



Байгалийн гаралтай түүхий эдээс полисахарид ялгах тохиромжтой горим тогтоосон дүнгээс

Дамдиндорж Мөнгөннاران¹, Лодонжав Мөнхгэрэл¹, Мөнхжаргал Одончимэг¹,
Дүгэр Рэгдэл¹, Намжил Эрдэнэчимэг^{1*}

¹Хүнсний химийн лаборатори, Хими, Химийн Технологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи,
Улаанбаатар 13330, Монгол улс

*E-mail: erdenechimeg_n@mas.ac.mn
ORCID: [0000-0001-5515-6860](https://orcid.org/0000-0001-5515-6860)

Хүлээн авсан: 21.11.2022

Хяналтанд: 04.12.2022

Хэвлэлтэнд авсан: 27.12.2022

Хураангуй: Полисахарид нь олон төрлийн эмчилгээний үйлдэл үзүүлдэг, хоргүй, физик химийн өвөрмөц шинж чанартайгаас гадна организмд амархан задардаг, бионийцтэй тул судлаачдын анхаарлыг ихээр татаж байна. Сүүлийн жилүүдэд байгалийн гаралтай түүхий эдээс полисахаридыг уламжлалт болон уламжлалт бус аргуудаар ялган, бүтэц байгууламжийг тодорхойлж, биологийн идэвхийг тогтоох, хэрэглээнд нэвтрүүлэх судалгаа эрчимтэй хийгдэж байна.

Бид энэхүү ажлын хүрээнд Хар модны (*Larix sibirica* L) хаягдал үртэс, тарималжуулсан Булцуут наранцэцгийн үндэс (*Helianthus tuberosus* L), Хясаан дэрвээлж (*Pleurotus ostreatus*) мөөгнөөс уламжлалт аргаар арабиногалактан, инулин, глюкозын төрлийн полисахарид ялган авах тохиромжтой горимыг тогтоолоо. Ялган авсан полисахаридуудыг дахин тунадасжуулах арга, Севагийн урвалж, гурванхлорт цууны хүчил, кальцийн гидроксидын уусмал ашиглан бусад хольцоос цэвэрлэж, шинж чанарыг FT-IR ашиглан тодорхойлов.

Түлхүүр үг: тохиромжтой горим, уламжлалт арга, арабиногалактан, инулин, глюкозын полисахарид

ОРШИЛ

Сүүлийн жилүүдэд байгалийн гаралтай полисахаридууд нь дархлаа дэмжих үйлдэл үзүүлэхээс гадна хавдар, исэлдэлт, үрэвслийн эсрэг гэх мэт фармакологийн олон идэвх үзүүлдэг болохыг тогтоогоод байна. Биологийн идэвхт полисахаридууд хоруу чанар багатай тул хүнсний үйлдвэрлэл, биохими, биотехнологи, био-инженерчлэлийн салбар, анагаах ухааны практикт өргөн ашиглаж байна. Осмос даралт, нягт, ус шингээх чадвар өндөртэй амархан гель үүсгэдэг гэх мэт физик химийн өвөрмөц шинж чанартай полисахаридыг ихэвчлэн эмийн материал, эм зөөвөрлөгч бүрхүүл, сийвэн орлуулагчаар ашигладаг бол антиген шинж чанартай буюу хавдрын эсрэг болон бусад биологийн идэвхтэй полисахаридуудыг шинэ эм бэлдмэл, вакцины үйлдвэрлэлд ашиглаж байна [1]. Полисахаридын бүтцийн шинж чанарт ашиглаж буй арга маш чухал нөлөө үзүүлдэг тул тэдгээрийг ялгахдаа аль болох бүтцийн онцлогийг алдагдуулахгүй байх аргыг сонгох хэрэгтэй [2]. Орчин үед байгалийн гаралтай полисахаридыг халуун усаар хандлах уламжлалт аргаас гадна шүлт, фермент, CO₂, өндөр даралтаар хандлах, хэт авиа, богино долгион, суперкритик шингэний технологи гэх мэт олон аргыг ашиглан ялган авч байна [3]. Хэт авиа, нь уусгагчид полисахарид уусах процессыг нэмэгдүүлэх ч урт хугацаагаар үйлчлэхэд полисахаридын нарийн

нийлмэл бүтцийг өөрчилж биологийн идэвхэд нь сөрөг нөлөө үзүүлнэ [4, 5]. Богино долгион ашиглах үед уусмалын температур огцом өсдөг тул дулаанд тэсвэргүй полисахаридуудын молекул массын тархалт болон бүтцийг өөрчлөх магадлалтай [6]. Эдгээр арга нь хугацаа бага зарцуулдаг, ашиглахад хялбар, уусгагчийг дахин ашиглах боломжтой, эцсийн бүтээгдэхүүний гарц өндөр зэрэг давуу талтай боловч өртөг өндөр, сонгомол чанартай, зарим тохиолдолд уусгагчийн концентрацийг хянах боломжгүйгээс гадна полисахаридын бүтэц өөрчлөгддөг зэрэг дутагдалтай талуудтай.

