



Монгол орны гурван зүйл мөөгний полисахаридын судалгааны дүн

Ш.Наранмандах^{1*}, В.В.Головченко², О.А.Патова², Т.Дэгиймаа¹, Ш.Сонинхүү³

¹МУИС, Шинжлэх ухааны сургууль, Байгалийн ухааны сургууль, Улаанбаатар 14201, Монгол улс

²Оросын шинжлэх ухааны академи, Коми Физиологийн хүрээлэн, Сыктывкар 167982, Оросын холбооны улс

³МХЕГ, Хүнсний аюулгүй байдлын үндэсний лавлагаа лаборатори, Улаанбаатар 17043, Монгол улс

*E-mail: smandakh@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 10.10.2018

Хяналтанд: 13.10.2018

Хэвлэлтэнд авсан: 28.10.2018

Хураангуй: Монгол оронд ургадаг агил мөөг *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), туруудай мөөг *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) ба чага мөөг *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) гэсэн гурван зүйлийн эмийн мөөгний полисахаридын найрлагыг судлав. Мөөгийг шат дараалан хандлах аргаар мөөг тус бүрээс 4 төрлийн полисахарид (усанд хандлагддаг: HWE₅₀ ба HWE₁₀₀; хүйтэн шүлтэнд хандлагддаг СА; халуун шүлтэнд хандлагддаг НА)-ыг ялган авав. Усанд хандлагддаг полисахаридуудын гарц агил *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), туруудай *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) ба чага *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) мөөг бүрт тус тус 3.68%, 8.82% ба 12.84% байв. Харин шүлтэнд хандлагддаг полисахаридын гарц нь усанд хандлагддаг полисахаридтай харьцуулахад их буюу тус тус 18.64%, 68.03% ба 28.75% байв. Бүх полисахаридын хувьд үндсэн мономер нь глюкоз ба түүний агууламж 30%-100%-д хүрч байв. Иймд тэдгээр нь глюкозан полисахаридууд болно. Мөн усанд хандлагддаг полисахаридуудын найрлаганд фукоз (12% хүртэл), манноз (18% хүртэл) галактоз (30% хүртэл) агуулагдаж байв. Усаар хандлагддаг глюкозанууд нь бага дундаж молекул масстай (Mw 100–150кДа) байсан бол натрийн гидроксидоор хандлагддаг глюкозануудын молекул масс 300–750кДа харьцангуй их байв. Бүх глюкозан нь гетероген чанартай байна. ЦСР-ын аргын дүнд ялган авсан полисахаридууд ойролцоо бүтэцтэй салбарласан хэлхээтэй [бета]-глюкозанууд болох нь батлагдав.

Түлхүүр үгс: агил, туруудай, чага, полисахаридын бүтэц, дундаж молекулын масс

ОРШИЛ

Мөөгний полисахаридууд хавдрын эсрэг идэвхтэй болох нь тогтоогоод байна. Полисахаридын хавдрын эсрэг үйлчлэл нь цитокинууд хавдрын эсийг таньж илрүүлснээр лимфоцит олширч, Т-эс, макрофагийн хариу урвалыг хүчтэй болгогчийн үр дүн юм [1,2]. Полисахаридууд эсийн колони үүсэлтийг дэмжигч хүчин зүйл ба “эзэн” биеийн хамгаалах механизмыг хариуцдаг дархлааны эсийн өсөлт, хуваагдал, олшролт ИЛ-1 ба ИЛ-3-ыг мэдэгдэхүйцээр ихсэхийг дэмждэг [3]. Хятадын уламжлалт анагаах ухаанд өргөн хэрэглэгддэг кордицепс *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. мөөгний полисахарид нь дархлааны тогтолцоог засаж, хавдрын эсрэг болон исэлдэлтийн эсрэг идэвхтэйг тогтоосон байна [4]. Тэдгээрийн ихэнх нь 1,3- ба 1,6- холбоогоор холбогдсон [бета]-глюкозан юм. Ийнхүү мөөгний полисахаридыг судлах нь сонирхол ихээр татаж байна. Монгол оронд ургадаг мөөгний полисахаридын судалгаа бага хийгдсэн. Энэхүү өгүүлэлд монгол оронд ургадаг, уламжлалт эмчилгээнд хэрэглэгддэг гурван зүйлийн мөөгний полисахаридын судалгааны дүнг эмхэтгэв.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Судалгааны материал: Судалгааны дээж болох агил

