

Улсын бүртгэлийн  
дугаар .....  
Аравтын бүрэн  
ангилалын код

Нууцлалын зэрэг: Б  
Төсөл хэрэгжүүлсэн гэрээний  
дугаар: ШуГх/БНХАУ/-2019/28

**ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ  
БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН**

**“ХЯТАД, МОНГОЛ ХОЁР ОРНЫ БЭЛЧЭЭРИЙН ЭКОСИСТЕМИЙН  
ОЛОН ТАЛТ БАЙДАЛ, БИОЛОГИЙН ОЛОН ЯНЗ БАЙДАЛ”  
2019-2022 ОНЫ ГАДААДТАЙ ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН**

<b>Төслийн удирдагч:</b>	И.Түвшинтогтох – Эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор (PhD), профессор
<b>Санхүүжүүлэгч байгууллага:</b>	Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан
<b>Захиалагч байгууллага:</b>	Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яам
<b>Тайлан өмчлөгч:</b>	ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн
<b>Гүйцэтгэгч байгууллага:</b>	ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэнгийн Ургамалжлын экологи, ургамлын эдийн засгийн лаборатори, 13330, Баянзүрх дүүрэг, Энхтайваны өргөн чөлөө- 546 Утас: 453581 И-мэйл: i.tuvshintogtokh@gmail.com

Улаанбаатар хот  
2023 он

Улсын бүртгэлийн  
дугаар .....  
Аравтын бүрэн  
ангилалын код

Нууцлалын зэрэг: Б  
Төсөл хэрэгжүүлсэн гэрээний  
дугаар: ШyГx/БНХАУ/-2019/28

**ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ  
БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН**

**“ХЯТАД, МОНГОЛ ХОЁР ОРНЫ БЭЛЧЭЭРИЙН ЭКОСИСТЕМИЙН  
ОЛОН ТАЛТ БАЙДАЛ, БИОЛОГИЙН ОЛОН ЯНЗ БАЙДАЛ”  
2019-2022 ОНЫ ГАДААДТАЙ ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН**

<b>Төслийн удирдагч:</b>	И.Түвшинтогтох – Эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор (PhD), профессор
<b>Санхүүжүүлэгч байгууллага:</b>	Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан
<b>Захиалагч байгууллага:</b>	Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яам
<b>Тайлан өмчлөгч:</b>	ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн
<b>Гүйцэтгэгч байгууллага:</b>	ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэнгийн Ургамалжлын экологи, ургамлын эдийн засгийн лаборатори, 13330, Баянзүрх дүүрэг, Энхтайваны өргөн чөлөө-546 Утас: 453581 И-мэйл: i.tuvshintogtokh@gmail.com

Улаанбаатар хот  
2023 он

**ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ  
БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН  
УРГАМАЛЖЛЫН ЭКОЛОГИ, УРГАМЛЫН ЭДИЙН ЗАСГИЙН  
ЛАБОРАТОРИ**

**“ХЯТАД, МОНГОЛ ХОЁР ОРНЫ БЭЛЧЭЭРИЙН ЭКОСИСТЕМИЙН  
ОЛОН ТАЛТ БАЙДАЛ, БИОЛОГИЙН ОЛОН ЯНЗ БАЙДАЛ”  
2019-2022 ОНЫ ГАДААДТАЙ ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН**

Шинжлэх ухааны академийн Ботаникийн цэцэрлэгт  
хүрээлэнгийн эрдмийн зөвлөлийн 2023 оны 01 сарын  
11-ний өдрийн хурлаар хэлэлцүүлэв.

Улаанбаатар хот  
2023 он

**Төслийн нэр: Хятад, Монгол хоёр орны бэлчээрийн экосистемийн олон талт байдал, биологийн олон янз байдал**

**Төслийн гэрээний дугаар: ШуГх/БНХАУ/-2019/28**

**Төслийн төрөл: Гадаадтай хамтарсан төсөл**

**Захиалагч байгууллага: БШУЯ-ны Шинжлэх ухаан, технологийн бодлогын газар**

**Санхүүжүүлэгч байгууллага: Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан**

**Нийт зардал: 50,000.0 мянган төгрөг**

**Тайлан өмчлөгч: ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, Ургамалжлын экологи, ургамлын эдийн засгийн лаборатори**

Хаяг: Улаанбаатар-210351, Баянзүрх дүүрэг, Энхтайваны өргөн чөлөө-54б,

ШУА-ын хүрээлэнгүүдийн нэгдсэн нэгдүгээр байр, 416 тоот

И-мэйл хаяг: [i.tuvshintogtokh@gmail.com](mailto:i.tuvshintogtokh@gmail.com), +976 99272622

**Төслийн удирдагч: И.Түвшинтогтох – Эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор (Ph.D), профессор**

**Үндсэн гүйцэтгэгчид:**

1. И.Түвшинтогтох (ЧМ72112502) – Эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор (Ph.D), профессор
2. Э.Энхмаа (АГ87012102) – Эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан, доктор (Ph.D)
3. Б.Лянхуа (УШ89050562) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, доктор (Ph.D)
4. Ц.Түмэнжаргал (СБ91111907) – Эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан, магистр
5. Н.Энхриймаа (УП97061322) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистр
6. П.Хатансайхан (ФБ96070918) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистр
7. Г.Цэнгүн (КЮ98122909) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистр
8. Т.Батзориг (ДИ00222314) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистрант
9. А.Сүхбат (УЦ01241614) – Эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистрант

