

Дагуур шинэсний (*Larix gmelinii*) тоосны морфологийн зарим үзүүлэлт ба уур амьсгалын хүчин зүйлсийн хамаарал

Төмөрбаатарын Ариунбаатар^{1,2*}, Баясгаланхүүгийн Лянхуа¹,
Сандагдорж Жамъянсүрэн¹

¹Шинжлэх Ухааны Академийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, Ой судлалын салбар

²Хөдөө аж ахуйн их сургууль, Агро-Экологийн сургууль

*И-мэйл: ariunbaatart@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0001-7609-5198>

<https://doi.org/10.5564/mjb.v7i33.5387>

Хүлээн авсан: 30.05.2025 Хянасан: 19.08.2025 Хэвлэлтэнд: 30.09.2025

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд Өвөр-Байгалийн ой-ургамалжлын муж Эрээний нурууны хошуунд тархан ургадаг Дагуур шинэс (*Larix gmelinii*)-ний тоосны морфологийн онцлог, боловсрох хугацаа болон эдгээрт уур амьсгалын хүчин зүйлсийн үзүүлэх нөлөөг харьцуулан судалгааг гүйцэтгэв. Судалгаанд цэцгийн тоосны морфометрийн үзүүлэлтүүд болох урт, өргөн, экзиний зузааныг тодорхойлж, тэдгээрийн уур амьсгалын хүчин зүйлстэй хамаарлыг 2016–2021 оны өгөгдөлд үндэслэн үнэлэв. Судалгааг Хайчийн гол, Түргэн, Засмал давааны шинэсэн ойн гурван байршилд гүйцэтгэсэн. Үр дүнгээс харахад тоосны урт, өргөн тогтвортой үзүүлэлт байсан бол экзиний зузаан нь уур амьсгалын хүчин зүйлсэд мэдрэг хариу үзүүлж байв. Тодруулбал, экзиний зузаан 4-р сарын температуртай эерэг ($r = 0.24$, $p < 0.05$), 5-р сарын хур тунадаст сөрөг ($r = -0.29$, $p < 0.05$) хамааралтай байлаа. Эдгээр үр дүн нь Дагуур шинэсний тоосны бүтцэд орчны богино хугацааны хэлбэлзэл мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдгийг харуулж байна.

Түлхүүр үгс: *Larix gmelinii*, тоосны морфологи, экзин, температур, хур тунадас, уур амьсгал

Эшлэл авахдаа: Төмөрбаатарын Ариунбаатар^{1,2*}, Баясгаланхүүгийн Лянхуа¹, Сандагдорж Жамъянсүрэн¹. Дагуур шинэсний (*Larix gmelinii*) тоосны морфологийн зарим үзүүлэлт ба уур амьсгалын хүчин зүйлсийн хамаарал. Монголын ботаникийн сэтгүүл, 07(33): 146-159.

Удиртгал

Монгол Улсын ойн сангийн нийт талбай нь 18,596.1 мянган га бөгөөд энэ нь улсын нийт нутаг дэвсгэрийн 11.89 хувийг эзэлдэг. Үүнээс ойгоор бүрхэгдсэн талбай 12,619.4 мянган га бөгөөд нутаг дэвсгэрийн 8.07 хувийг бүрдүүлж байна (Ойн судалгаа, хөгжлийн төв, 2020). Манай орны ой мод нь голчлон Хэнтий, Хангай, Хөвсгөл, Алтайн уулархаг бүс нутагт тархан ургадаг бөгөөд гол мөрний усны урсцыг зохицуулах, хөрсийг элэгдэл эвдрэлээс хамгаалах, уур амьсгалыг зөөлрүүлэх, амьтан, ургамлын амьдрах орчныг бүрдүүлэх зэргээр экосистемийн тэнцвэрт байдлыг хадгалахад чухал үүрэгтэй. Мөн үйлдвэрлэлийн түүхий

эдийн нэг гол нөөц болдог учир экологи, эдийн засгийн өндөр ач холбогдолтой. Монгол орны нийт ойн сангийн ойролцоогоор 70 хувийг шинэсэн ой эзэлдэг (Дугаржав, 2006).

Сибирийн ойн өмнөд захыг бүрдүүлдэг манай орны шинэсэн ой нь модны чухал нөөц төдийгүй байгаль экологийн тогтвортой байдлыг хадгалах үндсэн үүрэгтэй. Гэвч Монгол орны шинэсэн ой нь олон жилийн туршид байгалийн хүчин зүйл, цаг уурын өөрчлөлт болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөнөөс шалтгаалан доройтож байна. Шинэсэн ой нь баруун хязгаарын Алтайн нуруунаас эхлэн Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий нурууны салбар уулс болох Эрээний нуруу хүртэл тархаж, нийтдээ 7,347.7 мянган га талбайг хамардаг.

Монголд шинэсний тоосны бүтцийн судалгаа цөөн хийгдсэн бөгөөд үрийн чанарт байгаль орчны хүчин зүйлс хэрхэн нөлөөлж буй талаар олон жилийн өгөгдөлд суурилсан дүн шинжилгээ хангалтгүй байна. Тоосны шинж чанар нь зөвхөн үр, үржлийн биологид бус систематик, палео-ботаник болон экологийн судалгаанд чухал ач холбогдолтой хэрэглэгдэхүүн болдог (Erdtman, 1952; Punt et al., 2007). Тоосны морфологийн судалгаа нь төрөл зүйлийг ялгахад найдвартай микро-морфологийн шинжүүдийг тодорхойлох, тархалтын бүсийг уур амьсгалын цаг хугацааны өөрчлөлттэй холбон тайлбарлах, цаашлаад уур амьсгалын өөрчлөлтөд шилмүүст мод хэрхэн хариу үзүүлж байгааг судлахад өргөнөөр ашиглагддаг (Traverse, 2007). Сүүлийн жилүүдэд *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *Picea obovata* зэрэг зүйлүүдийн үрийн чанар буурах хандлага ажиглагдаж байгаа нь уур амьсгалын нөлөө, эсвэл генетик болон физиологийн хүчин зүйлтэй холбоотой эсэхийг нарийвчлан тогтоох шаардлагатай байна (Батсүх нар, 2020; Purevdorj et al., 2023).