мөөг *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), туруудай мөөг *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) ба чага мөөг *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.)-ийг 2016 оны 8-р сард Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутгаас бэлтгэж, нимгэн зүсч сэрүүн, агааржуулалт сайтай нөхцөлд дэлгэн хатааж судалгаанд хэрэглэв. Эдгээр мөөгний ангилал зүйн тодорхойлолтыг ШУА, Ерөнхий болон сорилын биологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан асан шинжлэх ухааны доктор профессор Ч.Санчир хийсэн болно

Мөөгний полисахаридыг ялгах арга зүй: Мөөгнөөс полисахаридыг ялгахдаа Зураг 1-д үзүүлсний дагуу агаарын хуурай дээжийг эхлээд этилийн спиртээр боловсруулсны дараагаар усаар 50°C-т 4 цаг болон 100°C-т 4 цаг, 5%-ийн натрийн гидроксидын уусмалаар 4°C-т 24 цаг, эцэст нь 5%-ийн натрийн гидроксидын уусмалаар 80°C-т 6 цаг тус тус хандлав. Ялгасан полисахаридыг цэвэршүүлэхэд тунадасжуулах, уураггүйжүүлэх [5], диализ явуулах, баганан хроматографийн аргуудыг хэрэглэв.

Нийлбэр уроны хүчлийн хэмжээг тодорхойлох: Нийлбэр уроны хүчлийн хэмжээг H₂SO₄-ийн орчинд 3,5-диметилфенолын урвалаар, стандарт галактуроны хүчлийн жиших муруй, фотоэлектроколориметр (ФЭК) багаж ашиглан

долгионы уртын 400нм ба 450нм утганд тус тус хэмжилт хийж тодорхойлов [6].

Уургийн агууламжийг тодорхойлох: Уургийн агууламжийг Лоурийн аргаар [7] үхрийн ийлдэсний альбумины жиших муруйг ашиглан ФЭК багаж дээр долгионы уртын 750нм утганд хэмжилт хийж тодорхойлов.

Дундаж молекул массыг тодорхойлох: Полисахаридын дундаж молекул масс ба полидисперсийн зэргийг ОХУ-ын ШУА-ийн Уралын салбарын Коми ШУ-ны төвийн Физиологийн хүрээлэнд Өндөр мэдрэмжтэй шингэний хроматограф-(ӨМШХ)-ийн аргаар тодорхойлов. Дээж (3 мг)-ийг 1 мл 0.15 М NaCl-ийн уусмалд уусгаж, металл шүүлтүүрээр шүүсний дараагаар Японы Shimadzu маркийн ӨМШХ-ийн багаж дээр хэмжилт хийв [8].

Шинжилгээг явуулсан хроматографийн систем, нөхцөл: Японы «Shimadzu» компанийн насос LC-20AD, дегазатор DGU-20A₃, рефрактометр RID-10A, термостат CTO-10AS, багана Shodex OHpak SB-804 HQ (8.0 мм Ч 30 см), урьдач багана Shodex GS-26 7B (7.6 мм Ч 5 см). 0.15 М NaCl-ийн уусмалаар 40°C-ийн үед 0.4 мл/мин хурдтайгаар элюацална. Колонкийг калибровка хийхэд 1.3, 6, 12, 22, 50, 110, 200, 400, 800 кДа молекулын масстай пуллулануудын стандарт дээж (Sigma, USA) уусмалуудыг ашиглав. Дундаж молекул масс (Mw), дундаж тоон молекул масс (Mn), баригдах хугацаа, пикийн талбайг тооцоолж олох, талбай ба өндрөөр концентрацийг олох, дүнгийн боловсруулалт хийх, молекул массын тархалтын тахирмаг байгуулах зэрэг ажилбаруудыг «LCsolution» программын ашиглан хийж гүйцэтгэв.