## МОНИТОРИНГИЙН КАРТ

Судалгаа боловсруулалтын ажлын нэр:	Хятад, Монгол хоёр орны бэлчээрийн экосистемийн олон талт байдал, биологийн олон янз байдал					
Судалгаа боловсруулалтын ажлын төрөл:	Гадаадтай хамтарсан төсөл					
Судалгаа боловсруулалтын ажлыг баталсан огноо, дугаар:	2019-12-13	Гэрээний дугаар:	ШуГх/БНХАУ/-2019/28			
Судалгаа боловсруулалтын ажил хэрэгжүүлэгч:	Захиалагч: БШУЯ					
	Удирдагч:	Овог, нэр:	Индрээ Түвшинтогтох			
		Регистр:	ЧМ72112502			
		Утас:	976 99272622			
И-мэйл:		i.tuvshintogtokh@gmail.com				
Судалгаа боловсруулалтын ажлаар гүйцэтгэх ажлын календарчилсан төлөвлөгөө	Д/д	Гэрээнд заагдсан тодорхой үе шатны ажлын нэр	Гэрээнд заагдсан хугацаа (Он,сар)	Гэрээнд заагдсан ажлын үр дүнгийн товч танилцуулга	Биелэлтийн үнэлгээ /хувиар/	
	2022 он /жилийн эцсийн байдлаар/					
	1	Төслийн гэрээ байгуулах	2019 оны 11-12 сар	2019 оны 12 сарын 13-ны өдөр төсөл хэрэгжүүлэх гэрээ байгуулсан	100%	
	2	Санхүүгийн тайлан бичиж, санхүүжүүлэгч, захиалагчид хүргүүлэх	2019 оны 12 сар	2019 онд мөнгөн урьдчилгаа олгогдоогүй	-	
	3	<b>Үр дүнгийн даалгавар 1:</b> Хээрийн 3 үндсэн хэвшинжийн /Мөнгөнморьтын уулын хээр, Түмэнцогтын хуурай хээр, Их Нартын цөлийн хээр/ бэлчээрт судалгааны талбай байгуулах	2020 оны 1-4 сар	Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдэл тус бүрд бэлчээрлэлттэй, хамгаалалттай 2 хувилбараар 20м*20м хэмжээтэй тус бүр 6, нийт 18 талбай байгуулав. Талбай тус бүрд 1м*1м хэмжээтэй 10 жижиг талбайг Z хэлбэрээр байршуулж, нэг ургамал бүлгэмдэлд 60, нийт 3 бүлгэмдэлд 180 талбайд судалгаа явуулав. <b>(Хавсралт I-ийн зураг 1-ээс харна уу)</b>	100%	
	4	<b>Үр дүнгийн даалгавар 2, 5:</b> Ургамлын газрын дээд ба доод	2020 оны 4-6 сар	Судлаачид ургамлын газрын дээд ба доод биомасс тодорхойлох, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар	100%	

	биомасс тодорхойлох, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын 11 үзүүлэлтээр тодорхойлох, хөрсний зүсэг хийж, дээж авах хээрийн судалгааны аргазүйтэй танилцаж, суралцах		тодорхойлох, хөрсний дээж авах хээрийн судалгааны шинэ аргазүй эзэмшсэн. (Үр дүнг II дугаар бүлгээс харна уу)	
5	<p><b>Үр дүнгийн даалгавар 2, 3, 4, 5:</b> Хээрийн судалгаа явуулж, ургамлын газрын дээд ба доод биомасс авч, 18 талбай тус бүрийн ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарыг 11 үзүүлэлтээр тодорхойлж дата мэдээлэл бүрдүүлнэ. Харсний азот нүүрстөрөгчийг тодорхойлох зорилгоор дээж авна.</p>	2020, 2021 оны 7-8 сар	<p>2020-2022 оны 7-8 сард судалгааны 1x1м<sup>2</sup> хэмжээтэй судалгааны талбайн гадна талаас 0.25x0.25см<sup>2</sup> хэмжээтэй талбайгаас 4 давталттай газрын дээрх хэсгийн ногоон болон хагдны биомассыг ялган авав. Мөн тус талбайгаас хөрсний 0-30 см гүнээс 4 см диаметртэй кор ашиглан 4 давталттай үндэсний биомассын дээжийг авч, шорооноос салган угааж, хатаах шүүгээнд 65°C-д 48 цаг хатаан хуурай жинг тодорхойлсон. Нийт 4 жилийн хугацаанд гурван бүлгэмдлээс 2160 ш газрын дээрх биомасс, 540 ш үндэсний биомассын дээж цуглуулав.</p> <p>Нугажуу хээрийн зонхилогч 16 зүйл, хуурай хээрийн 6 зүйл, цөлөрхөг хээрийн 5 зүйл зонхилогч ургамлыг сонгон, тус бүрийн навч болон үндэсний үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлтийг тодорхойлов. Үүнд: ургамлын өндөр, навчны талбай, навчны хуурай бодисын агууламж, навчны зузаан, үндэсний урт, түүний хуурай бодисын агууламж гэх мэт.</p> <p>Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн 180 талбай тус бүрээс 5 давталттай дээж авч, хөрсний 0-30 см давхрага дахь нийт органик нүүрстөрөгч, нийт азот, нүүрстөрөгч азотын харьцааг лабораторид тодорхойлсон.</p> <p>Мөн хөрсний усны агууламжийг хөрсний нойтон ба хуурай жингийн харьцаагаар, хөрсний pH болон хөрсний нягт (bulk density)-ыг автомат гар багажаар тус тус тодорхойлсон.</p> <p>Нугажуу хээрийн 12, хуурай хээрийн 9, цөлөрхөг хээрийн 6 зүйл ургамлын навчийг тусгай зориулалтын уутанд хийж, нарны гэрэлтэй болон сүүдэртэй гэсэн 2</p>	100%

			туршилтын хувилбараар 6, 9, 18, 24 сарын турш задралын процессыг судалсан. ( <b>Үр дүнг II, III дугаар бүлгээс харна уу</b> )	
6	Судалгаагаар цуглуулсан тоон мэдээллийг шивж, статистик анализ онуудыг харьцуулж хийнэ	2020, 2021 оны 9-12 сард	2020-2022 онд цуглуулсан тоон мэдээллийг шивж, статистик анализ хийж он тус бүрд хагас жил, жилийн эцсийн тайлан хүргүүлсэн.	100%
7	<b>Үр дүнгийн даалгавар 6:</b> Гурван хэвшинжийн хээрт бэлчээрлэлттэй ба хамгаалалттай нөхцөлд ургамлын үйл ажиллагааны бүлгүүд болон ургамал ба хөрсөнд агуулагдах азот, нүүрстөрөгчийн хуримтлалын өөрчлөлт, хээрийн экосистемийг зөв зохистой ашиглах ба хамгаалах чиглэлээр өгүүлэл бичнэ	2021 оны 9-12 сард	<p>1. Liu Z, Wang C, Yang X, Liu G, Cui Q, <b>Indree T</b>, Ye X, Huang Z. 2023. The Relationship and Influencing Factors between Endangered Plant <i>Tetraena mongolica</i> and Soil Microorganisms in West Ordos Desert Ecosystem, Northern China. <i>Plants</i>. 12(5):1048. <b><a href="https://doi.org/10.3390/plants12051048">https://doi.org/10.3390/plants12051048</a></b></p> <p>2. Congwen Wang, Wanying Yu, Linna Ma, Xuehua Ye, <b>Enkhmaa Erdenebileg</b>, Renzhong Wang, Zhenying Huang, <b>Tuvshintogtokh Indree</b>, Guofang Liu. 2023. Biotic and abiotic drivers of ecosystem multifunctionality: evidence from the semi-arid grasslands. <b><i>Science of the Total Environment</i>. Submitted. Manuscript number: STOTEN-D-23-05570</b></p> <p>3. Congwen Wang, Xu Pan, Wanying Yu, Xuehua Ye, <b>Enkhmaa Erdenebileg</b>, Chengjie Wang, Linna Ma, Renzhong Wang, Zhenying Huang, <b>Tuvshintogtokh Indree</b>, Guofang Liu. 2023. Aridity and decreasing soil heterogeneity reduce microbial network complexity across the semi-arid grasslands of northern China. <b><i>Ecological Indicators</i>. Submitted. Manuscript number: ECOLIND-26982</b></p> <p>4. Xuehua Ye, Guofang Liu, <b>Tuvshintogtokh Indree</b>, Ming Dong, <b>Enkhmaa Erdenebileg</b>, <b>Tumenjargal Tsogtsaihan</b>, Xuejun Yang, <b>Batzorig Tugsbayar</b>, Zhenying Huang. 2023. Relationship between plant species richness and spatiotemporal stability of community structure and function across and in three</p>	100%

