOH	0.123	0.229	0.543	0.239	0.043	0.343	0.069	0.442	0.656	0.134	0.432	0.311	0.04	0.056	0.515	0.063	0.092	0.607	0.166	0.106
ASI No.	7102	7103	7104	7105	7106	7107	7108	7110	7111	7112	7113	7114	7116	7117	7118	7121	7123	7125	7126	7127	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.636	0.253	0.348	0.013	0.781	0.122	0	0	0.734	0.71	0.278	0	0.045	0.716	0.022	0.525	0	0.021	0.123	0.045
	EtOH	0.771	0.206	0	0.093	2.842	0.066	0.097	0	0	0.103	0.468	0.105	0.029	0	0.554	0	0.04	0.026	0.353	0
	MeOH	0.419	0.688	0.066	0.013	0.026	0.225	0.066	0.057	0.633	0.266	0.262	0.238	0.035	0.107	0.408	0	0.076	0.275	0.104	0.04
ASI No.	7130	7131	7133	7135	7137	7139	7140	7141	7143	7144	7146	7151	7153	7154	7155	7156	7158	7159	7160	7161	
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.646	0	0	0.847	0.519	0.091	0.705	0.818	0.092	0.013	0.046	0	0.558	0.056	0.03	0.052	0.086	0.131	0.02	0.012
	EtOH	0.175	0.019	0.204	0.151	0.059	0.015	0.254	0.068	0.024	0.126	0.698	0.037	0.442	0.196	0.067	0.142	0.413	0.904	0.043	0.269
	MeOH	0.235	0.226	0.454	0.13	0.027	0.4	0.161	0.1	0.239	0.043	0.139	0.162	0.014	0.113	0.142	0.412	0.023	0.818	0.203	0.046
ASI No.	7162	7163	7165	7166	7167	7169	7170	7171	7174	7176	7177	7179	7181	7183	7190	7194	7195				
G. A. H (mg/g)	D.W.	0.055	0.065	0.051	0.335	0.077	0	0.016	0.015	0.019	0.125	0.011	0.06	0.067	0.094	0.775	0.08	0.114			
	EtOH	0.299	0.025	0.348	0.36	0.02	0.599	0.213	0.079	0.055	0.133	0.023	0.087	0.075	0.028	0.279	0.022	0.021			
	MeOH	0.312	0.123	0.058	0.039	0.091	0.85	0.093	0.105	0.064	0.018	0.11	0.085	0.057	0.106	0.153	0.081	0.18			

ganoderic acid A보다는 낮은 함량을 보였다(Table 3). 이 성분을 활용한 기능성 품종 육성이나 제품개발에 활용하기는 어려울 것으로 보인다.

추출용매별 ganoderic acid H의 함량 분석 후 균주 선발

Ganoderic acid H의 함량이 많은 5균주를 선발하였다. 열수추출물에서는 ASI 7013이 0.985 mg/g, ASI 7059가 0.880 mg/g, ASI 7135가 0.847 mg/g, ASI 7001이 0.845 mg/g, ASI 7141이 0.818 mg/g이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7106이 2.842 mg/g, ASI 7089이 0.948 mg/g, ASI 7159가 0.904 mg/g, ASI 7007가 0.851 mg/g, ASI 7002가 0.812 mg/g이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7003가 6.969 mg/g, ASI 7034이 1.000 mg/g, ASI 7169가 0.850 mg/g, ASI 7159이 0.818 mg/g, ASI 7103이 0.688 mg/g이었다(Table 4).

추출방법별 ganoderic acid 함량 비교

추출된 Ganoderic acid A, F, H 총량을 기준으로 추출방법을 비교한 결과, 균주에 따라서 가노데릭산의 최적 추출방법이 다른 것으로 확인되었다. 열수추출에 의한 가노데릭산의 추출함량이 높은 균주는 ASI 7013, ASI 7059, ASI 7026 등 이었으며, 에탄올에 의한 추출함량이 높은 균주는 ASI 7106, ASI 7037, ASI 7007, ASI 7027 등 이었으며, ASI 7106은 열수추출에 의해서도 높은 함량을 보였다. 메탄올에 의해 추출이 잘되는 균주는 ASI 7003, ASI 7034, ASI 7091, ASI 7169 등 이었으며, ASI 7003, ASI 7034는 에탄올 추출에서도 비교적 높은 함량을 보였다.