Моносахаридын бүрдлийг тогтоох: Моносахаридын бүрдлийг тогтоохын тулд эхлээд ялган авсан полисахаридын бүлэглэл тус бүрийг диэтиламино-этилцеллюлозоор (ДЭАЭ-целлюлоз) дүүргэсэн ион-солилцооны баганыг ашиглаж, натрийн хлоридын элюантын уусмалыг 0.1-0.3М болтол концентрацийг өсгөх маягаар хроматографийн аргаар цэвэршүүлэх ажлыг бид өөрсдийн МУИС-ийн ШУС-ийн Биоорганик химийн лабораторит гүйцэтгэсэн. Ингэж баганаар цэвэршүүлсэн дээжийн моносахаридын бүрдлийг ОХУ-ын Коми ШУ-ны төвийн Физиологийн хүрээлэнгийн Varian 450 GC маркийн Хий-шингэний хроматографийн багажаар тодорхойлов. Хий-шингэний хроматографийн багажид дээжийг оруулахын өмнө дээжийг дараах үе 4 үе шатаар бэлтгэв. Үүнд:

1. Полисахаридыг гидролизод оруулах
2. Ангижруулах
3. Метилжүүлэх
4. Ацетилжуулах

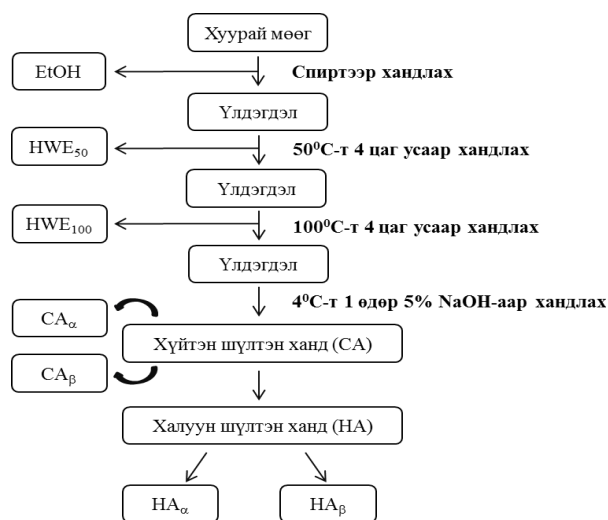
Дээрх 4 шатаар бэлтгэсэн дээжийг хий-шингэний

хроматографийн багажид оруулж, дээжийн хроматограммыг гаргаж авах ба дээжийн мономер бүрдлийн найрлагыг олохдоо илэрсэн сахар тус бүрийн пикийн талбайг стандарт сахаруудынхтай харьцуулан тооцож олно [9].

Полисахаридын бүтцийг судлах: Полисахаридын бүтцийг судлахын тулд Смитийн задлах, метилжүүлэх болон орчин үеийн хроматографийн болон аналитик спектрийн аргууд болох Цөмийн соронзон резонансын спектроскопи (ЦСР), хромато-масс-спектрометрийг хослуулан хэрэглэв [10].