				contrasting steppes, Mongolia. <b>Ecological Indicators. In Submitting (Хавсралт III-аас харна уу)</b>			
	8	<b>Үр дүнгийн даалгавар 7:</b> Магистр, докторт сургах	2021 оны 12 сар	ЭШДэдА Ц,Түмэнжаргал – 2020 онд Хятадын Шинжлэх Ухааны Академийн Их Сургуульд докторт, ЭШДадА Т.Батзориг 2022 онд МУИС-ийн экологийн хөтөлбөрийн магистрт тус тус элсэн суралцаж байна. Судлаачид магистр, докторын ажил бичих судалгааны шинэ аргазүй, материал бүрдсэн.			100%
	9	Санхүүгийн болон үйл ажиллагааны явцын тайлан бичиж, санхүүжүүлэгч, захиалагчид хүргүүлэх	2020, 2021 оны 6, 12 сард	Явцын болон эцсийн тайлан хүргүүлсэн			100%
Батлагдсан санхүүжилт /мян төг/	50,000.0 мянган төгрөг						
Зардлын гүйцэтгэл /мян төг/	Тухайн үе шаттай холбогдон гарсан зардал						
	Он /жилийн эцэс /	Батлагдсан төсөв	Судалгааны ажил, үйлчилгээ	Цалин	Томилолт	Бусад Хяналт /1%/	
	2019	20,000.0	19,800.0		-	200.0	
	2020	15,000.0	12,350.0		2,500.0	150.0	
	2021	15,000.0	12,850.0		2,000.0	150.0	
<b>Бүгд</b>	<b>50,000.0</b>	<b>45,000.0</b>		<b>4,500.0</b>	<b>500.0</b>		



## РЕФЕРАТ

**Түлхүүр үг:** Хээрийн экосистемийн олон талт байдал, ургамал бүлгэмдэл, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар, ургамлын навчны задрал, бүлгэмдлийн газрын дээрх бүтээмж болон шинж чанар хоорондын хамаарал

**Зорилго:** Ургамлын эдийн засгийн стратеги буюу ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар нь хээрийн экосистемийн чиг үүрэгт ургамлын төрөл зүйлийн нөлөөллийг тодорхойлогч гол хүчин зүйл болдог. Тиймээс, энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар, ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, хээрийн экосистемийн олон талт байдал хоорондын холбоо, тэдгээрт ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээрлэлт хэрхэн нөлөөлдөг мөн ургамлын навчны задралын процессыг илрүүлэх.

**Судалгааны аргазүй:** Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын Баруун бүрхийн амны нугажуу хээр, Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт сумын Талын Шандад хуурай хээр, Дорноговь аймгийн Даланжарган сумын Их нартын байгалийн нөөц газрын цөлөрхөг хээрт 2020 оны 4-5 дугаар сард 20м x 20м хэмжээтэй 3 хашсан талбай, 3 хашаагүй талбай, нийт 18 судалгааны талбай байгуулан судалгааг гүйцэтгэв. Дээрх талбай тус бүрд 1м x 1м хэмжээтэй 10 ширхэг, нийт 180 ширхэг талбайг байгуулсан. Эдгээр 180 талбай тус бүрд геоботаникийн бичглэл (зүйл ургамал бүрийн ургал болон үржлийн найлзуурын өндөр, ургамал тус бүрийн тусгагийн бүрхэц, бодьгалын тоо) үйлдэж, ургамлын газрын дээрх биомасс болон үндэсний биомассыг тодорхойлж, ургамал болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг хэмжсэн. Мөн ургамлын навчны задралын 2 жилийн хугацааны туршилт судалгааг явуулав.

**Цуглуулсан материалын хэмжээ:** Энэхүү судалгааг 2020-2022 онд хээрийн ялгаатай 3 ургамал бүлгэмдэлд явуулж, нийт 3 жилийн хугацаанд 1280 хүн хоног хээрийн судалгаа гүйцэтгэж, дараах тоон өгөгдөл, дээж материалыг цуглуулан боловсруулалт хийлээ. Үүнд: геоботаникийн дэлгэрэнгүй бичиглэл 540 ш, тусгагийн бүрхэц 7623, арви 7598, ургамлын ургал болон үржлийн найлзуурийн өндөр 15370, газрын дээрх ногоон болон хагдны биомассын 2160 уут дээж, үндэсний биомассын 540 уут дээж, 54 зүйл ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилтийн 7000 гаруй төөн өгөгдөл, хөрсний нүүрстөрөгч, азот, рН зэрэг 690 тоон өгөгдөл.

**Судалгааны үр дүн:** Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын ялгаа болон хөрсний шинж чанар тэдгээрийн харилцан хамаарлын судалгааны үр дүнгээс авч үзвэл: Бүлгэмдлийн ургамлын зүйлийн баялгийг судалгааны жилүүдэд нэгтгэн хээрийн 3 ургамал бүлгэмдэл хооронд харьцуулахад нугажуу хээрт харьцангуй олон ( $F:74.6\pm 1.4$ ;  $NF:70.6\pm 0.9$ ), хуурай хээр ( $F:35.9\pm 1.1$ ;  $NF:33.7\pm 1.1$ ) болон цөлөрхөг хээрт ( $F:19.6\pm 0.45$ ;  $NF:21.7\pm 0.73$ ) харьцангуй цөөн зүйл бүртгэгдлээ. Зүйлийн олон янз байдал нь зүйлийн баялгаас шууд хамааралтай байдаг тул нугажуу хээрт шанноны индекс  $F-3.76$ ;  $NF-3.52$  буюу бусад 2 бүлгэмдлээс өндөр байна.

Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын дүнгээс үзэхэд нугажуу хээрийн алаг өвсний

навчнуудын талбайн хэмжээ их ( $113.7 \pm 59.1 - 147.86 \pm 8.8$ ) боловч навчны хуурай бодисын агууламж бага байлаа ( $0.15 \pm 0.04 - 0.18 \pm 0.1$ ). Харин хуурай хээрийн *Potentilla acaulis* зүйлийн навчны талбайн хэмжээ ( $105.03 \pm 10.2$ ) болон үндэсний хуурай бодисын агууламж хамгийн их байна ( $0.91 \pm 1.2$ ). Цөлөрхөг хээрийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлтүүд бусад хоёр бүлгэмдэлтэй ижил хандлагатай байна. Үндэсний уртын хувьд цөлөрхөг хээрийн ургамлууд илүү урт үндэстэй бөгөөд ялангуяа цөлөрхөг хээрийн *Convolvulus ammannii* ургамлын үндэс хамгийн урт ( $6.40-6.65$  см) байна.

Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад бүлгэмдлийн ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын үржлийн өндөр нь судалгааны жил, ургамал бүлгэмдэл, бэлчээр ашиглалт хооронд статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээрийн харилцан үйлчлэлийн нөлөө байна (бүгд  $p < 0.001$ ). Харин ургамлын дундаж ургал өндөр нь ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээр ашиглалт хооронд ялгаатай ( $p < 0.001$ ) бол ургамлын арви нь мөн судалгааны жил, бэлчээр ашиглалт хооронд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ). Гурван бүлгэмдлийн газрын дээрх биомасс нь ургамал бүлгэмдэл, бэлчээр ашиглалт хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай тэдгээрийн харилцан үйлчлэл нь газрын дээрх биомассд нөлөөлж байсан (бүгд  $p < 0.001$ ) бөгөөд мөн хагдны биомасс нь судалгааны жил, ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээр ашиглалт хооронд ялгаатай бөгөөд тэдгээрийн харилцан үйлчлэл нь хагдны биомассд мэдэгдэхүйц нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ). Харин үндэсний биомасс нь ургамал бүлгэмдэл хооронд ялгаатай ( $p < 0.001$ ) байсан бол бэлчээр ашиглалт хооронд ялгаагүй байна.

Pearson-ы хамаарлын ggcorplot үр дүнгээс харахад нугажуу хээрийн газрын дээрх биомасс нь ургамлын навчны зузаан (Thickness;  $r=0.7$ ), ургамлын ургал найлзуурын өндөр (AVH;  $r=0.65$ ), тусгагийн бүрхэц (Cover;  $r=0.62$ ), навчны талбайн хэмжээ (SLA;  $r=0.35$ ), үндэсний урт (Root length;  $r=0.82$ ) болон хөрсний азот (N;  $r=0.64$ ), нүүрстөрөгчийн (C;  $r=0.67$ ) агууламжтай эерэг, харин навчны хуурай бодисын агууламж (LDMC;  $r=-0.41$ ) нь арвитай (Density;  $r=-0.6$ ) сөрөг сул хамааралтай байна. Ургамлын тусгагийн бүрхэц нь навчны зузаан ( $r=0.66$ ), ургал найлзуурын өндөр ( $r=0.47$ ) болон хөрсний C-ны агууламжтай ( $r=0.47$ ) эерэг, LDMC ( $r=-0.37$ ) болон арвитай ( $r=-0.23$ ) сул сөрөг хамааралтай байна. Хуурай хээрийн газрын дээрх биомасс болон тусгагийн бүрхэц нь арвитай сул эерэг хамааралтай ( $r=0.39 - 0.47$ ) харин ургамлын үржлийн өндөр, навчны зузаан, LDMC, үндэсний хуурай бодисын агууламж (RDMC) болон хөрсний pH-тэй тус бүр сөрөг хамааралтай байна ( $r=-0.28 - -0.82$ ). Харин цөлөрхөг хээрт газрын дээрх биомасс, ерөнхий тусгагийн бүрхэц хооронд сөрөг хамаарал ажиглагдсан бол бусад ургамлын болон хөрсний шинж чанартай хамааралгүй байна ( $r=-0.31$ ). Ерөнхийдөө гурван бүлгэмдлийн газрын дээрх бүтээмжид навчны талбайн хэмжээ, навчны зузаан, хөрсний азот, нүүрстөрөгчийн агууламж эерэг, навч болон үндэсний хуурай бодисын агууламж, хөрсний pH сөрөг хамааралтай байна.

Ургамлын навчны задралын судалгаанд хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийг төлөөлөх 27 зүйл ургамал сонгон ашигласан бөгөөд навчны задралын хурдыг гурван бүлгэмдэл хооронд харьцуулж үзэхэд нугажуу хээрийн ургамлын навч илүү хурдан задарч байна. Мөн задралын хурдыг туршилтын хувилбар хооронд

харьцуулж үзэхэд нугажуу хээр болон хуурай хээрийн навчны задралд ялгаа илэрсэн боловч цөлөрхөг хээрийн туршилтын хувилбар хооронд ялгаа илрээгүй нь салхи ихтэйн улмаас гэрэлтэй туршилтын хувилбарын навчны дээж шороогоор булагдах нь элбэг байсантай холбоотой. Ингэснээр гэрэлтэй хувилбар нь сүүдэртэй хувилбартай ижил орчин болж байна. Олон хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад навчны задрал нь судалгааны хугацаа, туршилтын хувилбар, ургамал бүлгэмдэл болон зүйл тэдгээрийн харилцан үйлчлэл хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээр нь навчны задралд харилцан адилгүй нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ). Pearson-ы хамаарал бодоход нугажуу хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурд гэрэлтэй талбайн навчны талбайн хэмжээтэй шууд хамааралтай ( $p = 0.02$ ), харин туршилтын сүүдэртэй хувилбар дахь навчны хуурай бодисын агууламжтай урвуу хамааралтай ( $p = 0.004$ ) бол харин ургамлын навчны талбайн хэмжээ болон навчны зузаантай шууд эерэг хамааралтай байна ( $p = 0.014$ ;  $p < 0.001$ ). Хуурай хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурд гэрэлтэй талбайн хөрсний нүүрстөрөгч болон ургамлын навчны хуурай бодисын агууламжтай урвуу хамааралтай ( $p = 0.023$ ;  $p = 0.012$ ), харин цөлөрхөг хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурдад туршилтын хувилбар, ургамлын болон хөрсний шинж чанартай харьцуулахад хамаарал ажиглагдаагүй.

**Дүгнэлт:** Ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын арви ба өндөр нь ялгаатай ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээр ашиглалттай статистикийн хувьд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ). Нугажуу хээр, хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн бүтцэд ургамлын хуурай бодисын агууламж, хөрсний рН сөрөг хамааралтай ( $r = -0.09$  –  $-0.37$ ) бол цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдэлд хамаарал ажиглагдсангүй. Ялгаатай 3 ургамал бүлгэмдлийн ургамлын газрын дээрх болон хагдны биомассд бэлчээрлэлтийн нөлөө илэрсэн ( $p < 0.001$ ) бол үндэсний биомассд илрээгүй. Энэ нь туршилт судалгааны хугацаа богино /3 жил/ байсантай холбоотой. Нугажуу хээрийн бүлгэмдлийн ургамлын навчны талбай ба зузаан, хөрсний азот, нүүрстөрөгчийн агууламж нь бусад 2 ургамал бүлгэмдлээс харьцангуй өндөр бөгөөд газрын дээрх биомасстай эерэг хүчтэй хамааралтай ( $r = 0.64-0.7$ ).

