

ТАРИМАЛЖСАН ХЯСААН ДЭРВЭЭЛЖ МӨӨГНИЙ ПОЛИСАХАРИДЫН СУДАЛГАА

Л.Мөнхгэрэл¹, Н.Эрдэнэчимэг^{1*}, М.Одончимэг¹, С.Мөнхжаргал^{2,3}, Д.Мөнгөннاران¹, Б.Баярмаа¹,
Д.Рэгдэл¹

¹ Шинжлэх ухааны академийн Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Улаанбаатар 13330,
Монгол улс

² Хөдөө аж ахуйн их сургууль, Мал аж ахуй, Биотехнологийн сургууль, Улаанбаатар, 17024,
Монгол улс

³ “Мөөжиг органик” ХХК

POLYSACCHARIDES STUDY OF CULTIVATING MUSHROOM PLEUROTUS OSTREATUS

L.Munkhgerel¹, N.Erdenechimeg^{1*}, M.Odonchimeg¹, S.Mukhjargal², D.Mungunnaran¹, B.Bayarmaa¹,
D.Regdel¹

¹Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar
13330, Mongolia

² University of life sciences, School of husbandry and biotechnology, Ulaanbaatar 17024, Mongolia

³ “Muujig organic” LLC,

e-mail: erdenechimeg_n@mas.ac.mn

Улаанбаатар
2023
10
10

Abstract:

Pleurotus ostreatus (Jacq) P. Kumm) is the second cultivated and most popular edible mushroom after *Agaricus bisporus* in the world. The fruiting bodies of these mushrooms have high nutritional value and are beneficial for health. *Pleurotus ostreatus* are an interesting source of bioactive glucans and other polysaccharides. This study focuses on the isolation and structural characterization of glucans from the fruiting bodies and stems cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus*.

Methods: Physicochemical properties of fruiting bodies and stems cultivated *Pleurotus ostreatus* in Mongolia, were studied using standard methods. Glucans were extracted and purified using the precipitation method and Sevag reagent, and functional groups were determined by FT-IR.

Conclusion: The characteristic absorption bands of the water and alkali-soluble fractions were found near 1070, 1044, 869 and 777-769 cm⁻¹. These IR bands are characteristic of fungal (1→3)(1→6)-β-D- glucans, and indicating these fractions are glucan-type polysaccharides

Key words: *Pleurotus ostreatus* (Jacq) P.Kumm.), fruiting body, stem, beta-glucan, FT-IR

Үндэслэл

Хүн төрөлхтөн олон мянган жилийн өмнөөс мөөгийг хүнс тэжээл, эмчилгээ сувилгааны чухал эх үүсвэр болгож хэрэглэж ирсэн. Сүүлийн жилүүдэд мөөгнөөс химийн шинэ нэгдлүүд, тухайлбал эсийн хананы полисахаридыг ялгаж молекулын бүтэц байгууламжийг тогтоох болон биологийн идэвхтэй эмчилгээний өндөр ач холбогдолтой нэгдлийг илрүүлэх ажил ихээр хийгдэж байна [1].

Дэлхий дээр 40 гаруй зүйл хясаан мөөг тэмдэглэгдсэн байдаг бөгөөд Монгол оронд 7 зүйл хясаан мөөг ургадаг бөгөөд үүнээс хамгийн түгээмэл нь Хясаан дэрвээлж

(*Pleurotus ostreatus*) мөөг юм [2]. Хясаан дэрвээлж (*Pleurotus ostreatus* (Jacq) P.Kumm.) нь мөөгний аймгийн Бацидат (Уутат мөөг) хүрээний Дэрвээлжтэний (*Pleurotaceae*) овгийн Дэрвээлжийн (*Pleurotus*) төрлийн мөөг бөгөөд нэг шилбэ дээр бие бие дээрээ давхарлан багц байдлаар ургадаг [3]. Хясаан дэрвээлж (*Pleurotus ostreatus* (Jacq) P.Kumm) мөөгийг хүнсэнд хэрэглэхээс гадна уламжлалт анагаах ухаанд зүрхний хэм алдагдах, чийг бам өвчин, судасны ханыг бэхжүүлэх, алжаал тайлах, үе, булчингийн ядаргааг арилгах үйлдэлтэй тангийн найрлагад оруулдаг [4]. Хясаан дэрвээлж мөөгөнд 31% уураг, 1.6 % тос, тосонцор бодис, 50-62% орчим