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгаанд монгол оронд ургадаг хар модны агил мөөг *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), хар модны туруу *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) болон хусны онгол *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) гэсэн 3 зүйлийн мөөгийг сонгон хэрэглэв. Бид гадаадын эрдэмтдийн, мөөгнөөс полисахаридыг ялгахдаа хэрэглэсэн арга зүйд тулгуурлан полисахарид ялгах арга зүйгээ боловсруулав. Үүнд: Японы Канауата нарын эрдэмтэд (1986), Kiho нарын эрдэмтэд (1993), Ohno нарын эрдэмтэд (2001) мөөгнөөс хавдрын идэвхтэй полисахаридыг ялган авахдаа эхлээд халуун усаар, дараа нь шүлтийн 1Н-ийн болон 5%-ийн уусмалыг хэрэглэж байсанд үндэслэн бид мөөгнөөс полисахаридыг халуун усаар, 5%-ийн натрийн шүлтийн уусмалаар хүйтэн нөхцөлд (4°C), эцэст нь 5%-ийн натрийн шүлтийн уусмалаар халуун нөхцөлд (80°C) шат дараалан хандлах маягаар Зураг 1-д үзүүлсэн аргачлалын дагуу 4 төрлийн полисахаридын бүлэглэлийг ялган авав. Судалгаанд авсан 3 зүйл мөөгөн дэх полисахаридын гарцыг хүснэгт 1-т нэгтгэв. Хандлалтын дүнд мөөгнөөс усаар хандлан авсан полисахаридын гарц бага буюу 3.68-12,84% байв. Харин шүлтэнд хандлагдах полисахаридын гарц үүнтэй харьцуулахад их байна.



Зураг 1. Мөөгнөөс полисахарид ялгах дараалал

Хүснэгт 1. *Fomitopsis officinalis*, *Inonotus obliquus*, *Laetiporus sulphureus* мөөгний полисахаридын гарц (агаарын хуурай жинд)

Мөөгний нэр	Этанолын ханд, %	HWE ₅₀ , %	HWE ₁₀₀ , %	СА, %		НА, %		Хандлагдах полисахарид, %
				СА _α	СА _β	НА _α	НА _β	
<i>F.officinalis</i>	60.61	2.16	1.52	4.24	2.84	10.39	1.21	22.32
<i>L.sulphureus</i>	6.51	6,39	2,43	8.00	3.77	10.21	1.05	51.85
<i>I.obliquus</i>	20.61	3.77	9.07	12.50		16.25		41.59

Тайлбар: HWE₅₀ – 50⁰С-ийн үед халуун усанд хандлагддаг полисахарид, HWE₁₀₀ – 100⁰С-ийн үед халуун усанд хандлагддаг полисахарид, СА – хүйтэн шүлтэнд хандлагддаг полисахарид, НА – халуун шүлтэнд хандлагддаг полисахарид, α – α глюкоан, β – β глюкоан

Тухайлбал, *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.) болон *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) мөөгний халуун шүлтэнд хандлагддаг полисахаридын гарц харгалзан 11.60% ба 16.25% байна. Үүнээс үзэхэд мөөгний полисахарид нь шүлтэнд илүү их хандлагддаг байна. Ялган авсан полисахаридуудын бүлэглэл дэх уургийн хольцыг зайлуулахын тулд Chen нарын эрдэмтдийн (2012) боловсруулсан цуу хүчлийн хар тугалгын ханасан уусмалаар тунадасжуулах аргыг хэрэглэв. Мөн шүлтэнд хандлагдсан хүчиллэг полисахаридын α-глюкан болон β-глюканыг ялгахын тулд Музино нарын (1996) 36%-ийн цууны хүчлээр саармагжуулах аргыг хэрэглэж ялгав. Ялгасан полисахаридуудыг будагч бодисоос цэвэршүүлж өнгөгүйжүүлэхийн тулд Урванцева нарын (2004) аргыг хэрэглэсэн болно. Ялгасан полисахаридуудын үндсэн найрлагыг тогтоох зорилгоор тэдгээрийн найрлага дахь уураг, нүүрс-ус болон уроны хүчлийн агууламжийг тус тус тодорхойлов. Судалгааны үр дүнг Хүснэгт 2-т нэгтгэв.