Ургамлын навчны задрал нь хээрийн 3 бүлгэмдэл хооронд ялгаатай бөгөөд нугажуу хээрт ургамлын навчны задралын хурд харьцангуй их байна. Тухайлбал, судалгааны эхний хугацаанд хээрийн 3 бүлгэмдлийн туршилтын хувилбарын гэрэлтэй талбайд цөлөрхөг хээрийн *Allium polyrhizum*, сүүдэрлэсэн талбайд нугажуу хээрийн *Scabiosa comosa* зүйл ургамлуудын навчны задрал их байна. Судалгааны 2 дахь хугацаанд нугажуу хээрийн *Potentilla tanacetifolia* болон *Artemisia dracunculus* зүйл ургамлуудын навчны задралын хэмжээ хамгийн их байна. Судалгааны 3 дахь хугацаанд нугажуу хээрийн *Aster alpinus* болон *Scabiosa comosa* зүйл ургамлуудын навчны задралын хэмжээ хамгийн их байна. Харин судалгааны бүх хугацаанд нугажуу хээрийн *Scabiosa comosa* ( $0.778 \pm 0.034$ ) хамгийн их навчны задрал явагдсан байна. Түүнчлэн ургамлын болон хөрсний шинж чанар тэр дундаа нугажуу хээрт ургамлын навчны талбайн хэмжээ, хуурай бодисын агууламж, навчны зузаан нь ургамлын навч задрахад гол хүчин зүйл болж байна.

## Нэр томъёо, товчилсон үгийн тайлбар

**Ургамал бүлгэмдэл** – ижил төрлийн газар нутагтай, тодорхой зүйлийн бүрдэл, бүтэц, шинж чанартай, орчинтойгоо болон өөр хоорондоо ижил харилцан холбоотой бүлэг ургамал

**Биомасс** – тухайн жил ургасан тодорхой зүйл ургамлын газрын дээд биобүтээмж

**Зүйлийн баялаг (species richness)** – тухайн нэгж талбай эсвэл бүлгэмдэл дэх нийт зүйл ургамлын тоо

**Зүйлийн олон янз байдал (Shannon index)** – бүлгэмдэл дэх зүйлийн тоо, зүйл тус бүрийн харьцангуй элбэгшлийн хэмжигдэхүүн

**Тусгагийн бүрхэц** – ургамлын газрын гадарга дээрх тусгагийн проекц юм

**Арви** – нэгж талбай дахь зүйлийн ургамлын бодгалийн тоо

**IVI** – тухайн ургамал бүлгэмдэл дэх зүйл ургамал тус бүрийн үүрэг оролцооны хэмжигдэхүүн

**Ургамал болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар** – Ургамлын эдийн засгийн стратеги буюу ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар нь хээрийн экосистемийн чиг үүрэгт ургамлын төрөл зүйлийн нөлөөллийг тодорхойлогч гол хүчин зүйл болдог (Henneron et al., 2020). Навчны зузаан (SLA), хуурай бодисын агууламж (LDMC), навчны талбайн хэмжээ (SLA), үндэсний хуурай бодисын агууламж (RDMC), мөн азотын (N) агууламж нь навчны үйл ажиллагааны үндсэн шинж чанар гэж үздэг бөгөөд эдгээр нь тухайн экосистемийн шинж чанарыг тодорхойлдог. Өөрөөр хэлбэл бүтээмж, ургамлын задрал, эргэлт, хөрсний нүүрстөрөгч (C) болон азотын (N) хадгалалт зэрэг (Garnier et al., 2004)

**SLA** – ургамлын навчны талбайн хэмжээ (Specific leaf area). Навчны тодорхой талбай гэдэг нь тухайн ургамал навчны биомассаар хэр их талбайг барьж байгааг харуулсан харьцаа юм. Үүнийг навчны гадаргын талбайг навчны хуурай жинд харьцуулах байдлаар илэрхийлдэг

**LDMC болон RDMC** – ургамлын навч болон үндэсний хуурай бодисын агууламж (Leaf and root dry matter content) нь навч болон үндсэнд агуулагдах уургийн концентраци, цитоплазмын эзэлхүүнтэй холбоотой байдаг тул ургамлын бодисын солилцоог бий болгодог. Энэ нь хуурай масс болон нойтон массын харьцаагаар илэрхийлэгддэг

**Root length** – үндэсний уртын хэмжээ

**Soil pH** – хөрсний хүчиллэг, шүлтлэгийн хэмжээ

**Soil C** – хөрсний нүүрстөрөгчийн агууламж

**Soil N** – хөрсний азотын агууламж

**Soil C: N** – хөрсний нүүрстөрөгч болон азотын харьцаа

**K value** – ургамлын навчны задралын хурдны хэмжиглэхүүн

**Fraction of mass losses** – массын алдагдлын хэмжээ

## ГАРЧИГ

<b>БҮЛЭГ I. СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСЛЭЛ, СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ</b> .....	1
2.1 Судалгааны үндэслэл.....	1
2.2 Судлагдсан байдал.....	2
2.3 Судалгааны зорилго, зорилт .....	5
<b>БҮЛЭГ II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ</b> .....	7
2.1 Судалгаа явуулсан газар.....	7
2.1.1 Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий мэдээлэл .....	7
2.1.2 Судалгаа явуулсан газрын цаг уурын нөхцөл .....	8
2.2 Ургамал бүлгэмдлийн судалгаа.....	9
2.2.1 Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц (геоботаникийн бичиглэл) .....	9
2.2.2 Ургамлын газрын дээрх болон доорх биомасс .....	9
2.2.3 Ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт .....	11
2.2.4 Хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт.....	13
2.3 Ургамлын навчны задралын туршилт судалгаа.....	14
2.3.1 Навчны дээж цуглуулах.....	14
2.3.2 Навчны задралын туршилтын загвар .....	15
2.4 Дата боловсруулалт .....	16
<b>БҮЛЭГ III. УРГАМАЛ БҮЛГЭМДЛИЙН БҮТЭЦ, УРГАМЛЫН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ШИНЖ ЧАНАРЫН ЯЛГАА</b> .....	19
3.1 Судалгааны үр дүн.....	19
3.1.1 Ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн баялаг, олон янз байдал, үүрэг оролцоо.....	19
3.1.2 Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар.....	23
3.1.3 Ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх болон доорх биомасс .....	27
3.1.4 Ургамлын газрын дээрх бүтээмж, ургамал болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар хоорондын харилцан хамаарал .....	29
3.2 Хэлэлцүүлэг.....	32
3.3 Дүгнэлт .....	35
<b>БҮЛЭГ IV. УРГАМЛЫН НАВЧНЫ ЗАДРАЛЫН ТУРШИЛТ СУДАЛГАА</b>	36
4.1 Судалгааны үр дүн.....	36
4.1.1 Навчны шинж чанар.....	36
4.1.2 Навчны задралын хэмжээ .....	37