нүүрс ус агуулагдахаас гадна үл орлогдох амин хүчлүүд, витамин, эрдэс бодис болон биологийн идэвхт бодисуудаар баялаг [5]. Энэхүү мөөг нь исэлдэлт, бактер, вирус, үрэвслийн эсрэг идэвхтэй, дархлаа дэмжиж бодисын солилцоонд эерэг нөлөөтэй тул таргалалт, чихрийн шижин, зүрх судас, элэгний өвчин болон зарим төрлийн хорт хавдрын эмчилгээ, сувилгаанд хэрэглэдэг [6].

Бета-глюкан нь хоорондоо β -(1→3) гликозидын холбоогоор холбогдсон глюкозын үлдэгдлээс тогтох үндсэн хэлхээ ба β -(1→6)-гликозидын холбоогоор салбарласан хажуугийн хэлхээ бүхий 600.0-700.0 кДа молекул жинтэй полимер юм. Бета-глюкан нь бактер, мөөгөнцөр, исэлдэлт, үрэвсэл, вирус (томуу, цитомегаловирус, херпес вирус: HSV-1, ковид-19), хавдрын эсрэг идэвхтэй, гэдэсний гүрвэлзэх хөдөлгөөнийг сайжруулдаг, цусан дах сахар болон холестеролын хэмжээг бууруулдаг болохыг тогтоосон байна [8].

Манай улсын мөөгний хэрэгцээг жилд 600 тн орчим гэж тооцоолсноос одоогийн байдлаар дөнгөж 3% буюу 18 тн орчим Хясаан дэрвээлж мөөгийг дотооддоо үйлдвэрлэж худалдаанд нийлүүлж байна. Мөөг үйлдвэрлэлээс жилдээ 4.3 тн орчим хаягдал (худалдааны шаардлага хангахгүй мөөг, хатуу шилбэ, мицели) гардаг. Энэ хаягдлыг шууд ургамлын бордоо, малын тэжээлээр ашиглаж байна [7]. Иймээс бид Хясаан дэрвээлж мөөгний үйлдвэрийн хаягдлыг дахин ашиглах боломжийг бий болгох зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг

хийж гүйцэтгэв. Энэ ажлын хүрээнд мөөг болон хаягдал шилбэнээс глюкан полисахарид ялгаж, физик химийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойллоо.

Материал, арга зүй

Судалгааны материал: Таримал Хясаан дэрвээлж мөөгний дээжийг “Мөөжиг органик” ХХК-ий мөөгний үйлдвэрээс, байгалийн мөөгийг Налайх орчмоос түүж тасалгааны температурт хатааж туршилт судалгаанд хэрэглэсэн болно. Түүхий эдийг судалгаанд ашиглахын өмнө 2-3 мм хэмжээтэй болтол нунтаглав.

Судалгаанд ашигласан бүх бодис, урвалж химийн цэвэр зэрэглэлийнх байв.

Глюканыг хандлах, ялгах, цэвэрлэх: Мөөгнөөс глюкан полисахаридыг уламжлалт аргаар хандлан авч Севагийн урвалж, дахин хандлах аргаар цэвэрлэн тунадасжуулсан. Мөөгний уургийн агууламжийг Кьелдалийн, нүүрс усыг фенол-хүхрийн хүчлийн, тосыг Сокслетын, нийт фенолт нэгдлийг Фолин-Чокельтеу, чийгийг жингийн, полисахаридын бүтцийг нил улаан туяаны спектроскопийн аргаар (ATR FT-IR Bruker Alpha II) аргуудаар тус тус тодорхойллоо [9-11].

ҮР ДҮН

Тарималжсан Хясаан дэрвээлж мөөг, түүний хаягдал хатуу шилбэний биохимийн зарим үзүүлэлтийг тодорхойлж дараах хүснэгтээр харуулав.