Монголд тоосны судалгаа 1970-аад оноос эхэлсэн бөгөөд Монгол-Зөвлөлтийн хамтарсан экспедицийн хүрээнд хээрийн ургамлын гарал үүслийг тогтоох зорилгоор палинологийн судалгаа хийж байжээ (Голубева, 1976). Үүнээс гадна нарс, шинэс, хус зэрэг моддын тоосны бүтэц, цэцэглэлт, үрийн бүтээмж, өөрөө болон харилцан тоос хүртэлтийн үр дүнг судалсан нь шинэсний үржил, селекцийн судалгаанд чухал суурь мэдээлэл болж байна (Owens, 2005; Седельникова, 2021).

Larix төрлийн моддын тоосны бүтэц нь морфологийн хувьд харьцангуй тогтвортой боловч нарийвчилсан шинжилгээгээр зүйл хооронд ялгаатай шинжүүд илэрдэг нь систематик болон таксономийн судалгаанд чухал ач холбогдолтой байдаг (Hideux, 1972; Traverse, 2007). Шинэсний тоос ихэвчлэн моно хэлбэртэй, хоёр эсвэл гурван хажуу талдаа агаарын хүүдийгүй бөгөөд энэ бүтэц нь салхиар тархах аэродинамик хэлбэрийг зохицлыг бий болгодог (Erdtman, 1952). *Larix* зүйлүүдийн тоосны хэмжээ дунджаар 40–70 мкм орчим, хажуу талаас харахад эллипс хэлбэртэй бөгөөд экинний гадаргуу сийрэг торон бүтэцтэй, хээ угалз багатай байдаг.

Филогенетикийн хувьд тоосны бүтэц нь хүйс, овог, төрөл зэрэг таксоны түвшинд хувьслын зүй тогтол болон нийтлэг шинж чанарыг тогтоох чухал хэрэглүүр болдог. Сканинг электрон микроскоп (SEM)-ын шинжилгээгээр илэрхийлэгддэг тоосны бичил бүтэц нь төрөл хоорондын ялгааг илүү нарийн

түвшинд илрүүлэх боломжийг олгодог тул хувьслын судалгаанд нэмэлт нотолгоо болж өгдөг (Rowley & Claugher, 1991).

Тоосны бүтцийн судалгаа нь шилмэл үрийн эх моддыг сонгох, солбисон болон дотоод тоос хүртэлтийн хэмжээг үнэлэхэд өргөнөөр ашиглагддаг. Тоосны хэмжээ, бүтэц нь тоос хүртээлтийн чадвар болон үрийн боловсролттой шууд холбоотой тул селекцийн судалгаанд чухал үнэлгээний үзүүлэлт болдог. Монгол орны нөхцөлд уур амьсгалын өөрчлөлт болон хуурайшилтын улмаас тоос үүсэх чадвар буурч, боловсрох хугацаа богиносох хандлага ажиглагдаж байгаа тул энэ чиглэлийн судалгааг өргөжүүлэх нь ойжуулалт, нөхөн сэргээлтийн стратегид онцгой ач холбогдолтой юм.

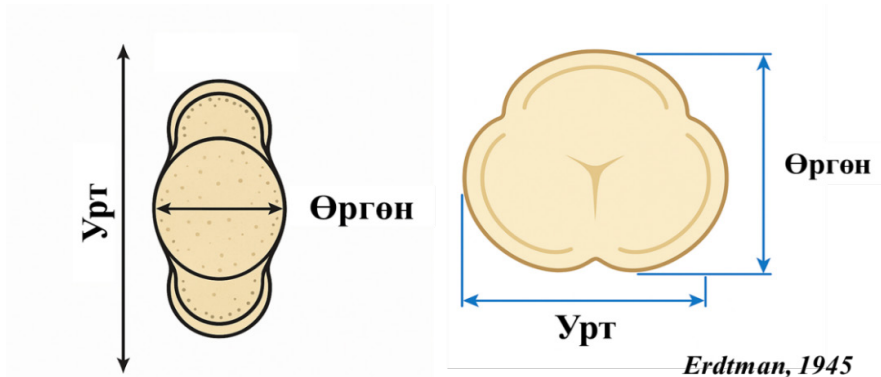
Иймд энэхүү судалгаагаар Монгол орны шилмүүст моддын тоосны морфологийн онцлог, боловсрох хугацаа болон тэдгээрт уур амьсгалын хүчин зүйлсийн үзүүлэх нөлөөг тодорхойлох зорилгоор Дагуур шинэсний цэцгийн тоосыг сонгон судлав. Судалгааны үр дүн нь үр үржүүлгийн биологи, нөхөн сэргээлтийн менежмент болон ургамлын систематик судалгаанд бодит хувь нэмэр оруулах ач холбогдолтой. Тус зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг тавьж ажиллаа. Үүнд, Дагуур шинэсний тоосны бүтэц, түүний дотор тоосны хананы зузааныг тодорхойлж, ялгаатай газруудад ургаж буй популяциудын хоорондын ялгаа, мөн тоосны морфологи бүтцэд цаг агаарын зарим үзүүлэлтүүдийн нөлөөллийг илрүүлэх зорилтууд дэвшүүлэв.