4.1.3 Навчны задралын хурд, навч болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар хоорондын хамаарал.....	43
4.2 Хэлэлцүүлэг.....	45
4.3 Дүгнэлт .....	46
<b>БҮЛЭГ V. ДҮГНЭЛТ БОЛОН ЦААШДЫН СУДАЛГААНЫ ЧИГЛЭЛ .....</b>	<b>48</b>
5.1 Дүгнэлт .....	48
5.2 Цаашдын судалгааны чиглэл.....	49
<b>АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ.....</b>	<b>50</b>
<b>ХАВСРАЛТ.....</b>	<b>56</b>
I. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГИЙН ХАВСРАЛТ .....	56
II. ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН САНХҮҮГИЙН ЗАДАРГАА.....	75
III. ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ҮР ДҮНГЭЭР ХЭВЛЭГДСЭН БОЛОН ХЭВЛЭЛТЭНД ШИЛЖҮҮЛСЭН ӨГҮҮЛЛҮҮД .....	77

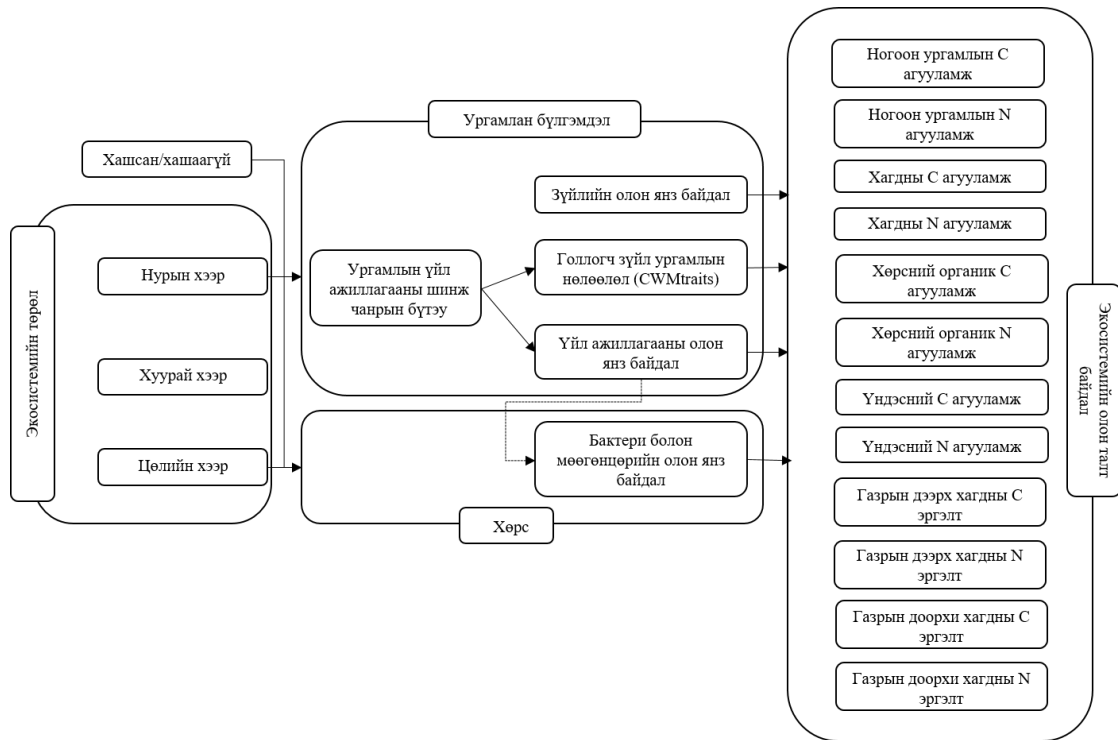
## БҮЛЭГ I. СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСЛЭЛ, СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

### 2.1 Судалгааны үндэслэл

Монголын тал хээр нь Евразийн эх газрын томоохон хэсгийг бүрхдэг тал хээрийн экосистемийн хамгийн сүүлийн харьцангуй хөндөгдөөгүй газар нутгийн нэг бөгөөд олон төрлийн өвс ургамал, өвсөн тэжээлт амьтдыг багтаасан хагас задгай хээрийн экосистем юм (Gunin et al., 1999). Монгол орон байгалийн унаган төрхөө харьцангуй хэвээр хадгалж үлдсэн дэлхийн цөөн орны нэг боловч хотжилт, үйлдвэржилт зэрэг хүний хүчин зүйлийн нөлөө болон байгаль, цаг агаарын өөрчлөлтөөс шалтгаалан байгаль орчин доройтон бохирдох, байгалийн нөөц баялаг хомстох улмаар зарим газар нутагт экосистемийн тэнцвэр алдагдахад хүрээд байна (Batsaikhan et al., 2014). Монгол орны өвслөг ургамал бүхий экосистемийн хамгийн өргөн хүрээтэй нь хээр бөгөөд нийт нутаг дэвсгэрийн 66.12% буюу 1034737.38 мянган км<sup>2</sup> талбайг эзэлдэг бөгөөд хээрийн экосистем нь биологийн олон янз байдал, экосистемийн олон талт шинж чанарыг хадгалсаар ирсэн, нөхөн сэргээгдэх байгалийн генофонд, маш нарийн зохицолтой цогц тогтолцоотой юм (Түвшинтогтох, 2014). Мөн түүнчлэн хүн, амьтны амьдрах орчин, малын бэлчээр, хоол тэжээл, усны эх үүсвэр, түүхий эд, генетикийн нөөц, эмийн нөөц, гоёл чимэглэлийн нөөц, агаарын болон уур амьсгалын өөрчлөлтийн зохицуулалтанд оролцдог зэрэг олон төрлийн үйлчилгээ үзүүлдэг бөгөөд сүүлийн хорин жилд малын тоо толгой өсөхийн хэрээр бэлчээрлэлт ихэссэн нь хээрийн экосистемийн доройтлын гол шалтгаан гэж үзэж байна (Munkhzul et al., 2021).