Table1. Chemical composition of the cultivated *Pleurotus ostreatus*, DW

	Cultivated <i>Pleurotus ostreatus</i>		Wild [12]
	Fruiting bodies	Stems	
Moisture, %	3.85	4.45	8.79
Ash, %	9.4	11.6	8.62
Fat, %	0.14	0.81	2.56
Protein, %	25.7	23.7	15.1
Carbohydrates, %	31.2	55.4	64.9
Total phenolic compounds, %	0.65	0.95	-
Energy, kcal/kg ⁻¹	228.86	323.69	343.04

Хүснэгтээс харахад таримал дэрвээлж мөөгний нүүрс усны агууламж шилбэнээс ойролцоогоор 1.8 дахин бага, нийт тос, тосонцор бодис 5.7 дахин бага байсан бөгөөд

уураг, чийг, үнсний агууламж ойролцоо байна.

Хаягдал хатуу шилбэний нүүрс усны агууламж харьцангуй өндөр байсан мөөг болон хаягдал шилбэнээс уламжлалт аргаар

хольц нэгдлийг зайлуулж цэвэрлэсний дараа тунадасжуулан ус, оксалат аммоний болон шүлтэнд уусдаг полисахаридыг ялган авч цаасан хроматографийн аргаар мономер бүрдлийг урьдчилан тодорхойллоо.

хольц нэгдлийг зайлуулж цэвэрлэсний дараа тунадасжуулан ус, оксалат аммоний болон шүлтэнд уусдаг полисахаридыг ялган авч цаасан хроматографийн аргаар мономер бүрдлийг урьдчилан тодорхойллоо.

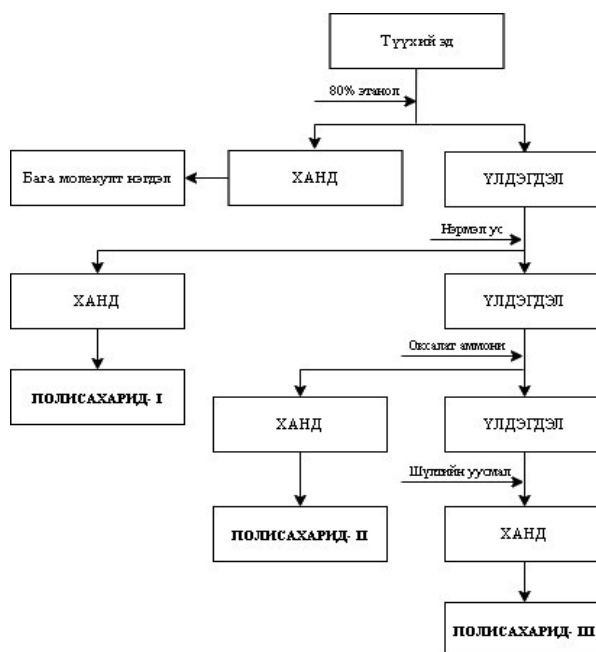


Figure 1. Scheme of isolation and purification of glucan polysaccharides

Тогтоосон тохиромжтой горимын дагуу таримал мөөг болон хаягдал шилбэнээс ялгасан глюканы гарцыг байгалийн хясаан

дэрвээлж мөөгтэй [13] харьцуулан хүснэгт 2-т харуулав.

Table 2. Yield of the glucan polysaccharides

Solution	T, °C	Time, hrs	pH	Yield, %		
				Fruiting bodies	Stems	Wild [13]
Hot water	80	8	7	1.6	4.5	3.72
Oxalate ammonium	80	8	6	9.47	7.7	9.09
Alkali solution	25	20	12	15.34	16.45	10.5
Total polysaccharides				26.4	28.65	23.31

Дээрх хүснэгтээс харахад таримал мөөг болон хаягдал шилбэнээс халуун усаар хандлан авсан полисахаридын гарц хамгийн бага буюу 1.6% ба 4.5% байв. Харин шүлтэнд хандлагдсан полисахаридын гарц харгалзан 15.34%, 16.45% байсан. Таримал мөөгний нийт полисахаридын 58%, хаягдал шилбэний 57.3% шүлтэнд уусдаг полисахарид байсан бөгөөд байгалийн мөөгтэй харьцуулахад

(43.1%) өндөр байна. Харин 35.6%, 27.02% нь оксалат аммонид уусдаг полисахарид байв.

Полисахарид нь ихэвчлэн бага молекулт нэгдлүүд, лигнин, липид уураг гэх мэт бусад нэгдэлтэй хамт хандлагддаг тул полисахаридын бүтэц-биологийн идэвхийн харилцан хамаарлыг тодорхойлох, цаашид эмийн үйлдвэрлэл дашиглахын тулд тэдгээрийг бусад нэгдлээс ялгах, цэвэрлэх шаардлагатай.