Судалгааны аргазүй

Судалгааг Дорнод аймгийн Баян-Уул, Баяндун сумдын Хайчийн гол, Түргэн, Засмал даваа зэрэг газруудад байрлах Дагуур шинэсний байгалийн популяциудад 2016–2021 онд хэрэгжүүлэв. Тоосны дээжийг жил бүр 4-р сарын гуравдугаар арав хоног болон 5-р сарын эхний арав хоногт тус бүр 30 модноос цуглуулсан. Дээж цуглуулахдаа зөв титэмтэй модноос байгалиараа нээгдсэн микростробилыг хуурай, нарлаг цаг агаарт авсан бөгөөд модны насыг харгалзан үзээгүй болно. Цуглуулсан дээжийг CaCl_2 агуулсан хатаагчид хийж, популяци тус бүрээс нийт 9 бэлдмэл (мод бүрээс гурван давталттай) бэлтгэн, тоосны морфометрийн хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. Тоосны дээжээр байнгын бэлдмэл хийхдээ боловсорч гүйцсэн тоос бүхий дохиурыг авч цэвэр тавиур шилэн дээр тавьж тоосовчны ханыг залуур зүүний үзүүрээр задалж, нэрмэл усаар угаахад тоосны хэмжээ мэдэгдэхүйц өөрчлөгдөн томорч байсан тул 96% спиртийн дуслыг хийж, тос болон давирхайт бодисыг арилгасны дараа бохир хүрээг спирттэй хөвөнгөөр арчиж цэвэрлэн суурилаг фуксинаар будаж, желатин глицерины уусмалд хийх ёстой боловч тухайн уусмалд хийсэн тоосны бэлдмэл 2-3 жилийн дараа өнгөө алддаг учир оронд шууд канад бальзамд Пунсалпаамуу (1999), хийж ургамлын нэр, авсан газрын хугацааг тодорхой бичиж, битүү саванд хадгална.

Тоосны хэмжээг түүний олон хэлбэрийг харгалзан туйлын болон экваторын бүсээс хэмжиж гэрлийн микроскоп дээр 400 дахин өсгөж окуляр ба обектив микрометрийн утгаар илэрхийлнэ (Хржановский, Пономаренко, 1979). Тоосны морфометрийн үзүүлэлтүүдийг ХҮН-3А микроскопын микрометрийн шил

ашиглан хэмжсэн (Erdtman, 1945, 1952; Моносзон-Смолина, 1949; Halbritter et al., 2018). Цэцгийн тоосыг хэмжихдээ Эрдтман (1945, 1952)-ы аргазүйн дагуу тоосны хэлбэрээс шалтгаалсан зураг 1-д харуулсан байдлаар урт, өргөнийг хэмжинэ.



Зураг 1. Тоосны морфологийн хэмжилт хийх арга схем

Тоосны морфологийн хэмжилтийг маш жижиг, жижиг, дунд, том, маш том ба аварга гэж 6 ангилдаг. Тоосны хэлбэрийн ангиллыг өндөр ба уртын харьцааг 100-аар үржүүлэн тодорхойлж дараах ангиллаар ангилдаг (Эрдтман 1952). (Хүснэгт 1).










Хүснэгт 1. Тоосны хэмжээний ангилал

Схем зураг	Ангилал	Урт (μм)
	Маш жижиг	<10
	Жижиг	10–25
	Дунд	25–50
	Том	50–100
	Маш том	100–200
	Аварга	>200

Хүснэгт 2-д үзүүлсэн ангиллын дагуу тоосны гажиг үүсэлтийг тодорхойлох, гажигтай тоосны тооллого хийх, төрөл зүйлийг ялгах аргачлалыг Сурсо нар (2012), Седельникова нар (2021) судалгаандаа хэрэглэсэн байдаг. Эдгээр

судалгаанд урт ба өргөний харьцаа 100-тай тэнцүү буюу бөмбөрцөг хэлбэрээс өөр морфологи бүхий тоосыг гажиг тоос гэж ангилсан бөгөөд уг үзэгдэл нь тоос үүсэх үеийн орчны хүчин зүйлсийн нөлөөнд ихээхэн хамаардаг болохыг тогтоосон байдаг.

Хүснэгт 2. Тоосны хэлбэрийн ангилал

Схем зураг	Хэлбэрийн ангилал	Харьцааны утга (×100)
	Хэт хавтгайрсан	<50
	Хавтгайрсан	50–75
	Дэд хавтгай	75–88
	Бөмбөрцөг-хавтгай	88–99
	Бөмбөрцөг	100
	Бөмбөрцөг-суналттай	101–114
	Дэд суналттай	114–133
	Суналттай	133–200
	Хэт суналттай	>200

Тоосны морфометрийн үзүүлэлтүүд болон талбайн хоорондын ялгааг нэг хүчин зүйлт вариацийн шинжилгээ болон Түкей Постхок шалгуураар үнэлсэн. Орчны хүчин зүйлсийн нөлөөллийг Пирсоны хамаарлын шинжилгээ болон шугаман регрессийн анализ ашиглан тодорхойлж, бүх статистик боловсруулалтыг R программын ашиглаж гүйцэтгэсэн. Цаг уурын мэдээллийг Ус, цаг уур, орчны шинжилгээний газраас авч ашиглав.