적 요

영지버섯의 유효성분 중, 특히적으로 영지버섯에서 검

출되는 저분자 성분이며, 다양한 효능을 보이는 ganoderic acid의 함량을 분석하였다. 보유중인 영지균주를 열수, 주정, 메탄올의 용매로 추출하였고, 추출용매별 ganoderic acid A, F, H의 성분이 많은 것을 선정하였다. 추출용매별로 ganoderic acid A의 함량이 많은 5균주는 다음과 같다. 우선 열수 추출물에서는 ASI 7013이 0.988 mg/g으로 가장 높았고 다음으로, ASI 7023, 7059, 7026, 7060순이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7037이 0.940 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7021, 7034, 7026, 7038순이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7162가 0.833 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7091, 7032, 7056, 7125순이었다. 다음으로 ganoderic acid F의 함량이 많은 5균주는 다음과 같다. 열수 추출물에서는 ASI 7101이 0.722 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7113, 7011, 7104순이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7037이 0.811 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7007, 7027, 7012, 7014순이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7154가 0.657 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7151, 7155, 7137, 7139순이었다. 마지막으로 ganoderic acid H의 함량이 많은 5균주는 다음과 같다. 열수 추출물에서는 ASI 7013이 0.985 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7059, 7135, 7001, 7141순이었다. 주정 추출물에서는 ASI 7106이 2.842 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7089, 7159, 7007, 7002순이었다. 메탄올 추출물에서는 ASI 7003이 6.969 mg/g으로 가장 높았고, ASI 7034, 7169, 7159, 7103순이었다. 이렇게 추출용매별로 ganoderic acid 함량의 차이는 추출용매의 극성에 따른 용해도의 차이로 생각되어지며, 향후 더 깊은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 말씀

이 연구는 농촌진흥청 기관고유연구사업인 ‘약용버섯의 특성 및 기능성평가’ 과제에서 시행한 연구결과입니다. (과제번호 : PJ008523)

References

Batra P, Sharma AK, Khajuria R. 2013. Probing *Lingzhi* or *Reishi* medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* higher Basidiomycetes): a bitter mushroom with amazing health benefits. *Int J Med Mushrooms*. 15(2): 127-43.

Jiang J, Grieb B, Thyagarajan A, et al. 2008. Ganoderic acids suppress growth and invasive behavior of breast cancer cells by modulating AP-1 and NF-kappaB signaling. *Int J Mol Med*. 21(5): 577-84.

Liang Z, Yi Y, Guo Y, et al. 2014. Chemical characterization and antitumor activities of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum*. *Int J Mol Sci*. 15(5): 9103-16.

Li F, Zhang Y, Zhong Z. 2011. Antihyperglycemic effect of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on streptozotocin-induced diabetic mice. *Int J Mol Sci*. 12(9): 6135-45.

Loganathan J, Jiang J, Smith A, et al. 2014. The mushroom *Ganoderma lucidum* suppresses breast-to-lung cancer metastasis through the inhibition of pro-invasive genes. *Int J Oncol*. 44(6): 2009-15.

Oliveira M, Reis FS, Sousa D, et al. 2014. A methanolic extract of *Ganoderma lucidum* fruiting body inhibits the growth of a gastric cancer cell line and affects cellular autophagy and cell cycle. *Food Funct*. 5(7): 1389-94.

Radwan FF, Hossain A, God JM, et al. 2015. Reduction of myeloid-derived suppressor cells and lymphoma growth by a natural triterpenoid. *J Cell Biochem*. 116(1): 102-14.

Shen J, Park HS, Xia YM, et al. 2014. The polysaccharides from fermented *Ganoderma lucidum* mycelia induced miRNAs regulation in suppressed HepG2 cells. *Carbohydr Polym*. 103: 319-24.

Xiangyang Yao, Guilan Li, Hui Xu, Chaotian Lu. 2012. Inhibition of the JAK-STAT3 signaling pathway by ganoderic acid A enhances chemosensitivity of HepG2 cells to cisplatin. *Planta Med*. 78(16): 1740-1748.

Xiao C, Wu QP, Cai W, et al. 2012. Hypoglycemic effects of *Ganoderma lucidum* polysaccharides in type 2 diabetic mice. *Arch Pharm Res*. 35(10): 1793-801.

Xu Z, Chen X, Zhong Z, et al. 2011. *Ganoderma lucidum* polysaccharides: Immunomodulation and potential anti-tumor activities. *Am J Chin Med*. 39(1): 15-27.

Yao X, Li G, Xu H, et al. 2012. Inhibition of the JAK-STAT3 signaling pathway by ganoderic acid a enhances chemosensitivity of HepG2 cells to cisplatin. *Planta Med*. 78(16): 1740-8.