Судалгааны дүнд *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) болон *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) мөөгний усанд хандлагддаг полисахарид дахь уургийн агууламж бага (тус тус 0.0%, 3.2%, 5.0%) ба нүүрс-усны агууламж их (тус тус 94.69%, 72.34%, 89.1%) байгааг тогтоов. Мөн натрийн гидроксидод хандлагддаг полисахаридын бүлэглэлүүдэд нүүрс-усны агууламж их (тус тус 89.9%, 74.4%, 85.5%) байна. Энэ нь бид мөөгнөөс полисахаридыг нилээд өндөр цэвэршилттэй ялган авсныг харуулж байна.

Харин натрийн гидроксидод хандлагддаг полисахаридын

бүлэглэлүүдэд уургийн хольц тодорхой хэмжээгээр агуулагдаж байсан. Тэдгээрийн агууламж нь 9%-д хүрч байв

Бид моносахаридын бүрдлийг тодорхойлох судалгаагаар хар модны агил мөөг *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), хар модны туруу *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) мөөгнөөс ялгасан полисахаридын бүлэглэлүүдийн моносахаридын найрлагыг нарийвчлан тогтоолоо. Моносахаридын бүрдлийг тогтоохын тулд эхлээд ялган авсан полисаполисахаридын бүлэглэл тус бүрийг диетиламиноэтилцеллюлозоор (ДЭАЭ-целлюлоз) дүүргэсэн ион-солилцооны баганыг ашиглан цэвэршүүлсэн ба дээжийн моносахаридын бүрдлийг ОХУ-ын Коми ШУ-ны төвийн Физиологийн хүрээлэнгийн Varian 450 GC маркийн Хий-шингэний хроматографийн багажаар тодорхойлов. Жишээ болгож FoHWE₅₀ полисахаридын хроматограмм болон хроматограмм дахь пикийн талбайг хэрхэн олсныг Зураг 2-т харууллаа. Моносахаридын бүрдлийг судалсан судалгааны дүнг Хүснэгт 3-т харуулав. Судалгааны дүнд бүх полисахаридын нүүрс-усны хэлхээний бүтцийн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг нь глюкозын үлдэгдэл бөгөөд тэдгээр нь 30-100% агууламжтай байна. Энэ нь глюкоан полисахарид болохыг баталж байна.

Усаар хандлагддаг полисахаридууд нь нилээд хэмжээний манноз (18% хүртэл), галактоз (30% хүртэл) агуулж байв. Ялган авч цэвэршүүлсэн полисахаридуудын молекулын массыг ОХУ-ын ШУА-ийн Уралын салбарын Коми ШУ-ны төвийн Физиологийн хүрээлэнд өндөр мэдрэмжит шингэний

Хүснэгт 2. Ялгасан полисахаридуудын уураг, уроны хүчил, нүүрс-усны агууламж

Полисахаридууд	<i>Fomitopsis officinalis</i>			<i>Laetiporus sulphureus</i>			<i>Inonotus obliquus</i>	
	Уураг, %	Уроны хүчил, %	Нүүрс-ус, %	Уураг, %	Уроны хүчил, %	Нүүрс-ус, %	Уураг, %	Нүүрс-ус, %
HWE ₅₀	0.000	12.917	90.089	2.289	11.700	16.460	5.060	89.100
HWE ₁₀₀	0.000	5.378	94.690	4.049	16.490	72.342	5.040	82.670
СА _α	2.351	10.783	92.219	0.000	15.915	90.750	5.160	83.450
СА _β	5.951	2.603	89.028	9.112	7.368	74.454		
НА _α	4.089	10.236	54.107	2.121	13.698	63.090	6.080	85.550
НА _β	8.076	11.775	79.659	0.483	8.626	79.810		