Судалгааны үр дүн

Судалгаанд хамрагдсан гурван байршлын хувьд 2016–2021 оны хооронд жил бүр 30 ширхэг тоосны дээжийн хэмжилт хийж, тоосны урт, өргөн (экватороос ба туйлаас хэмжсэн), экзиний зузаан болон хувьсах коэффициентийг (CV) тооцсон (Хүснэгт 3). Хайчийн гол байршилд 6 жилийн туршид тоосны урт дунджаар 74.4–79.3 мкм-ийн хооронд хэлбэлзсэн бөгөөд хамгийн их утга 2021 онд (79.3±0.7 мкм, CV=4.8%) тэмдэглэгджээ. Тус байршил дахь тоосны өргөн нь мөн адил 72.0–76.3 мкм-ийн хооронд хэлбэлзэж, нийтдээ бага зэрэг өсөх хандлага ажиглагдаж байна. Харин экзиний зузаан 2021 онд хамгийн бага (4.8±0.1 мкм) байсан бол 2016, 2019 онд хамгийн зузаан (6.1±0.1 мкм) байна. Хувьсах коэффициентын утгууд харьцангуй тогтвортой, ихэвчлэн 11–13%-ийн

хооронд байсан нь морфометрийн хувьд нэг төрлийн үр дүнг харуулж байна (Хүснэгт 3).

Түргэн орчимд тоосны урт нь нийтдээ 72.2–73.7 мкм-ийн хооронд хэлбэлзэж, өргөн нь жил бүр 70 мкм орчимд хадгалагдаж байсан бол экинний зузаан 2016, 2020 онд 5.6 мкм, харин 2017, 2021 онд 5.8 мкм хүртэл нэмэгдсэн байна. Харин хувьсах коэффициентууд 8.1–13.9%-ийн хооронд хэлбэлзэж, зарим жилд илүү хувьсах чанартай байгааг илтгэж байна (Хүснэгт 3).

Засмал даваа байршилд нийтдээ тоосны урт 73.6–75.5 мкм, өргөн нь 71.2–73.2 мкм байсан бөгөөд бусад байршилтай харьцуулахад хамгийн их хэлбэлзэлтэй байсан. Тухайлбал, 2017, 2020 онд хувьсах коэффициент 7.8% хүрч, энэ жилүүдэд дээжүүд хоорондоо морфометрийн хувьд харьцангуй ялгаатай байсныг харуулж байна. Мөн экинний зузаан бусад байршлуудаас өндөр (5.7–6.5 мкм) бөгөөд хамгийн их зузаан нь 2021 онд (6.5 ± 0.1 мкм) тэмдэглэгджээ. Харин хувьсах коэффициент 2021 онд 8.4%-д буурсан нь бусад жилүүдтэй харьцуулахад илүү тогтвортой бүтэцтэй байсныг илтгэнэ (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Дагуур шинэсний тоосны морфологи үзүүлэлтүүдийн үр дүн

Газрын нэр	Жил	Дээжний тоо	Limit, мкм	Тоос экватороос		Тоос туйлаас		Экин	
				х+м, μм	cv	х+м, μм	cv	х+м, μм	cv
Хайчийн гол	2016	30	67-83	74.4±0.6	5	72.0±0.7	5.3	6.1±0.1	11.3
	2017	30	67-85	77.4±0.7	5.5	74.5±0.8	5.7	5.5±0.1	11.3
	2018	30	68-85	76.2±0.8	5.6	73.5±0.6	4.9	5.8±0.1	12.8
	2019	30	68-83	74.7±0.6	4.6	72.2±0.6	5.1	6.1±0.1	11.5
	2020	30	67-85	77.4±0.7	5.5	74.5±0.7	5.7	5.5±0.1	11.3
	2021	30	70-87	79.3±0.7	4.8	76.3±0.6	4.4	4.8±0.1	12.3
Түргэн	2016	30	63-80	72.2±0.7	5.6	70.1±0.6	5.4	5.6±0.1	13.9
	2017	30	63-81	72.5±0.7	5.6	70.4±0.8	5.9	5.8±0.1	11.8
	2018	30	63-80	73.7±0.7	5.3	71.5±0.7	5.3	5.5±0.1	11.6
	2019	30	65-78	72.9±0.6	4.9	69.9±0.9	6.9	5.5±0.1	8.1
	2020	30	63-80	72.2±0.7	5.6	70.1±0.7	5.3	5.6±0.1	13.8
	2021	30	63-81	72.4±0.7	5.6	70.4±0.7	5.9	5.8±0.1	11.8
Засмал даваа	2016	30	65-79	74.8±0.6	4.4	72.6±0.6	5.1	5.1±0.1	15.6
	2017	30	63-90	73.6±1.0	7.8	71.2±0.8	6.3	5.7±0.1	17.2
	2018	30	59-82	75.5±0.8	6.1	73.2±0.9	6.8	6.1±0.2	18.4
	2019	30	65-79	74.9±0.6	4.4	72.6±0.6	5.1	5.1±0.1	15.6
	2020	30	63-90	73.6±1.1	7.8	71.2±0.8	6.3	5.7±0.1	17.3
	2021	30	59-82	75.1±0.8	6.3	72.7±0.9	7.1	6.5±0.1	8.4

Тайлбар: Limit- тоон хязгаарын утга, х+м- дундаж утга, алдаа, C.V- хэлбэлзэлийн коэффициент

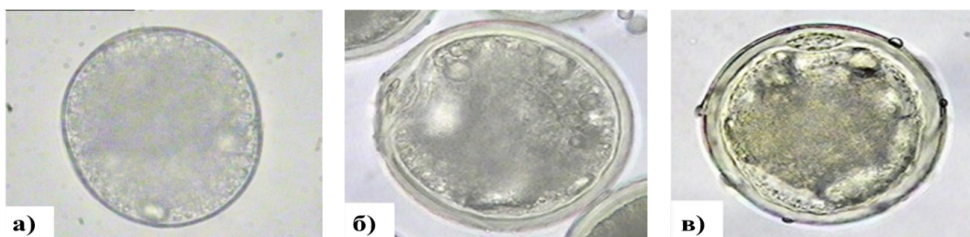
Шинэсний цэцгийн тоос нь агаарын уутгүй бөгөөд тоосны мөхлөг нь гадаад бүрхүүл болох экин болон дотоод давхарга болох интинээс бүрдэнэ.