Сүүлийн 20 жилийн хугацаанд биологийн олон янз байдал, экосистемийн үнсэн чиг үүргийн талаархи судалгаанууд (BEF) зөвхөн зүйлийн баялаг болон экосистемийн анхдагч бүтээмж хоорондын хамаарлыг голчлон анхаарч байсан бөгөөд энэ нь газрын гадарга дээрх бүтээмж нь зүйлийн баялаг нэмэгдэхийн хэрээр аажмаар нэмэгдэж, улмаар тогтвортой байдлыг хадгалж байдаг гэж үздэг. Үүнээс гадна ихэнх судалгаагаар зөвхөн экосистемийн анхдагч бүтээмжийг авч үздэг. Харин сүүлийн үед зүйлийн олон янз байдал нь экосистемийн үйл ажиллагааг таамаглахад хангалтгүй гэж үзэж байна.

Тиймээс бид хээрийн экосистемийн олон талт байдлыг хээрийн өөр өөр төрөл болон газар ашиглалтын хэв маягаар ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар, ургамал бүлгэмдлийн бүтцийг нэгтгэх замаар илрүүлэх зорилготой. Үүний зэрэгцээ хээрийн экосистемийн олон талт байдал ба ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар, хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар хоорондын уялдааг тодруулж, харилцан адилгүй газар ашиглалтын үр нөлөөг судлах юм (Зураг 1).



Зураг 1. Судалгааны ажлын ерөнхий агуулга

## 2.2 Судлагдсан байдал

### а) Хээрийн экосистемийн олон талт байдал

Монгол, Хятад хоёр орны хээрийн экосистем нь Зүүн Азийн тал хээрийн нутагт хамаардаг төстэй экосистемтэй. Нийгэм, эдийн засаг, соёлын ялгаатай байдлаас шалтгаалан бэлчээр ашиглалтын хэв маяг нь хоёр орны хооронд ялгаатай байдаг. Монгол улсын хувьд бэлчээрийг сэлгэн нүүдэллэх зарчмаар чөлөөтэй ашиглуулдаг бол Хятад улс бэлчээрийг хашиж мөн тэжээлд зориулан хадаж тасралтгүй ашигладаг (Na et al., 2018). Уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр бэлчээр ашиглалтанд өөрчлөлт орсноор экосистемийн үндсэн чиг үүрэгт нөлөөлдөг, тухайлбал хөрсний тогтвортой байдал болон ургамлын бүтээмж буурах гэх мэт сөрөг нөлөө үзүүлдэг (Fang et al., 2018; Liu et al., 2018).

Монгол орны нийт нутгийн 90% нь бэлчээрт ашиглагддаг бөгөөд малын тоо толгой 70 саяд хүрч, уур амьсгалын өөрчлөлт, дулаарал хүчтэй явагдаж байна (Эрдэнэцэцэг, 2014). Энэ нь хээрийн экосистемийн үндсэн чиг үүрэгт сөрөг нөлөө үзүүлж улмаар хээрийн доройтол явагдаж байна. Тиймээс хээрийн ургамал бүлгэмдэлд үзүүлэх нөлөөллийг судлах нь хээрийн экосистемийн төвлөрсөн гол асуудал болж байна (Milchunas et al., 1998; Briske et al., 2008). Хятад улсын хувьд бэлчээрийн өрхийн гэрээний хариуцлагын тогтолцооны бодлогыг хэрэгжүүлснээр бэлчээрийн доройлтол улам бүр хурдацтай явагдаж, экологийн тэнцвэрийг алдагдуулж, хээрийн экосистемийн үйлчилгээний үр ашгийг эрс бууруулахад хүргэсэн гэж үзжээ (Han et al., 2008; Conte and Tilt, 2014). Тиймээс Хятад, Монгол



орны бэлчээр, ургамал бүлгэмдэл болон экосистемийн үндсэн чиг үүрэг нь цаг уур, хүний үйл ажиллагааны ялгаатай байдлаас шалтгаалан харилцан адилгүй байдаг.

Ургамал бүлгэмдэлд бэлчээрлэлтийн үзүүлэх нөлөөлөл нь анхдагч бүтээмжтэй харилцан уялдаатай байдгийг дэлхийн хэд хэдэн тойм судалгаа харуулсан ч (Cingolani et al., 2005; Milchunas and Lauenroth, 1993) сүүлд энэ нь эргээд уур амьсгал (хур тунадас, температур), газарзүйн онцлог, нөхцөл зэрэг абиотик хүчин зүйлсээр шууд ба дам хянагддаг болохыг судалгааны бүтээлүүд нотолдог (Хосбаяр нар, 2015; Гомболүүдэв нар, 2010). Монгол орны хувьд хур тунадас нь жилийн доторх болон жил хоорондын хур тунадасны хэлбэлзэл ихтэй байдаг ба ургамал ургалтын үеийн хур тунадас нь ургамлын бүтээмжид хамгийн их нөлөөлдөг байна (Liang et al., 2002). Түүнчлэн 2009 оноос хойш Монгол оронд хийсэн зарим судалгааг тоймлон авч үзвэл ихэвчлэн ургамал бүлгэмдлийн бүтэц бүрэлдэхүүн, түүний хөдлөлзүйд мал бэлчээрлэлт болон хур тунадас, температурын нөлөөлөл мөн зүйл ургамлын бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоо зэргийг судалснаас мал бэлчээрлэлт нь бүлгэмдлийн зонхилогчийг өөрчлөхөөс гадна тусгагийн бүрхэцэд нөлөөлдөг мөн бүлгэмдлийн өөрчлөгдөл нь тухайн жилийн цаг уураас хамааралтай гэжээ (Энхриймаа нар., 2021; Alhborn et al., 2020; Намуулин болон Цэрэндулам, 2020; Мөнхзул нар., 2012; Оюунбилэг нар., 2012). Хээрийн төлөв байдлын үндэсний тайланд дурдсанаар Монгол орны хээрийн 42 хувь нь төлөв байдлын хувь “соргог” буюу “талхлагдаагүй”, 13.5 хувь нь сул, 21.1 хувь нь дунд зэрэг, 12.8 хувь хүчтэй талхлагдсан, харин 10.3 хувь нь сэргэлтгүй талхлагдсан хэмээн тогтоогджээ (Булгамаа нар, 2018). Мөн Энхриймаа болон Түвшинтогтох (2020) нарын бүтээлд хээрийн ургамлын зүйлийн тоо малын тоо толгойноос урвуу хамааралтай харин малын бэлчээрлэлтэй газар ургамал ургалтын үеийн температураас урвуу хамааралтай байгааг илрүүлжээ. Энэ нь ургамал бүлгэмдлийг үүсгэгч ургамлын бодгальд малын хөлийн нөлөө болон уур амьсгалын өөрчлөлт нөлөөлдгийг харуулж байна. Тиймээс уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр бэлчээр ашиглалтанд өөрчлөлт орсноор экосистемийн үндсэн чиг үүрэгт буюу экосистемийн үйлчилгээнд нөлөөлдөг, тухайлбал хөрсний тогтвортой байдал, ургамлын бүтээмж болон шим тэжээлийн бодисын (нүүрстөрөгч (C), азот (N), фосфорын (P)) эргэлт буурах гэх мэт сөрөг нөлөө үзүүлж байна (Fang et al., 2018; Liu et al. 2018; López- Zhang et al., 2017; Mársico et al., 2015).