Хүснэгт 3. Мөөгнөөс ялгасан полисахаридуудын моносахаридын бүрдэл

	Арабиноз, %	Ксилоз, %	Манноз, %	Глюкоз, %	Галактоз, %	Нийт
FoHWE ₅₀	12.48	1.93	17.88	25.89	22.94	81.12
FoHWE ₁₀₀	1.99	0.24	6.053	60.03	5.87	74.19
FoCA α	0.73	0.94	0.91	57.77	0.62	60.97
FoCA β	0.74	0.92	0.93	103.8	1.01	108.1
FoHA α	0.42	1.58	2.81	56.82	-	61.63
FoHA β	2.78	3.18	9.76	57.47	1.49	74.68
LsHWE ₅₀	12.51	-	0.287	21.16	30.27	64.24
LsHWE ₁₀₀	10.03	0.12	17.32	2.06	22.4	51.98
LsCA α	0.55	1.78	2.03	55.53	0.32	60.23
LsCA β	1.01	0.58	2.44	39.76	2.37	46.18
LsHA α	1.31	0.79	2.02	47.20	2.27	53.59
LsHA β	1.53	0.45	2.96	63.49	3.11	71.54

хроматографийн (ӨМШХ) аргаар тодорхойлов. Полисахаридын молекулын массыг олохын тулд ӨМШХ-ийг ашиглан судалж буй дээжүүдийн үүсгэсэн пикийн талбайг бодож олов. Дээжүүдийн хроматограммд тулгуурлан полисахаридуудын молекулын массыг тооцоолж олсон үр дүнг Хүснэгт 4-т нэгтгэн үзүүлэв. Молекул массыг тодорхойлсон судалгааны дүнд усаар хандлагддаг глюкоанууд нь бага молекул масстай (Mw 100–150кДа) байсан бол

Хүснэгт 4. Полисахаридуудын молекулын масс ба полидисперс чанар

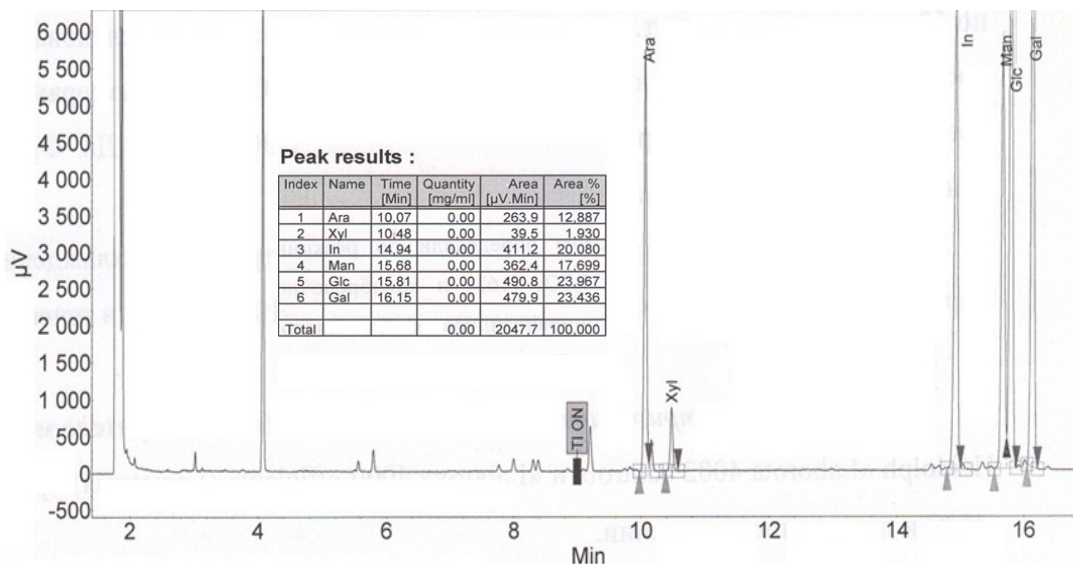
	Mn	Mw	Mw/Mn
FoHWE ₅₀	11151	151688	13.60287
FoHA β	27868	722733	25.93386
FoCA α NaOH	24434	554470	22.69233
FoCA β NaOH	49021	482952	9.85199
FoCA β H ₂ O	1444	1596	1.10556
FoCA β 0.1	13252	432228	32.61531
LsHA α	3147	99289	31.54585
LsHA β	8058	259366	32.18863