Бусад шилмүүст модны зүйлүүдэд тохиолддог нисгүүр буюу агаарын хүүдий нь Шинэсний төрөлд бүрэн алга болсон байдаг. Тоос нь бөмбөрцөг хэлбэртэй бөгөөд экзины гадаргуугийн тэгш байдал, нүх сүвийн багасалт нь анемофилийн үед үүсэх гадна хүчин зүйлсийн нөлөөллийг даван туулах хувьсах шинж тэмдэг болдог (Мейер-Меликян, Токарев, 2004; Токарев, 2004).

Зураг 2-т Дагуур шинэсний тоосны морфологийн шатлалын өөрчлөлтийг харуулав. Зураг 2а-д дүрслэгдсэн тоос нь залуу, бүрэн боловсроогүй төлөвтэй бөгөөд гадаргуу нь гөлгөр, экзиний бүтэц тод харагдахгүй, хөндий хэлбэр давамгайлсан байна.

Зураг 2б-д хагас боловсорсон тоос дүрслэгдсэн ба экзиний гадаргуун дээр жижиг товгор болон нарийн хээ үүсч эхэлсэн нь экзиний зузааралт эхэлж буйг илтгэнэ.

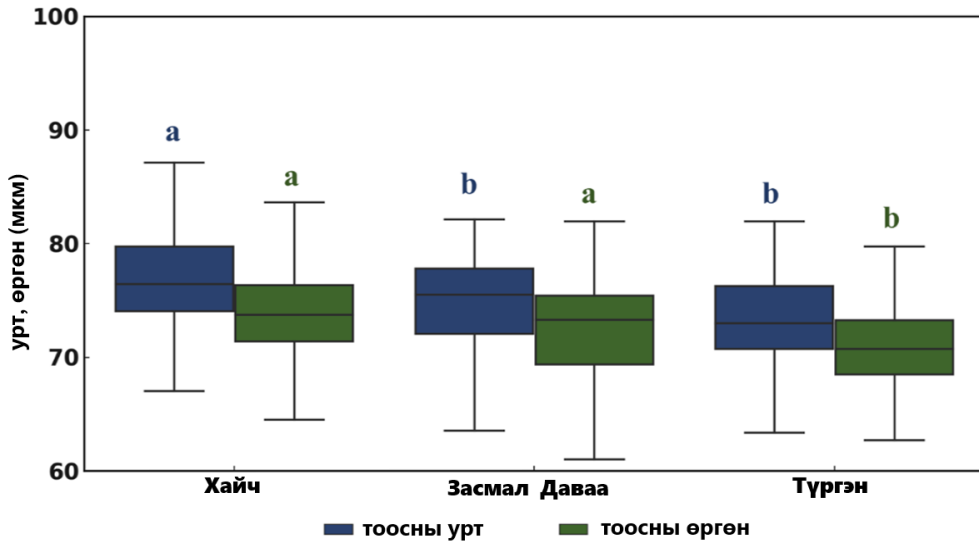
Харин Зураг 2в-д бүрэн боловсорсон, тоос хүртээх чадвартай тоосыг харуулсан бөгөөд экзин нь тодорхой зузаарч, гадаргуу нь төвгөр, олон давхар, нарийн скульпуртай болж, хүрээний дагуу зузаан хана болон зарим сүвний бүтэц ажиглагдаж байна. Эдгээр шинж тэмдгүүд нь тоосны бүрэн боловсорсон морфологийн онцлогийг илэрхийлнэ.



Зураг 2. Дагуур шинэсний цэцгийн тоос. а) зууван хэлбэртэй, б) жигд бус хэлбэртэй, в) ердийн хэлбэртэй

Эдгээр зураг нь Дагуур шилмүүсний тоосны морфогенезийн үе шатыг харьцуулан ажиглахад үр өгөөжтэй бөгөөд үрийн чанар, амьдрах чадварыг үнэлэхэд суурь үзүүлэлт болдог.

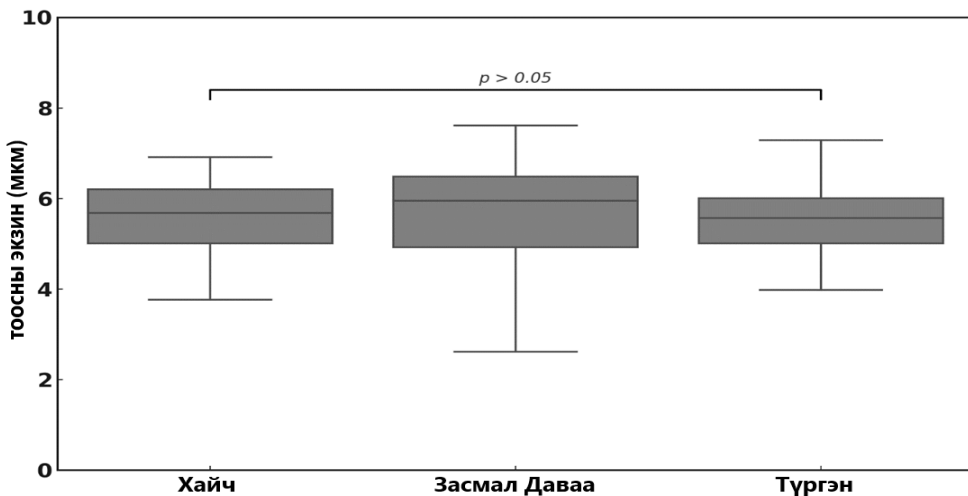
Гурван өөр байршил дахь Дагуур шинэсний тоосны урт, өргөний харьцуулан үзэхэд Хайчийн голд тоосны урт дунджаар хамгийн өндөр (77–78 мкм), өргөн мөн харьцангуй өндөр бол Засмал даваа болон Түргэн орчимд тоосны урт болон өргөн бага зэрэг жижиг байна (Зураг 3). Статистикийн хувьд өргөнүүдийн дундаж утгуудын ялгаа мэдэгдэхүйц ялгаагүй ($p > 0.05$) бол, тоосны уртын хувьд Хайчийн голын Дагуур шинэсний тоос нь Түргэн болон Засмал даваанаас статистикийн хувьд ялгаатай ($p < 0.05$) байна. Энэ нь Хайчийн голын Дагуур шинэсний тоосны хөгжил харьцангуй сайн байгааг харуулж байна.