Иймд бид ялган авсан полисахаридын фракцийг дахин тунадасжуулах болон Севагийн урвалж ашиглан цэвэрлэсний дараа уураг, нийт фенолт нэгдлийн агууламжийг тодорхойлсон. Мөөгнөөс ялгаж цэвэрлэсэн ус, шүлтэнд уусдаг глюканд уураг илрээгүй бол шилбэнээс ялгасан усанд уусдаг глюканд - 12.6% шүлтэнд уусдаг - 0.56% уураг агуулагдаж байсан. Түүхий эдтэй харьцуулахад усанд уусдаг глюканы уургийн агууламж өндөр байгаа нь дахин цэвэрлэх шаардлагатайг харуулж байна.

Таримал Хясаан дэрвээлж мөөг, хаягдал

шилбэнээс ялгасан ус, оксалат аммоний, шүлтэнд хандлагдсан полисахаридын функциональ бүлгийг нил улаан туяаны спектрээр (НУТ) $500-4000\text{ см}^{-1}$ мужид тодорхойллоо. НУТ спектрийн шингээлт нь молекулдахь атом, бүлэг атомуудын хоорондын холбооны хэлбэлзлийг илэрхийлдэг бөгөөд глюканы бүтэц дэх молекулын NH, CH, C-C, OH бүлгүүдэд харгалзуулан тайллыг хийж дараах зургаар харуулав (Зураг 2). Нүүрс усны НУТ-ны спектрийг ерөнхийд нь $3100-2700\text{ см}^{-1}$, $1200-900\text{ см}^{-1}$, $900-600\text{ см}^{-1}$ гэсэн 3 мужид хувааж болно [14].

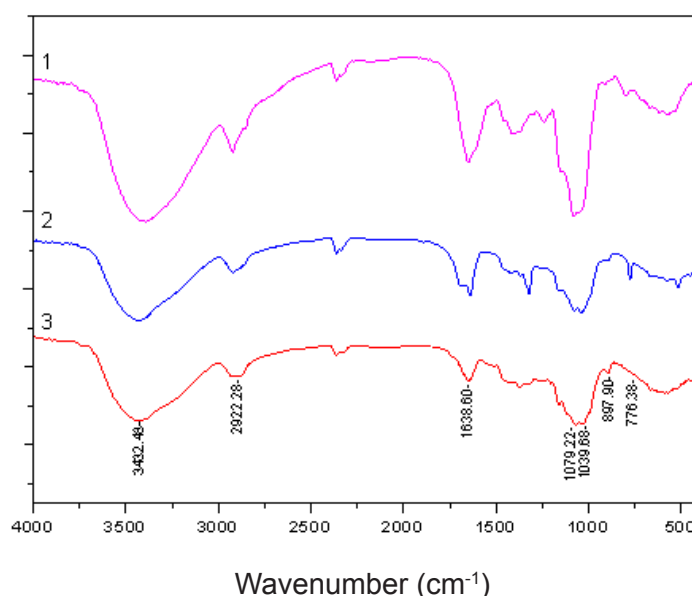


Figure 2. FT-IR spectra of standard glucan (1) water (2) and alkali (3) soluble glucans

$1200-900\text{ см}^{-1}$ мужид ихэвчлэн C-O, C-C холбооны хүчтэй эрчим болон олиго-, полисахаридын C-O-H, C-O-C холбооны деформацийн хэлбэлзлийн шингээлтийн зурвас илэрдэг тул полисахаридыг тодорхойлох боломж олгоно. $3100-2700\text{ см}^{-1}$ мужид цөөн тооны сигнал илрэх бөгөөд CH_2 бүлгийн C-H (ассим), CH_3 бүлгийн C-H (сим) хэлбэлзэл болон C-H холбооны хэлбэлзэл, харин 3283 см^{-1} мужид -OH бүлгийн валентын хэлбэлзэл илэрдэг бол $900-600\text{ см}^{-1}$ муж нь нүүрс усны бүтцийн гол бүлгүүдийн талаарх мэдээллийг өгдөг [14].