шүлтийн уусмалаар хандлагддаг глюкоануудын молекул масс түүнээс их буюу 300–750кДа болохыг тодорхойлов. Бүх глюкоан нь гетероген чанартай буюу Mw/Mn (10–30) байлаа.

Цөмийн соронзон резонансын спектроскоп болон Смитийн аргаар полисахаридыг урьдчилан задалсны дараагаар метилжүүлэн бүтцийг судлахад бидний судалж буй мөөгнөөс ялгасан полисахаридууд нь ойролцоо бүтэцтэй, салбарласан хэлхээтэй [бета]-глюкоанууд болох нь батлагдав.

Нүүрс-усны хэлхээн дэхь глюкозын үлдэгдлүүд хоорондоо 1,3- ба 1,6- холбоогоор холбогдсон ба салбарлалтын цэгүүд нь [бета]-D-галактопиранозын үлдэгдлүүдийн 3,6- байрны холбоонууд байв.

Усанд уусдаг глюкоануудын найрлагад 1,3-[альфа]-D-маннопиранозын гинж болон 1,3-[альфа]-D-маннопиранозын C-4 байрлалд 1-р байраар холбогдсон [альфа]-D-фукопираноз-(1,2)-[бета]-D-ксилопираноз дисахаридийн фрагмент, мөн 2,6-халагдсан [альфа]-D-галактопираноз 1,2-холбоогоор холбогдсон үлдэгдлүүд байв.



Зураг 2. FoHWE₅₀ полисахаридын хий-шингэний хроматографийн хроматограмм

ДҮГНЭЛТ

1. Судалгаанд авсан агил мөөг *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), туруудай мөөг *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) ба чага мөөг *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) нь усаар хандлагддаг полисахаридын гарц багатай. Харин шүлтэнд хандлагдах полисахаридын гарц арай их байна.
2. *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) болон *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) мөөгний усанд хандлагддаг полисахарид дахь нүүрсусны агууламж их (харгалзан 94.69%, 72.34%, 89.1%), мөн натрийн гидроксидоор хандлагддаг полисахарид дахь нүүрсусны агууламж их (харгалзан 89.9%, 74.4%, 85.5%) байв. Эдгээр нь мөөгнөөс полисахаридыг нилээд өндөр цэвэршилттэй ялган авсныг харуулж байна.
3. Усаар хандлагддаг глюканууд нь бага дундаж молекул масстай (Mw 100–150кДа) байсан бол натрийн гидроксидоор хандлагддаг глюкануудын молекул масс 300–750кДа харьцангуй их байв. Бүх глюкан нь гетероген чанартай байна.
4. ЦСР-ын аргын дүнд ялган авсан полисахаридууд ойролцоо бүтэцтэй салбарласан хэлхээтэй [бета]-глюканууд болох нь батлагдав. Нүүрсусны хэлхээнд глюкозын үлдэгдлүүд хоорондоо 1,3- ба 1,6-гликозид холбоогоор холбогдсон ба 3,6-байруудад салбарласан байна.
3. J.Hamuro, Ch.G.Lentinan. T-cell oriented immunopotentiator: its experimental and clinical applications and possible mechanism of immune modulation. In: Fenichel R.L., Chirigos M.A. (eds) *Immunomodulation agents and their mechanisms*. Dekker, New York, 1985, p. 409-436.
4. J.Chen, W.Zhang, T.Lu, J.Li, Y.Zheng, L.Kong. Morphological and genetic characterization of a cultivated *Cordyceps sinensis* fungus and its polysaccharide component possessing antioxidant property in H22 tumor-bearing mice, *Life Science*, 78, 2006, p. 2742-2748.
5. Y.Chen, M.Xie, W.Li, H.Zhang, S.Nie, Y.Wang. An effective method for deproteinization of bioactive polysaccharides extracted from Lingzhi (*Ganoderma atrum*), *Food Science and Biotechnology*, 21, 2012, p. 191-198.
6. M.Dubois, K.A.Gilles, J.K.Hamilton, P.Rebers, F.Smith. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Analytical Chemistry*, 28, 1956, p. 350-356.
7. O.H.Lowry, N.J.Rosebrough, A.L.Farr, R.J.Randall. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem*, 193, 1951, p. 265-275.
8. Б.П.Плешков. Практикум по биохимии растений. 1985, с. 123-129.
9. H.Bjorndal, C.G.Hellerqvist, B.Lindberg, S.Svensson. Gas-liquid chromatography and mass spectrometry in methylation analysis of polysaccharides, *Angewandte Chemie International Edition* (English), 9, 1970, p. 610-619.
10. G.M.Lipkind, A.S.Shashkov, Y.A.Knirel, E.V.Vinogradov, N.K.Kochenkov. A computer-assisted structural analysis of regular polysaccharides on the basis of ¹³C NMR data, *Carbohydrate Research*, 175, 1988, p. 59-75.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. S.P.Wasser. Medicinal mushroom science: Current perspectives, advances, evidences, and challenges, *Biomedical Journal*, 37, 2014, p. 345–356.
2. C.Hobbs. Medicinal value of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Agaricomycetidae), *International Journal Medicinal Mushrooms*, 2, 2000, p. 287–302.