Зураг 3. Тоосны урт, өргөнийг ялгаатай байршил тус бүрээр харуулав.

Х тэнхлэгт газрууд; Хайчийн гол, Засмал даваа, Түргэн, Ү тэнхлэгт тоосны урт өргөний хэмжээг мкм-ээр харуулав.

Хайчийн гол, Засмал даваа, Түргэн гэсэн гурван байршилд цуглуулсан тоосны экзиний зузаан нь дунджаар 5.5–6.3 мкм орчимд хэлбэлзэж байсан ба Хайчийн гол болон Түргэн орчимд экзиний дундаж зузаан харьцангуй ижил түвшинд байна. Харин Засмал даваа байршилд экзин нь бага зэрэг зузаан байгаа ч статистикийн хувьд гурван байршлын хооронд мэдэгдэхүйц ялгаагүй ($p > 0.05$) байна (Зураг 4).



Зураг 4. Тоосны экзинийг ялгаатай байршил тус бүрээр харуулав. Х тэнхлэгт газрууд; Хайчийн гол, Засмал даваа, Түргэн, Ү тэнхлэгт тоосны экзинийг мкм-ээр харуулав.

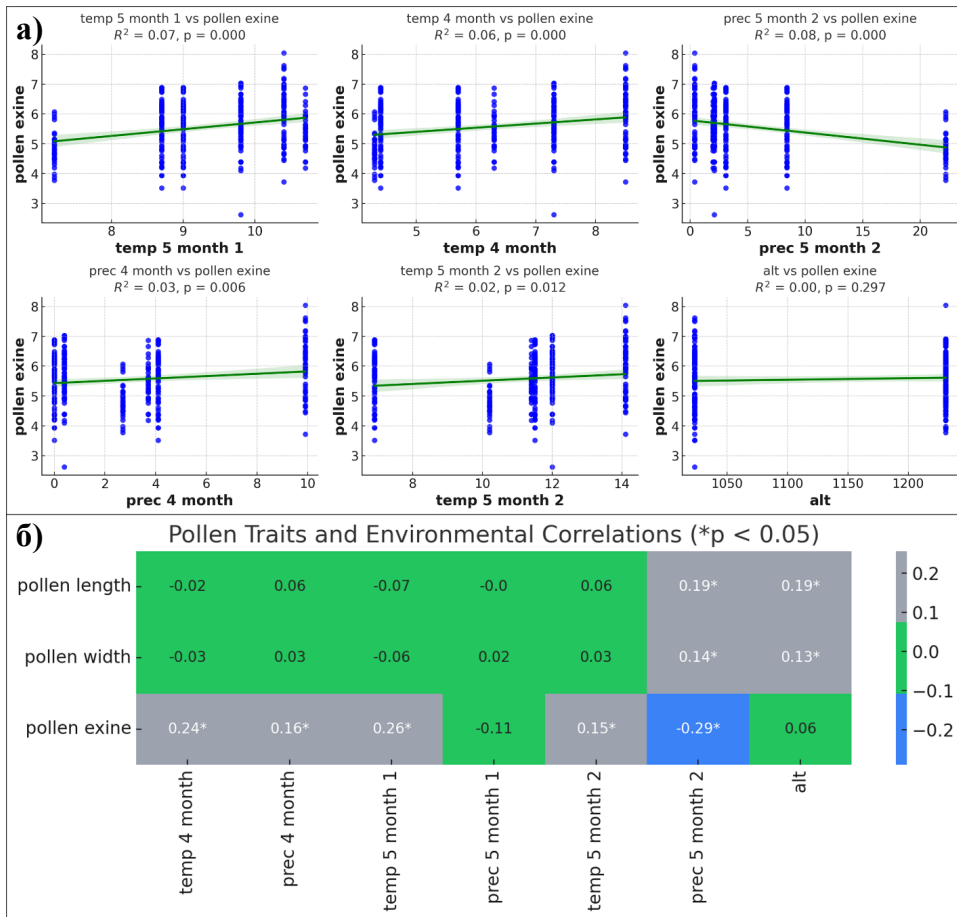
Тоосны үндсэн морфологийн үзүүлэлтүүд болох урт, өргөн болон экзиний зузааныг хаврын улирал дахь дундаж температур (4 болон 5-р сар), хур тунадасны хэмжээ, мөн дээж цуглуулсан цэгийн далайн түвшнээс дээш өндөршил зэрэг үзүүлэлтүүдтэй харьцуулан статистик шинжилгээ хийв (Зураг 5). Судалгааны үр дүнд, экзиний зузаан нь орчны хүчин зүйлүүдтэй хамгийн мэдрэг хамааралтай үзүүлэлт болох нь тогтоогдлоо.