Полисахаридыг ялгахад хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг арга нь халуун усаар хандлах арга юм. Энэ арга нь хугацаа их шаарддаг, полисахаридын гарц багатай байдаг боловч полисахаридын бүтэц бараг өөрчлөгддөггүй [7]. Зарим хүчиллэг полисахарид эсвэл молекул жин ихтэй полисахаридууд халуун усанд муу, харин шүлтийн сулруулсан уусмалд сайн уусдаг тул натрийн шүлт эсвэл натрийн карбонатын (5-15%) уусмал ашиглан хандлалт явуулдаг. Практикт, ихэвчлэн эхлээд халуун усанд уусдаг полисахаридыг хандалж авсны дараа үлдэгдлийг сулруулсан шүлтийн уусмалаар хандалж усанд уусдаггүй полисахаридыг ялган авдаг [3].

Бид Хар модны хаягдал үртэс, манай оронд тарималжсан Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс уламжлалт аргаар полисахарид

ялган авах тохиромжтой горим тогтоох, цэвэрлэх, цаашид биологийн идэвхийн судалгаа явуулах, чиглэсэн үйлдэлтэй хүнсний нэмэлт бүтээгдэхүүнд ашиглах зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэлээ.

Арабиногалактаны (АГ) макромолекул β -(1 \rightarrow 3) гликозидын холбоогоор холбогдсон галактозын үлдэгдлээс тогтсон үндсэн хэлхээ, β -(1 \rightarrow 6) гликозидын холбоогоор салбарлан хажуугийн хэлхээ үүсгэдэг, ойролцоогоор 10.0-120.0 кДа молекул жинтэй. Ихэнх ургамлын АГ нь уурагтай ковалентын холбоогоор холбогдсон гликопротеин хэлбэрээр байдаг [8]. Монгол оронд ургадаг дагуурын шинэсний (*Larix dahurica* L) арабиногалактаны бүтцийг П.Одонмажиг [9] нарын эрдэмтэд анх удаа тогтоосон. Сүүлийн үеийн судалгаагаар байгалийн арабиногалактан нь α -амилаза, α -гликозидаза, липаза ферментийн идэвхийг дарангуйлдаг болох нь тогтоогдоод байна [10]. Арабиногалактаныг ихэвчлэн халуун усаар хандалж этилийн спиртээр тунадасжуулах аргаар гарган авдаг [11].

Инулин нь хоорондоо β -(2 \rightarrow 1) гликозидын холбоогоор холбогдсон D-фруктозын үлдэгдэл болон D-фруктозтай α -(1 \rightarrow 2) холбогдсон D-глюкозын үлдэгдлээс тогтсон 5.0-6.0 кДа молекул жинтэй нөөц нүүрс ус. Инулин нь хүний гэдэсний ашигт бактерийн өсөлтийг дэмжиж өвчин үүсгэгч бичил биетний өсөлтийг дарангуйлдаг бүдүүн гэдсийг хорт хавдраас хамгаалах, дархлаа дэмжих үйлдэлтэй, холестеринь концентрацийг хянаж, эрдэс бодисын шимэгдэлтийг сайжруулдаг [12] болох нь тогтоогдсон тул анагаах ухаан хүнсний үйлдвэрлэлд өргөнөөр ашигладаг. Инулиныг төрөл бүрийн ургамлаас уламжлалт болон уламжлалт бус аргуудаар хандлах аргаар ялган авч шинж чанарын судалгааг хийсэн [13].

β -Глюкан нь хоорондоо β -(1 \rightarrow 3) гликозидын холбоогоор холбогдсон глюкозын үлдэгдлээс тогтох үндсэн хэлхээ ба β -(1 \rightarrow 6)-гликозидын холбоогоор салбарлсан хажуугийн хэлхээ бүхий 600.0-700.0 кДа молекул жинтэй полимер. Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс ялгасан β -глюкан нь бактери, үрэвсэл, исэлдэлт, амьсгалын тогтолцооны халдварт өвчин, херпес вирус (HSV), зарим төрлийн хорт хавдрын эсрэг идэвхтэй, шийтаке мөөгнөөс ялгасан глюкан полисахарид корона вирүсийн эсрэг идэвх үзүүлдэг болохыг тогтоожээ [14]. Глюкан полисахаридыг мөөгнөөс халуун ус, хүчил, шүлтээр хандлахаас гадна хэт авиа, богино долгион, суперкритик орчинд зэрэг олон арга, технологи ашиглаж ялгадаг [15].

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Дээж бэлтгэх: Хар модны үртэсийг Архангай аймгийн Төвшрүүлэх сумаас авч, том хэсэг болон холтосноос нь салган тасалгааны хэмд хатааж бэлтгэсэн. Булцуут наранцэцгийн үндсийг Төв

аймгийн Баянчандмань сумын нутгаас түүж, хог хольцоос нь салгаж хүйтэн усаар угаасны дараа нимгэн зүсэж хатааж бэлтгэв. Хясаан дэрвээлж мөөгийг Налайх орчмоос түүж, тасалгааны температурт хатаасан. Түүхий эдийг судалгаанд ашиглахын өмнө түүхий эдийн шинж чанараас хамаарч 2-5 мм хэмжээтэй болтол жижиглэн шигшүүрээр шигшив.