Хясаан дэрвээлж мөөгний НУТ спектрийн $1029, 1044\text{ см}^{-1}$ мужид ус, шүлтэнд уусдаг полисахаридын β -гликозидын холбооны өвөрмөц шингээлт илэрсэн нь глюкан

болохыг баталж байна. $870-895\text{ см}^{-1}$ мужид гликозидийн холбооны β -, харин $760-840\text{ см}^{-1}$ муж дахь шингээлтийн эрчим нь α - байрлалыг тус тус илэрхийлдэг [15]. Шүлтэнд уусдаг глюканы төрлийн полисахарид 869 см^{-1} , $777-769\text{ см}^{-1}$ мужуудад шингээлт өгсөн тул энэ фракцийн моносахаридууд α -, β -гликозидын холбоогоор холбогдсон байна гэж үзлээ. Түүнчлэн 1652 см^{-1} , 1523 см^{-1} мужид C=N холбооны хэлбэлзэл, $1306-1345\text{ см}^{-1}$ мужид уураг, хитиний шингээлт [16] илэрсэн тул цаашид багана хроматографийн аргаар дахин цэвэршүүлэх шаардлагатайг харуулж байна. Оксалат аммонид хандлагдсан полисахарид нь глюканы төрлийн полисахарид биш болохыг НУТ спектр, болон цаасан хроматографийн дүнгээр тогтоолоо.

ХЭЛЦЭМЖ

Мөөгнөөс ялгасан полисахаридууд олон төрлийн биологийн идэвх үзүүлж байгааг тогтоосон судалгаанууд сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй хийгдэж байна. А.Synytsya нарын судлаачид дээрх аргаар Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс ус, оксалат аммони, шүлтэнд уусдаг глюкан полисахаридыг цэвэр байдлаар (0.5%, 3%, 0.5%) ялгасан байдаг [17]. Мөн богино долгион (33.6%), суперкритик шингэний технологи ашиглан 40-78.6% гарцтай глюкан гарган авчээ [18].

Тарималжсан Хясаан дэрвээлж мөөгийг хүйтэн ус, халуун ус болон натрийн гидроксидын уусмалаар шат дараалан хандалж полисахаридын 5 фракцыг гаргаж авснаас хүйтэн усанд - 6.14%, халуун усанд - 3.4%, шүлтэнд - 17.7% гарцтай глюканыг ялган авсан байдаг бөгөөд зонхилох хувийг бета глюкан эзэлж байгааг тогтоосон байна [19].

Бидний судалгааны дүнгээс харахад мөөг болон шилбэний нийт полисахаридын 47-58% нь шүлтэнд уусдаг полисахарид байсан нь дээрх судлаачдын дүнтэй ойролцоо байна. Иймээс шүлтэнд хандлагдсан глюкан полисахаридыг дахин цэвэршүүлж, шинж чанар, биологийн идэвхийн судалгааг хийснээр чиглэсэн үйлдэлтэй бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх үндэслэлийг бий болгох боломжийг бүрдүүлнэ.

Усанд хандлагдсан глюканы гарц зарим судлаачдын дүнгээс ялгаатай байгаа нь тухайн мөөгний омог, субстратын найрлага, ургах орчин, нөхцөлөөс гадна ялган авсан арга зүйгээс хамаарч байна гэж үзлээ.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг ШУГ-2021/325 хамтарсан төслийн хүрээнд хийж гүйцэтгэв.

ДҮГНЭЛТ

Мөөгний хаягдлаас ялгасан полисахаридын функциональ бүлгийг нил улаан туяаны спектрийн аргаар тодорхойлоход глюканы шинж чанарыг илэрхийлдэг 869 см^{-1} ба $777\text{--}769\text{ см}^{-1}$ шингээлтийн зурвасууд илэрсэн нь глюканы төрлийн полисахарид болохыг нотолж байна.

Энэхүү судалгааны ажлын дүнд таримал

Хясаан дэрвээлж мөөг болон хаягдал шилбэнээс 16.4, 20.95 хувийн гарцтай глюкан полисахаридыг ялган авсан нь мөөгний үйлдвэрийн хаягдлыг боловсруулж хүнсний зориулалтаар ашиглах боломжтойг харуулж байна.