Тухайлбал, 4-р сарын дундаж температур (temp 4 month) болон 5-р сарын эхний хагасын температур (temp 5 month 1) нь экзиний зузаанд статистикийн хувьд эерэг хамааралтай ($p < 0.05$) байсан бөгөөд корреляцийн коэффициент нь харгалзан $r = 0.24$ болон $r = 0.26$ байна (Зураг 5а). Энэ нь хаврын эхэн үед тоос боловсролт идэвхтэй явагддаг хугацаанд температур нэмэгдэх нь тоосны ханын экзины зузаан нэмэгдэхэд эергээр нөлөөлж байгааг харуулж байна. Мөн 4-р сарын хур тунадас (prec 4 month) болон 5-р сарын хагаст бүртгэгдсэн температур (temp 5 month 2) нь экзиний зузаантай сул боловч эерэг хамааралтай байна ($r = 0.15-0.16$, $p < 0.05$).

Мөн 5-р сарын хагаст орсон хур тунадас (prec 5 month 2) нь экзиний зузаантай сөрөг хамааралтай ($r = -0.29$, $p < 0.05$) байна. Энэ нь үр тогтолт, тоосны хана бүрэлдэх үе шатанд их хэмжээний чийг хуримтлагдах нь экзиний бүтцийн хөгжлийг сааруулж, зузаан багасахад хүргэж болзошгүйг илтгэж байна. Уг сөрөг хамаарал нь экзиний нимгэрэлт, тоосны амьдрах чадвар буурахад ч нөлөөлж болох юм.

Харин далайн түвшнээс дээш өндөршил (altitude) болон экзиний зузааны хоорондын хамаарал статистикийн хувьд хамааралгүй ($p = 0.297$) байгаа нь экзиний морфологид шууд нөлөөлөхгүй, эсвэл бусад хүчин зүйлсээр дам нөлөөлж байх боломжтой юм.

Тоосны урт болон өргөний хувьд орчны хүчин зүйлүүдтэй харьцуулахад сул хамааралтай, илт мэдрэг бус шинжүүд болох нь харагдлаа. Гэсэн хэдий ч тоосны урт нь 5-р сарын хагаст бүртгэгдсэн температур ($r = 0.19$, $p < 0.05$) болон өндөршилтэй бага зэрэг эерэг хамааралтай байсан бол, өргөн нь мөн ижил сул хамаарлыг үзүүлсэн байна (Зураг 5б).



*Тайлбар: Pollen length- тоосны урт, Pollen width- тоосны өргөн, Pollen exine- экзин хэмжээ, temp 4 month- 4 сарын температур, prec 4 month- 4 сарын хур тунадас, alt- өндөршил.

Зураг 5. Орчны хүчин зүйлс болон тоосны морфологийн шинжүүдийн харилцан хамаарлын үр дүн. а) Тоосны морфологийн шинжүүд болон гадаад орчны хүчин зүйлсийн харилцан хамаарлын шугаман регрессийн үр дүн. б) Тоосны морфологи болон орчны хүчин зүйлсийн харилцан хамаарлын Пеарсоны анализын үр дүн.

Хэлэлцүүлэг

Судалгааны үр дүнд тоосны урт болон өргөн нь гурван байршилд харьцангуй тогтвортой байсан бол экзиний зузаан нь илүү хувьсах шинжтэй, байршил болон орчны хүчин зүйлд мэдрэг байгааг тогтоолоо. Тоосны экзиний зузаан нь 4, 5-р сарын температурын өсөлттэй эерэг хамааралтай байсан нь өмнөх судалгаануудын үр дүнтэй нийцэж байна (Erdtman, 1952; Traverse, 2007). Энэхүү эерэг хамаарал нь температур нэмэгдэх үед экзин ялгаралт нэмэгдэж, хана зузаарах, гадаргуугийн скульптур илүү сайн хөгжих нөхцөлийг

бүрдүүлдэгтэй холбоотой гэж үзэж болно (Halbritter et al., 2018).

Нөгөө талаас, 5-р сарын хагаст орсон хур тунадас нь экзиний зузаанд сөрөг хамааралтай байсан нь чийгийн илүүдэл нь экзиний тогтвортой үүсэлд саад болж болзошгүйг илтгэнэ. Энэ үзэгдэл нь шинэсний тоос үүсэх хугацаанд илүүдэл чийгшил экзиний нимгэрэлтэд хүргэж, улмаар үрийн хөврөлд сөргөөр нөлөөлдөг болохыг өмнө нь Meyer-Melikyuan ба Tokarev (2004), мөн Owens (2005)-ын судалгаанд дурдсан байдаг.

Тоосны урт болон өргөн нь орчны хүчин зүйлтэй сул хамааралтай байгаа нь голчлон генетик эсвэл физиологийн тогтвортой шинжтэй байж болохыг харуулж байна. Энэ нь өмнөх судалгаанд Lagix төрлийн тоосны хэмжээ нь орчны нөхцөлөөс хамааран бага хувьсдаг болохыг тэмдэглэсэнтэй (Hideux, 1972; Rowley & Claugher, 1991) нийцэж байна.

Хайчийн голын тоосны урт, өргөн хамгийн өндөр, экзин хамгийн нимгэн байснаас харахад уг популяцийн уур амьсгалын нөхцөл нь тоосны хөгжилд эерэгээр нөлөөлж буй ч экзиний ялгаралд хэт халуун, хуурай уур амьсгал нөлөөлсөн байж болох юм. Харин Засмал даваа байршилд экзин хамгийн зузаан байсан нь чийгшил өндөртэй байдалтай холбоотой байж болох бөгөөд энэ байршил нь экзиний хэлбэржилтэд тохиромжтой орчны нөхцөл бүрдүүлж байж болзошгүй.

Экзиний зузааны ялгаа нь зөвхөн морфологийн шинж төдий бус, амьдрах чадвар, хөврөлтийн амжилт, харшлын нөлөөлөлд хүртэл нөлөөлөхүйц хүчин зүйл юм (Punt et al., 2007). Иймд эдгээр морфометрийн ялгааг нөхөн сэргээлт, үр үржүүлгийн менежментийн шийдвэр гаргалтад тусган хэрэглэх нь зүйтэй.