Судалгаанд ашигласан бүх бодис, урвалж химийн цэвэр зэрэглэлийнх байв.

Полисахарид ялгах, цэвэрлэх: Ургамлын түүхий эдийг эхлээд 70-80°C-ийн этилийн спирт болон этил ацетатаар байнгын хутгалттайгаар тасалгааны хэмд хандалж бусад нэгдлээс салгасны дараа шүүж хатуу үлдэгдлийг тасалгааны хэмд хатаав. Дараа нь дээж уусгагчийн харьцаа 1:10 байхаар тооцон дээжийг жинлэн авч 80-90°C хэмд 2-3 цагийн хугацаанд явуулав. Мөөгнөөс 1%-ийн оксалат аммони болон 5%-ийн натрийн шүлтийн уусмалаар шат дараалан хандалж усанд уусдаггүй полисахаридын фракцийг гарган авсан (Бүдүүвч 1). Хандлалтыг 3 удаа явуулсан ба хандуудыг нэгтгэн шүүж, Севагийн урвалж (бутанол:хлороформ, 1:5), гурванхлорт цууны хүчлээр уургаас салгасны дараа вакуум ууршуулагчаар өтгөрүүлэн 4°C хэмд 1:4 (v/v) харьцаагаар 96%-ийн этилийн спиртээр тунадасжуулав. Тунадасыг шүүж этилийн спирт болон ацетаноор угааж тасалгааны хэмд хатаалаа.

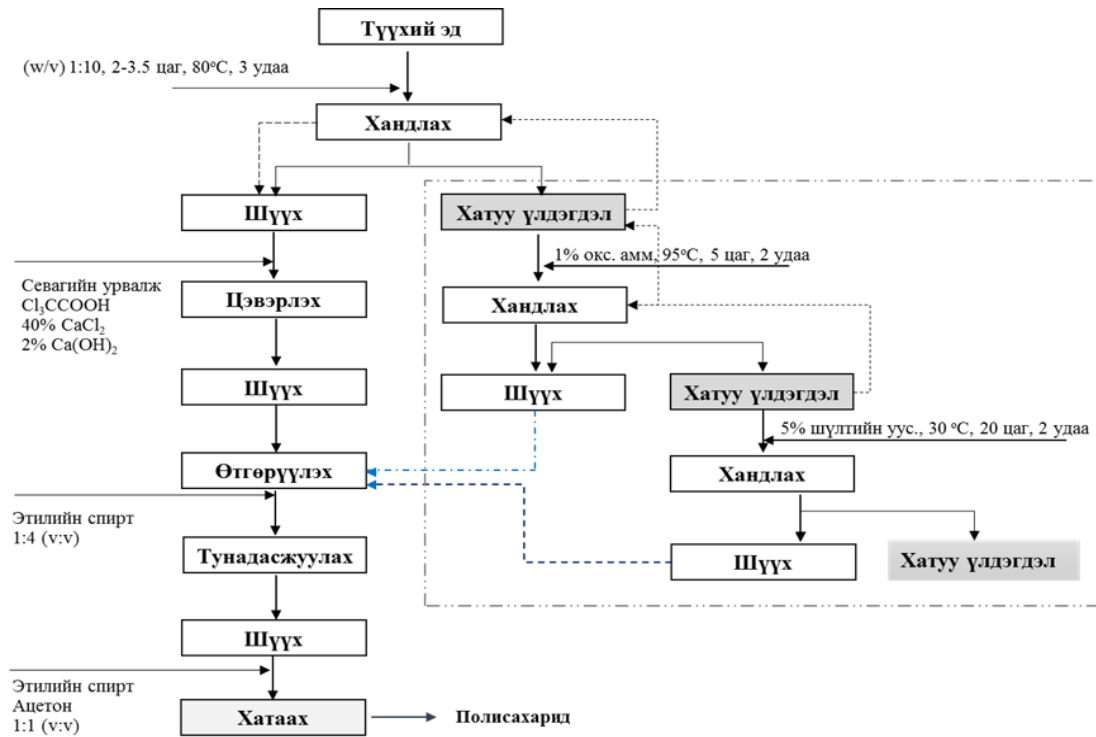
Ялган авсан полисахаридуудыг дахин нэрсэн усанд уусгаж дээрхийн адилаар тунадасжуулав.

Нүүрс ус, уураг, фенолт нэгдэл тодорхойлох: Гарган авсан полисахаридад нүүрс усны агууламжийг фенол-хүхрийн хүчлийн [16], уургийн агууламжийг Брэдфордын [17], нийт фенолт нэгдлийг Фолин-Чикольтеун өнгөт урвалж ашиглан спектрофотометрийн аргаар [18] тус тус тодорхойлов. Нийт фенолт нэгдлийн агууламжийг галлын хүчилд шилжүүлэн тооцсон болно.

Нил улаан туяаны спектр (НУТ): Полисахаридын бүтцийг нил улаан туяаны спектроскопийн аргаар (ATR FT-IR Bruker Alpha II,) 400 – 4000 cm^{-1} зурваст шингээлтийг хэмжив.