Ашигласан хэвлэл

1. Wasser S.P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl.Microbiol. Biotechnol*, 2002, 60, 258–274. doi:10.1007/s00253-002-1076-7.
2. Хэрлэнчимэг Н., Сүнжидмаа Р. Мөөг. Монгол орны биологийн олон янз байдал: Ургамал, мөөг, бичил биетний зүйлийн жагсаалт. МУИС, БОАЖЯ, Монголика хэвлэлийн газар, Улаанбаатар хот, Монгол улс. 2019, Х. 285.
3. Хэрлэнчимэг Н., Бүрэнбаатар Г. Монгол орны мөөгийн зурагт лавлах. 2016. Х.160-161
4. Гантулга Г., Алтанцэцэг Х. Хясаан мөөгний polmycel-107 омгийн тариалалтын технологийн үндсэн параметруудийг тодорхойлох. *Мөөг судлал-Монголд, эрдэм шинжилгээний бага хурлын эмхэтгэл*, 2010, Х. 31-4.
5. Oluwafemi G.I., Seidu K.T., Fagbemi T.N. Chemical composition, functional properties and protein fractionation of edible oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Annals. Food Science and Technology*, 2016,17(1), 218-223.
6. Golak-Siwulska I., Kalużewicz A., Spizewski T., Siwulski M. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*, 2018, 30(2), 191–201. <https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0012>
7. “Монголын таримал мөөгний нэмүү өртгийн сүлжээ” ТББ-ийн тайлан, 2022,
8. Mironczuk-Chodakowska I., Kujawowicz K., Witkowska A.M. Beta-Glucans from Fungi: Biological and health-promoting potential in the COVID-19 pandemic era. *Nutrients*, 2021, 13, 3960. <https://doi.org/10.3390/nu13113960>
9. Бадгаа Д., Батмөнх О., Жамъянсан Я.,

- Чимидцогзол А. Уграмлын биохимийн шинжилгээний арга. ШУА-ийн хэвлэл, 1975, 239.
10. Банзрагч Д., Баасанжамц Ч. Тосны химийн шинжилгээний аргууд, Улаанбаатар, 2006, 7-15.
 11. Cheung L.M., Cheung P.C., Ooi V.C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry*, 2003, 81(2), 249-255.
 12. Мөнхгэрэл Л., Болор Ц., Амартүвшин Б., Төвшинжаргал Т., Баярмаа Б. Эвэрлэг дэлбэнх (*Pleurotus ostreatus*) мөөгний химийн найрлагын дүнгээс. ШУТИС, Технологийн Их Сургуулийн Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл, 2016, 3(186), 187-191.
 13. Мөнгөннаран Д., Мөнхгэрэл Л., Одончимэг М., Рэгдэл Д., Эрдэнэчимэг Н. Байгалийн гаралтай түүхий эдээс пребиотик полисахарид ялгах тохиромжтой горим тогтоосон дүнгээс. *BICCT, MAS*, 2022, 10, 17-23. <https://doi.org/10.5564/bicct.v10i10.1804>
 14. Grube M., Bakers M., Uprite D., Kaminska E. Infrared spectra of some fructans. *Spectroscopy*, 2002, 16, 289-296. <https://doi.org/10.1155/2002/637587>
 15. Al-Saffar Ali., Hadi A., Noora., Khalaf et al. Antitumor Activity of β -glucan Extracted from *Pleurotus eryngii*. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 2020, 14, 2492-2499.
 16. Bikmurzin R., Bandzevici R., Maršalka A., Maneikis A. FT-IR method limitations for β -Glucan analysis. *Molecules*, 2022, 27, 4616. <https://doi.org/10.3390/molecules2714461>
 17. Synytsya A., Mnčkov K., Synytsya A., Jablonskė I., Spěvčėk J. et al. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*, 2009. 76(4), 548-556. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.11.021>.
 18. Leong Y.K., Yang F.C., Chang J.S. Extraction of polysaccharides from edible mushrooms: Emerging technologies and recent advances. *Carbohydrate Polymers*. 2020, 251:117006. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117006>.
 19. Baeva E., Bleha R., Lavrova E. et al. Polysaccharides from Basidiocarps of cultivating mushroom *Pleurotus ostreatus*: Isolation and structural characterization. *Molecules*. 2019, 24(15), 2740. <https://doi.org/10.3390/molecules24152740>.

Уншин танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
УАУТХ-ийн Хими, технологийн секторын
эрхлэгч, ХУ-ы доктор (Ph.D) Ц.Нямдэмбэрэл