Дүгнэлт

Дагуур шинэсний тоосны урт ба өргөн нь орчны хүчин зүйлээс хамаарал багатай, харьцангуй тогтвортой шинжтэй байв. Харин экзиний зузаан нь 4, 5-р сарын температур болон хур тунадаст мэдрэг хариу үзүүлдэг, хувьсах чанартай үзүүлэлт байв. Экзиний зузаанд хамгийн их эерэг хамааралтай хүчин зүйл нь хаврын температур ($r = 0.26$), сөрөг хамааралтай хүчин зүйл нь 5-р сарын хур тунадас ($r = -0.29$) байв. Судалгааны үр дүн нь тоосны бүтэц болон чанар нь уур амьсгалын богино хугацааны өөрчлөлтөд мэдрэг болохыг харуулж, нөхөн сэргээлтийн төлөвлөлтөд хэрэглэх боломжтойг харуулж байна.

Эшилсэн бүтээл

- Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, Ойн судалгаа хөгжлийн төв. 2020.
- Батсүх, Н., Баасанжав, Ч., & Туяа, Д. (2020). Монгол орны шилмүүст модны үр уржүүлгийн судалгааны тойм. Ойн судлалын бичиг, 19(2), 45–53.
- Дугаржав Ч. 2006. Монгол орны шинэсэн ой. УБ, 9-16
- Мейер-Меликян Н.Р., Токарев П.И. 2004. Особенности строения пыльцевых зерен некоторых представителей Pinaceae по данным электронной микроскопии // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 109. Вып. 1. С. 19–21.
- Моносзон-Смолина М.Х. 1949. К вопросу о морфологии пыльцы некоторых видов рода Pinus // Ботанический журнал. Т. 34. № 4. С. 352–380.
- Пунсалпаамуу Г. 1999. Балт зарим ургамлын тоосны морфологи, зөгийн бална ботаник бүтэц. Биологийн ухааны дэд доктор горилсон бүтээл, УБ, 16-31.
- Седельникова Т. С., Аверьянов А. С., Пименов А. В. 2021. Особенности пыльцы внутривидовых форм лиственницы сибирской в контрастных экотопах южной сибирей. Лесоведение, № 3, с. 265–277
- Сурсо М.В., Барабин А.И., Болотов И.Н., Филиппов Б.Ю. 2012. Весеннее развитие пыльцы у лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в северной подзоне тайги // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. № 6. С. 7–15.
- Токарев П.И. 2004. Палинология древесных растений, произрастающих на территории России: Автореф. дис. докт. биол. наук (03.00.05) М.: МГУ, 55 с.
- Хржановский В. Г., Пономаренко С.Ф. 1979. Практикум по курсу общей ботаники. Изд-во М, Вьющая школа, 370-380.
- Erdtman, G. (1952). Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.47008>
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A. 2018. Pollen terminology: An illustrated handbook. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>
- Hideux, M. (1972). Comparative morphology and ontogeny of the pollen grains in the genus *Larix* (Pinaceae). Grana, 12(1), 15–28. <https://doi.org/10.1080/00173137209429935>
- Owens, J. N. (2005). The reproductive biology of western red cedar (*Thuja plicata*): Pollen development, pollination, and embryo development. Canadian Journal of Forest Research, 35(10), 2491–2500. <https://doi.org/10.1139/x05-175>
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and Palynology, 143(1–2), 1–81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>
- Purevdorj, K., Bayasgalan, T., & Otgonjargal, E. (2023). Pollen viability and reproductive success of *Larix sibirica* under climate variability. Mongolian Journal of Forest Research, 25(1), 22-31

- Rowley, J. R., & Claugher, D. (1991). Scanning electron microscopy in palynology. In D. Claugher (Ed.), *Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Functional Morphology* (pp. 145–176). Systematics Association Special Volume. <https://doi.org/10.1201/9781003074871-9>
- Traverse, A. (2007). *Paleopalynology* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5610-9>

Morphological parameters of pollen grains of Dahurian Larch (*Larix gmelinii*) and their relationship with climatic factors

Ariunbaatar Tumorbaatar^{1,2*}, Lyankhua Bayasgalankhuu¹,
Jamiyansuren Sandagdarj¹

¹Botanical Garden, and Research Institute, Mongolian Academy of Sciences,
Ulaanbaatar 13330, Mongolia

²Mongolian University of Life Sciences, School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences,
Ulaanbaatar 17029, Mongolia

*E-mail: ariunbaatar@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0001-7609-5198>

Received: 30.05.2025

Revised: 19.08.2025

Accepted: 30.09.2025

Abstract: This study was conducted to investigate the morphological characteristics and maturation period of the pollen of Dahurian larch (*Larix gmelinii*), which is distributed in the Ereen range of the Trans-Baikal forest region, and to assess the influence of climatic factors on these processes. Pollen morphometric parameters, including length, width, and exine thickness, were measured and analyzed in relation to climatic variables using data collected from 2016 to 2021. Sampling was conducted in three natural larch forest sites: Khaichiin Gol, Turgen, and Zasmal Davaa. The results indicated that pollen length and width remained relatively stable across years, whereas exine thickness exhibited sensitivity to climatic conditions. Specifically, exine thickness showed a positive correlation with April temperature ($r = 0.24$, $p < 0.05$) and a negative correlation with May precipitation ($r = -0.29$, $p < 0.05$). These findings suggest that short-term environmental fluctuations exert a significant influence on pollen structural traits in Dahurian larch.

Keywords: *Larix gmelinii*, pollen morphology, exine, temperature, precipitation, climate

© The Author(s). 2025 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 source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.