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Байгалийн гаралтай полисахаридууд нь салбарлаж, олон хэлхээ үүсгэсэн нарийн төвөгтэй бүтэцтэй тул тэдгээрийг ялгах, цэвэрлэхэд ихээхэн хүндрэл тулгардаг. Полисахаридын биологийн идэвх нь тэдгээрийн бүтэц байгууламжтай шууд хамааралтай [19] учраас тэдгээрийг төрөл бүрийн аргын тусламжтайгаар ялган авдаг. Бид полисахаридын бүтцийг аль болох өөрчлөхгүйгээр гарган авахын тулд уламжлалт аргыг сонгож тохиромжтой горим тогтоох судалгааг явуулсан. Хар модны хаягдал үртэс, манай оронд тарималжуулсан Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс арабиногалактан, инулин, глюканы төрлийн



Бүдүүвч 1. Уламжлалт аргаар полисахарид ялгах ерөнхий схем

полисахаридыг Бүдүүвч 1-т үзүүлсэн ерөнхий схемийн дагуу ялган авсан. Ялган авсан полисахаридын фракцууд цайвар шаргал, бор хүрэн өнгөтэй байв. Энэ нь полисахаридтай хамт пигмент, полифенолт нэгдлүүд хандлагдан орж ирсэн болохыг харуулж байна [20].

Ихэнх полисахарид амьтан/ургамлын эсийн хананд байрладаг тул тэдгээрийг ялгах хамгийн эхний алхам нь түүхий эдийг бутлах, жижиглэх шат байдаг. Полисахаридын гарцад хандлах аргаас гадна дээжний жижиглэлтийн хэмжээ, хандлах температур, хугацаа, дээж уусгагчийн харьцаа нь чухал нөлөө үзүүлдэг [21, 22]. Бид Хар модны үртэс, тарималжуулсан Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс уламжлалт аргаар полисахарид ялгах тохиромжтой горимыг лабораторийн нөхцөлд дээрх хүчин зүйлсээс хамааруулан тогтоож Хүснэгт 1, Зураг 1-д тоймлон харууллаа.

Судалгааны дүнгээс харахад дээжний нунтаглалтын хэмжээ гарцад хамгийн их нөлөөлж байв. Хар модны үртэс 2-3 мм хэмжээтэй байхад хандлагдах арабиногалактаны гарц хамгийн өндөр буюу 8.6% байсан тул энэ хэмжээг тохиромжтой нөхцөл гэж үзэв (Зураг 1а).

Тогтоосон тохиромжтой горимын дагуу 8.6%-ийн

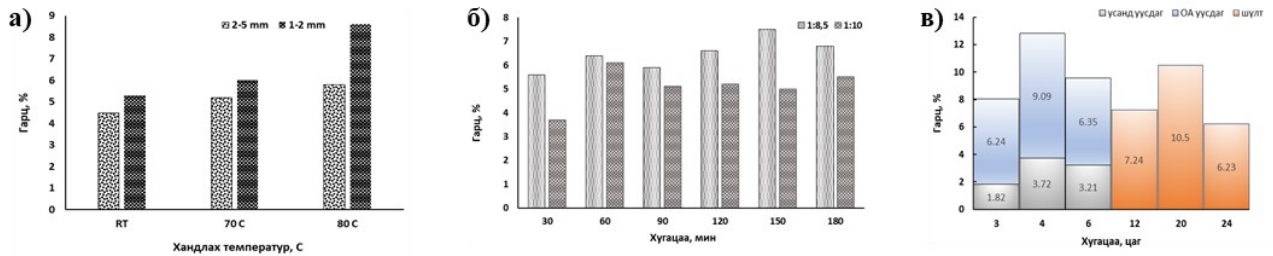
гарцтай арабиногалактан полисахарид ялган авсан. ОХУ-д ургадаг сибирь болон дагуурын шинэсэнд 15% хүртэл АГ агуулагддаг [19] байхад Европ болон АНУ-д ургадаг шинэсний (*Larix occidentalis*) арабиногалактаны гарц 35% хүрдэг байна [23]. Бусад судлаачдын дүнтэй харьцуулахад бидний гарган авсан АГ-ы гарц харьцангуй бага байгаа нь зүйл хоорондын генетикийн ялгаа [24], ялган авсан арга, дээж бэлтгэл зэргээс шалтгаалсан байх боломжтой.

Булцуут наранцэцгийн үндэснээс инулин ялгах тохиромжтой нөхцөл нь дээж уусгагчийн харьцаа 1:8.5, хандлах хугацаа 150 мин, хандлах температур 80°C, дээжний хэмжээ 3-4 мм байсан ба 21.1%-ийн гарцтай инулин гарган авсан. Гаараг нарын судлаачид Булцуут наранцэцгийн үндэснээс уламжлалт аргаар инулин ялган авах тохиромжтой горимыг (уусгагчийн харьцаа 1:7 (w/v), 80°C, 1.5 цаг) тогтоож 92.4% полифруктаны агууламжтай инулин гарган авсан байна [25]. Бидний ялган авсан инулины полифруктаны агууламж 72.1% байгаа нь (Хүснэгт 2) Севагийн урвалжийг ашиглан уургаас нь салгасантай холбоотой гэж үзлээ.

Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс нийт 23.31%-ийн гарцтай глюкозын төрлийн полисахарид ялган авсан ба халуун усанд 3.72%, хүчил, шүлтийн уусмалд

Хүснэгт 1. Хар модны үртэс, Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс полисахарид ялгах тохиромжтой горим

| Полисахарид | Дээжний хэмжээ, мм | Дээж уусгагчийн харьцаа (w/v) | Хандлах температур | Хугацаа, цаг | Полисахаридын гарц, % |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| Арабиногалактан | 2-3 | 1:10 | 80°C | 2 | 8.6 |
| Инулин | 3-4 | 1:8.5 | 80°C | 2.5 | 21.1 |
| Глюкоза | 3-4 | 1:10 | 30-90°C* | 4 | 23.31 |



Зураг 1. Хар модны үртэс, Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс полисахарид ялгах тохиромжтой нөхцөл

а) Арабиногалактаны гарц, дээжний жижиглэлтийн хэмжээ, хандлах температурын хамаарал, б) инулины гарц, дээж уусгагчийн харьцаа, хугацааны хамаарал, в) глюкоаны гарц хугацаанаас хамаарах хамаарал

хандлагдсан полисахаридын гарц 9.09%, 10.5% тус тус байв. А.Synpysya нарын судлаачид энэ аргаар Хясаан дэрвээлж мөөгнөөс ус, хүчил, шүлтэнд уусдаг глюкоан полисахаридыг цэвэр байдлаар (0.5%, 3%, 0.5%) ялгасан байдаг [26]. Мөн богино долгион (33.6%), суперкритик шингэний технологи ашиглан 40-78.6% гарцтай глюкоан гарган авчээ [15]. Судлаачдын судалгааны дүн нилээд ялгаатай байгаа нь тухайн ургамлын төрөл зүйл, ургасан орчин, нөхцөл, хөрөнний найрлагаас гадна тэдгээрийг ялган авсан арга зүйгээс ихээхэн хамаарч байна.

Полисахарид нь ихэвчлэн бага молекулт нэгдлүүд, лигнин, липид уураг гэх мэт тэдгээрийн биологийн идэвхэд сөргөөр нөлөөлдөг бусад нэгдлийн хамт хандлагддаг тул полисахаридын бүтэц-биологийн идэвхийн харилцан хамаарлыг тодорхойлох, цаашид эмийн үйлдвэрлэлд ашиглахын тулд тэдгээрийг бусад нэгдлээс ялгах, цэвэрлэх шаардлага тулгардаг [27]. Иймд бид ялган авсан полисахаридуудын цэвэрлэхийн өмнө болон хольц нэгдлээс цэвэрлэсний дараах фракцын уураг, нүүрс ус, нийт фенолт нэгдлийн агууламжийг тодорхойлж дараах хүснэгтээр харуулав.

Ургамлын түүхий эдийг эхлээд органик уусгагчаар хандалсны дараа полисахаридыг хандлах, тунадасжуулах явцад арабиногалактан, инулин, глюкоаны төрлийн полисахаридын фракцын фенолт нэгдлийн агууламж эхний фракцтай харьцуулахад тус тус 47, 5.6, 1.3 дахин багассан байв. Түүнчлэн гурванхорт цууны хүчил, Севагийн урвалж ашиглан цэвэрлэсэн инулин полисахаридын фракцийн уурагт нэгдлийн агууламж ойролцоогоор 10 дахин, харин глюкоаны төрлийн полисахаридын агууламж ойролцоогоор 3 дахин багассан. Энэ нь полисахаридыг уураггүйжүүлэх үе шатыг олон давтамжтай явуулах, баганан хроматограммын аргуудаар цэвэрлэх шаардлагатай байгааг харуулав.

Полисахаридын биологийн идэвх, функциональ шинж чанар нь тэдгээрийн молекулын бүтцийн онцлогоос өөрөөр хэлбэл, хажуугийн бүх хэлхээний бүтэц, үндсэн хэлхээний дагуух байрлал, макромолекулын комформац зэргээс шалтгаална [19]. Гарган авсан полисахаридын фракцийн нил улаан туяаны спектр (НУТ)-ийг дараах зургаар харуулав. НУТ спектрийн шингээлт нь молекул дахь атом, бүлэг атомуудын хоорондын холбооны хэлбэлзлийг илэрхийлдэг. Нүүрс усны НУТ-ны спектрийг ерөнхийд нь 3100-2700 см⁻¹, 1200-900 см⁻¹, 900-600 см⁻¹ гэсэн 3 мужид хувааж болно [28].