Polysaccharides study of three mushrooms growing in Mongolia

Sh.Naranmandakh^{1*}, V.V.Golovchenko², O.A.Patova², T.Degiimaa¹, Sh.Soninkhuu³

¹*School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 14201, Mongolia*

²*Institute of Komi Physiology, Russian Academy of Sciences, Siktivkar 167982, Russian Federation*

³*National Reference Laboratory for Food Safety, General Agency for Specialized Inspection, Ulaanbaatar 17043, Mongolia*

*E-mail: smandakh@num.edu.mn

Received: 10.10.2018

Revised: 13.10.2018

Accepted: 28.10.2018

Abstract: This study was aimed to analyze of polysaccharides from fruiting bodies of *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) and *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) medicinal mushrooms, growing in Mongolia. As a result of “step by step” extraction method we have obtained 4 fractions of polysaccharide (water-soluble: HWE50 and HWE100; cold alkali-soluble CA; hot alkali-soluble HA) from the each mushroom sample. Polysaccharide fraction’s yields extracted by hot water from *Fomitopsis officinalis* (Vill.ex.Fr.), *Laetiporus sulphureus* (Bull.ex.Fr.) and *Inonotus obliquus* (Pers.ex.Fr.) were 3.68%, 8.82% and 12.84%. Yields of alkali-soluble polysaccharides were 18.64%, 68.03% and 28.75%, respectively, which results more than water fractions. The main monosaccharide composition in all polysaccharide fractions were glucose, and a content of glucose was varied 30%-100%. Therefore, they can be considered glucans. Water-soluble polysaccharide fractions contain fucose (until 12%), mannose (until 18%) and galactose (until 30%). An average molecular mass of water-soluble polysaccharides were calculated Mw 100–150kDa or it can be considered a low, while an average molecular mass of alkali-soluble polysaccharides was a bit high 300–750kDa. All polysaccharides were heterogenic.

Key words: *Fomitopsis officinalis*, *Laetiporus sulphureus*, *Inonotus obliquus*, polysaccharide, average molecular mass

© The Author(s). 2018 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v0i6.1100>