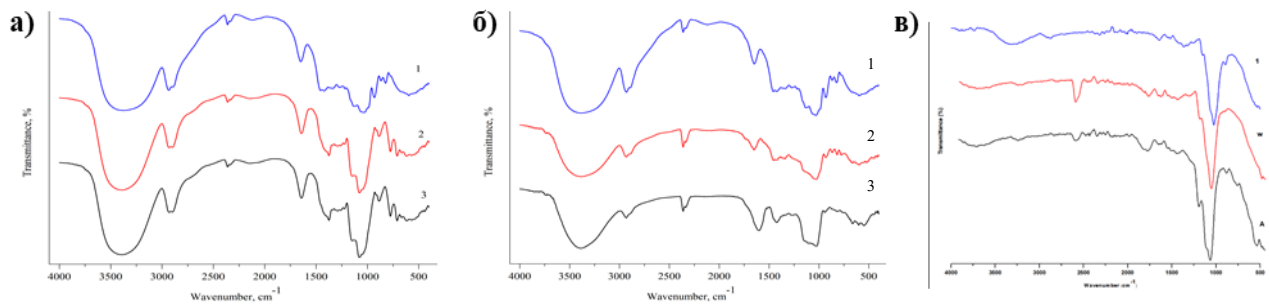
Спектрийн 1200-900 см⁻¹ мужид ихэвчлэн С-О, С-С холбооны хүчтэй эрчим болон олиго-, полисахаридын С-О-Н, С-О-С холбооны деформацийн хэлбэлзлийн шингээлтийн зурвас илэрдэг тул полисахаридыг тодорхойлох боломж олгоно. Ихэнх нүүрс усны цагираг бүтцийн С-О-С холбооны валентын хэлбэлзэл ~ 1080, 1170 болон 1030 см⁻¹ мужид илэрдэг.

3100-2700 см⁻¹ мужид цөөн тооны сигнал илрэх бөгөөд СН₂ бүлгийн С-Н (ассим), СН₃ бүлгийн С-Н (сим) хэлбэлзэл болон С-Н холбооны хэлбэлзэл, харин 3283 см⁻¹ мужид -ОН бүлгийн валентын хэлбэлзэл илэрдэг бол 900-600 см⁻¹ муж нь нүүрс усны бүтцийн гол бүлгүүдийн талаарх мэдээллийг өгдөг [28].

Хар модны үртэсээс гарган авсан арабиногалактаны НУТ-ны спектрийн шингээлтээр (Зураг 2А) 1644 см⁻¹ мужид гликозидын холбооны -ОН бүлгийн, 1075-1152 см⁻¹ мужид пираноз, 882 см⁻¹ мужид β-D-глюкопираноз, 776 болон 711 см⁻¹ мужид фуранозын шингээлтийн зурвас тус тус өгсөн нь харагдаж байна. Булцуут наранцэцгийн үндэснээс ялган авсан инулины спектрограммаас (Зураг 2Б) харахад нүүрс усны нийтлэг шинж чанарыг илэрхийлдэг шингээлтийн зурвасуудаас гадна 1028-

Хүснэгт 2. Ялган авсан полисахаридын фракцын химийн зарим үзүүлэлт

| | Арабиногалактан | | Инулин | | Глюкоан (усанд уусдаг) | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|
| | Фракц | Цэвэрлэсэн | Фракц | Цэвэрлэсэн | Фракц | Цэвэрлэсэн |
| Уураг, % | - | 0.28 ± 0.03 | 2.03 | 0.18 ± 0.05 | 37.9 | 12.6 |
| Нүүрс ус, % | - | 68.8 | - | 72.1 | - | 69.0 |
| Фенолт нэгдэл ГХ экв, мг/г | 2.351 ± 0.032 | 0.05 ± 0.003 | 0.95 ± 0.283 | 0.17 ± 0.022 | 0.53 ± 0.012 | 0.39 ± 0.07 |



Зураг 2. (а) арабиногалактан, (б) инулин, (в) глюкозы төрлийн полисахаридын НУТ спектрограмм. 1-стандарт, 2- цэвэрлээгүй полисахаридын фракц, 3- уураг бусад хольцоос цэвэрлэсэн фракц, W-усанд уусдаг фракц, A- шүлтэнд уусдаг фракц

1025 cm^{-1} саяны хэсэгт илэрсэн зурвас нь инулины молекул дах глюкозын –ОН бүлэг байгааг харуулж байгаа бол 941, 933, 867, 818 cm^{-1} мужид (Зураг 2б, 1 ба 2) аномер фруктофуранозын (2→1) гликозидын холбооны шингээлт илэрч байгааг харуулж байна [29, 30]. Хясаан дэрвээж мөөгний НУТ спектрийн 1029, 1044 cm^{-1} мужид (Зураг 3в, w, а) ус, шүлтэнд уусдаг полисахаридын β -гликозидын холбооны өвөрмөц шингээлт илэрсэн нь глюкоз болохыг баталж байна. 870-895 cm^{-1} мужид гликозидийн холбооны β -, харин 760-840 cm^{-1} муж дахь шингээлтийн эрчим нь α - байрлалыг тус тус илэрхийлдэг [31]. Шүлтэнд уусдаг (Зураг 3В, А) глюкозы төрлийн полисахарид 869 cm^{-1} , 777-769 cm^{-1} мужуудад шингээлт өгсөн тул энэ фракцийн моносахаридууд α -, β -гликозидын холбоогоор холбогдсон байна гэж үзлээ. Түүнчлэн 1652 cm^{-1} болон 1523 cm^{-1} мужид C=N холбооны хэлбэлзэл илэрсэн (Зураг 2В) нь уг фракцад уурагтай холбогдсон нүүрс усны фракц байгааг харуулж байна. Энэ дүн нь глюкозы төрлийн полисахаридын фракцад 12.6%-ийн уураг (Хүснэгт 2) агуулагдаж байгаагаар батлагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ

Түүхий эдийг эхлээд органик уусгагчаар хандалж пигмент, бага молекулт нэгдлээс нь салгах нь цэвэршилт сайтай полисахарид гарган авах боломжийг нэмэгдүүлж байна. Полисахаридын гарцад хандлах температураас гадна дээжний жижиглэлтийн хэмжээ чухал нөлөө үзүүлж байв. Хар модны үртэс, манай оронд тарималжуулсан Булцуут наранцэцгийн үндэс, Хясаан дэрвээж мөөгнөөс ялгасан полисахаридуудын функциональ бүлгийг нил улаан туяаны спектрийн аргаар тодорхойлоход нүүрс усны нийтлэг шинж чанарыг илэрхийлдэг шингээлтийн зурвасууд, түүнчлэн α -, β -гликозидын холбооны өвөрмөц шингээлтүүд илэрсэн ба эдгээр нь арабиногалактан, инулин болон глюкозы төрлийн полисахарид болохыг нотолж байна.

Полисахарид нь салбарласан бүтэцтэй биополимер тул цэвэр төлөв байдлаар ялгахад хүндрэлтэй байдаг

учраас эдгээр полисахаридуудыг диализ, баганан хроматографийн аргуудыг ашиглан дахин цэвэрлэж, молекулын бүтэц, шинж чанарын судалгаа хийх шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

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

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Y.Yue, Sh.Mingyue, S.Qianqian, H.Jianhua (2018). Biological activities and pharmaceutical applications of polysaccharide from natural resources: A review. *Carbohydrate Polymers*. 183:91-101. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.12.009>
2. R.Chen, S.Li, C.Liu, S.Yang, X.Li (2012). Ultrasound complex enzymes assisted extraction and biochemical activities of polysaccharides from epimedium leaves. *Process Biochem*. 47(12):2040-2050. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.07.022>
3. L.Shi (2016). Bioactivities, isolation and purification methods of polysaccharides from natural products: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 92:37-48. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.06.100>
4. X.Ji, B.Peng, H.Ding, B.Cui, H.Nie, Y.Yan (2021). Purification, structure and biological activity of Pumpkin polysaccharides: a review. *Food Reviews International*. 37(1):1-13. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1904973>
5. W.Zhu, X.Xue, Z.Zhang (2016). Ultrasonic-assisted extraction, structure and antitumor activity of polysaccharide from *Polygonum*. *International Journal of Biological Macromolecules*. 91:132-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.05.061>
6. A.D.E.Silva, W.T.de.Magalhaes, L.M.Moreira, M.V.P.Rocha, A.K.P.Bastos (2018). Microwave-assisted extraction of polysaccharides from *Arthrospira (Spirulina) platensis* using the concept of green chemistry. *Algal Research*. 35:178-184. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.08.015>
7. M.F.Chaplin, J.F.Kennedy. (1994) *Carbohydrate Analysis: A Practical Approach*, 2nd ed., Oxford

- University Press, Oxford.
8. С.А.Медведева Г.П.Александрова, В.И.Дубровина, Т.Д.Четверикова. (2002). Арабиногалактан лиственницы – перспективная полимерная матрица для биогенных металлов. *Butlerov Communications*. 7:45-49
 9. P.Odonmazig, A.Ebringerova, E.Machova, J.Alfoldi. (1994). Structural and molecular properties of the arabinogalactan isolated from Mongolian larchwood (*Larix dahurica* L.). *Carbohydrate Resrarch*. 252:317-324. [https://doi.org/10.1016/0008-6215\(94\)90028-0](https://doi.org/10.1016/0008-6215(94)90028-0)
 10. Z.Liu, M.Weil, G.Cui, X.Yang, H.Gu, L.Yang (2018). Optimization of arabinogalactan and taxifolin extraction process from Dahurian larch (*Larix gmelinii*) and evaluation of the effects on activities of α -amylase, α -glycosidase, and pancreatic lipase in vitro. *Journal of Food Biochemistry*, 42(5):12607. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12607>
 11. J.Wu, Y.Xu, B.Zhu, K.Liu, S.Wang (2020). Characterization of an arabinogalactan from the fruit hulls of *Ficus pumila* Linn. and its immunomodulatory effect. *Journal of Functional Foods*. 73:104091 <http://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104091>
 12. М.Н.Назаренко (2014). Совершенствование технологий получения инулина и фруктозоглюкозного сиропа из топинамбура и их применения в производстве функциональных молочных продуктов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар.
 13. L.Weil, J.Wang, X.Zheng, D.Teng, Y.Yang et al (2007). Studies on the extracting technical conditions of inulin from *Jerusalem artichoke* tubers. *Journal of Food Engineering*.79(3):1087-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.028>
 14. I.Mironczuk-Chodakowska, K.Kujawowicz, A.M.Witkowska (2021) Beta-Glucans from Fungi: Biological and health-promoting potential in the COVID-19 pandemic era. *Nutrients*. 13(11):3960. <https://doi.org/10.3390/nu13113960>
 15. Y.K.Leong, F.C.Yang, J.S.Chang (2020). Extraction of polysaccharides from edible mushrooms: Emerging technologies and recent advances. *Carbohydrate Polymers*. 251:117006. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117006>.
 16. M.Dubois, K.A.Gilles, J.K.Hamilton, P.A.Rebers, F.Smith (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3):350-356.
 17. M.Bradford (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*. 72(1-2):248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
 18. V.L.Singleton, R.Orthofer, R.M.Lamuella-Raventos (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299:152-78. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
 19. А.О.Арифходжаев (2000). Галактаны и галактансодержащие полисахариды высших растений. *Химия природных соединений*. 3:185-197.
 20. О.А.Макаренко, А.П.Левицкий (2013). Физиологические функции флавоноидов в растениях. *Физиология и Биохимия Культурных Растений*. 45(2):100-112.
 21. R.Albarri, S.Sahin (2022). Monitoring the recovery of bioactive molecules from *Moringa oleifera* leaves: Microwave treatment vs ultrasound treatment. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2022:1-13. <https://doi.org/10.1007/S13399-021-02232-Z>
 22. M.G.Rasul (2018). Conventional extraction methods use in medicinal plants, their advantages and disadvantages. *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing*. 2(6):10-14.
 23. Л.С.Васильева, Х.Удвал, И.С.Выборова, Е.В.Рахвалова (2004). Арабиногалактан уменьшает стресс-индуцированную альтерацию печени. Материалы конференции “Современные наукоемкие технологии” 6:82-83.
 24. V.L.Semerikov, M.Lascoux (1999). Genetic relationship among Eurasian and American larix species based on allozymes. *Heredity (Edinb)* 83(1):62–70. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6885310>
 25. A.Gaafar, M.S.El-Din, E.Boudy and H.H.El-Gazar (2010). Extraction conditions of inulin from Jerusalem Artichoke tubers and its effects on blood glucose and lipid profile in diabetic rats. *Journal of American Science*. 6(5):36-43.
 26. A.Synytysya, K.Mičková, A.Synytysya, I.Jablonský, J.Spěváček, et al (2009). Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*. 76(4):548-556. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.11.021>
 27. S.M.Colegate, R.J.Molyneux (2007). Bioactive natural products: Detection, isolation, and structural determination. CRC Press, BocaRaton, FL.
 28. M.Grube, M. Bakers, D.Upite, E.Kaminska (2002). Infrared spectra of some fructans. *Spectroscopy*, 16:289-296. <https://doi.org/10.1155/2002/637587>
 29. Т.В.Бархатова, М.Назаренко, М.А.Козухова, И.А.Хрипко (2015). Obtaining and identification of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Foods and Raw Materials*, 3

- (2):13–22. <https://doi.org/10.12737/13115>.
30. N.Erdenechimeg, G.Oyundari, B.Orgilmaa, B.Munkhtsetseg, B.Bayarmaa (2021). The Possibility of obtaining inulin from the tubers of *Helianthus tuberosus* L and *Inula helenium* L. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*. 31(3):174-179. <https://doi.org/10.5564/mjas.v31i3.1552>
31. A.S.Ali, A.H.Noora, M.K.Hadeel (2020). Antitumor activity of β -glucan extracted from *Pleurotus eryngii*. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 14(3):2493-2499. <https://doi.org/10.37506/ijfnt.v14i3.10811>

Optimization of the polysaccharide extraction process from natural raw materials

Damdindorj Mungunnaran¹, Lodonjav Munkhgerel¹, Munkhjargal Odonchimeg¹, Duger Regdel¹, Namjil Erdenechimeg^{1*}

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

*E-mail: erdenechimeg_n@mas.ac.mn

ORCID: [0000-0001-5515-6860](https://orcid.org/0000-0001-5515-6860)

Submitted: 21.11.2022

Reviewed: 04.12.2022

Accepted: 27.12.2022

Abstract: Polysaccharides are of great interest to scientists due to their special properties such as non-toxicity, specific physical and chemical properties, therapeutic effects, biodegradability, and biocompatibility. In recent years, research has been intensively conducted on the isolation of polysaccharides from natural raw materials by conventional and non-conventional methods, to determine their structure and biological activity for practical application.

In this research, the optimal conditions for extracting arabinogalactan, inulin, and glucan-type polysaccharides from the Siberian larch (*Larix sibirica* L.) sawdust, the root of cultivated Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), and Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by conventional methods.

The crude polysaccharides were extracted and purified by a re-precipitation method, Sevag reagent, trichloroacetic acid (TCA), and calcium hydroxide, and their physicochemical properties were identified by FT-IR.

Keywords: *conventional methods, arabinogalactan, inulin, glucan polysaccharide*

© The Author(s). 2022 **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.v10i10.1804>