Хээрийн экосистемийн үйлчилгээг тодорхойлогч гол түлхүүр нь ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар байдаг (Lavorel, 2013; Lienin and Kleyer, 2012). Ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарууд нь оршин тогтнох, өсөлт хөгжилт, нөхөн үржихүйд үзүүлэх нөлөөгөөр ургамлын ерөнхий байдалд нөлөөлдөг морфологи, физиологи, фенологийн аливаа шинж чанаруудаар тодорхойлогддог (Papanikolaou et al, 2011; Violle et al., 2007). Жишээ нь Wang et al. (2019) нарын Монголын тэгш өндөрлөгийн 10 байршилд бэлчээрлэлт нь хөрсний бичил

тэжээлийн сүлжээ (микроб ба нематод) болон экосистемийн үйл ажиллагаанд (хөрсний C ба N эрдэсжилт) хэрхэн нөлөөлж байгааг судалсан үр дүнгээс харахад ихэвчлэн бэлчээрийн газар дээрх болон газар доорх олон янз байдал, тэдгээрийн нүүрстөрөгч (C) болон азотын (N) эргэлтийн процессыг бүс нутгийн хэмжээнд өөрчилдөгийг илрүүлжээ. Эдгээр үр дүн нь бэлчээрлэлтээс үүдэн бий болсон хөрсний бичил хүнсний сүлжээн дэх өөрчлөлт нь бүс нутгийн хэмжээнд хөрсний C ба N-ийн үйл явцыг таамаглах чадваргүй бөгөөд хөрсний хүнсний сүлжээ болон экосистемийн үйл ажиллагааны хоорондын хамаарал нь орон зайн хэмжээ, газар ашиглалтын өөрчлөлтөөс хамаардаг болохыг харуулжээ.

### **б) Ургамлын задралын судалгаа**

Экосистемийн хоёр чухал үйл явцын нэг болох ургамлын задралын процесс нь фотосинтезтэй харьцуулахад адилхан чухал (Berg and McLaugherty, 2008; Moorhead and Sinsabaugh, 2006) бөгөөд ихэнх хуурай газрын экосистемд ургамлын задрал нь ургамлын биологийн идэвхжилийг хөрсний шим тэжээлээр хангадаг экологийн үндсэн үйл явц болдог (Swift et al. 1979). Ногоон ургамал нь CO<sub>2</sub>-ийг шингээх замаар фотосинтезд орж ургаж, тархдаг бол үүний эсрэгээр ургамлын задралын явцад CO<sub>2</sub> нь агаарт ялгарч мөн хөрсөнд буцаж шингэдэг. Ургамлын задралаар шим тэжээлийн бодис хөрсөнд шингэж мөн бичил биетнийг энергээр хангагддаг (Bhatt et al., 1985). Тиймээс ургамлын задрах үйл явц нь дэлхийн эх (хуурай) газрын нүүрстөрөгч (C) болон шим тэжээлийн бодисын эргэлтэнд чухал үүрэгтэй оролцдог бөгөөд дэлхийн биогеохимийн эргэлтийг бүрэлдүүлэгч нэг хэсэг болдог (Berg and McLaugherty, 2008; Swift et al., 1979). Сүүлийн хэдэн арван жилийн турш ургамлын задралын явцын талаархи ойлголт нь ургамлын задралын түвшинг хянах биологийн болон биологийн бус хүчин зүйлийг тодорхойлох мөн ургамлын задралын үед шим тэжээлийн бодис, нүүрстөрөгчийн нэгдлүүдийн өөрчлөлтийг тодорхойлоход зориулагдсан байдаг (Liu et al., 2018; King et al., 2012; Austin and Vivanco, 2006; Swift et al., 1979). Ургамал задлах үйл явц нь уур амьсгал, ургамлын шинж чанар, бичил биетний элбэг дэлбэг байдал мөн тэдгээрийн харилцан үйлчлэлээр зохицуулагддаг (Cotrufo et al., 2010; Coûteaux et al., 1995; Meentemeyer, 1978). Mason (1977) задралын биологийн үйл ажиллагаа, өгөршил, уусгалт гэсэн гурван үндсэн процессыг ялгаж үзсэн. Үүнээс харахад задралд нөлөөлж буй гол хүчин зүйлүүд нь: задлагч бүлгэмдэл ба түүний шинж чанар (Swift et al., 1979), ургамлын шинж чанар (Ross et al., 2002; Moretto et al., 2001; Hooper and Vitousek, 1998; Kalburtji et al., 1999), болон хүрээлэн буй орчны физик, химийн шинж чанарууд (Koukoura, 2003; Kalburtji et al., 1997, 1998; Vitousek et al., 1994) зэрэг хүчин зүйлүүдээр зохицуулагддаг.

Нүүрстөрөгчийн эргэлтийн гол хэсэг нь хөрсөн дэх ургамалжилт болон нүүрстөрөгчийн нийлүүлэлтийн хоорондын холбоо юм. Энэ холбоосыг ургамлын бүрхэвчийн газар дээрх болон газар доорх бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд хувааж болно (Aulen et al., 2012). Гадаргуугийн талбай болон эзлэхүүний харьцаа харьцангуй

өндөр байдаг ургамлын эдэд шим тэжээлийн бодис баялаг байдаг (Berg and McClaugherty, 2008). Тиймээс тэдгээрийн задралын үйл явц нь хурдан байдаг бөгөөд нүүрстөрөгч болон шим тэжээлийн бодисын эргэлтэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Ерөнхийдөө уур амьсгал, задлагч организмууд, ургамлын химийн болон морфологийн шинж чанарууд нь ургамал задрах процессын чухал хүчин зүйл болдог (Hobbie et al., 2010; Adair et al., 2008; Meentemeyer, 1978). Сүүлийн хэдэн арван жилийн турш уур амьсгал нь ургамлын задралын хурдыг хянадаг гол хүчин зүйл байсаар ирсэнч сүүлийн 10 жилд ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар гол хүчин зүйл болдгийг эрдэмтэд баталжээ (Bradford et al., 2014; Cornwell et al., 2008). Өмнөх олон судалгаанууд төрөл бүрийн экосистемийн нарийн ширхэгт үндэсний задрал нь навчны задралтай харьцуулахад илүү удаан задралд ордог болохыг харуулж байна (Guo et al., 2021; Sun et al., 2018; Birouste et al., 2012; Vivanco and Austin, 2006). Ургамлын байрлал (газар дээрх, газрын доорхтой харьцуулахад) навчны задралд илүү хүчтэй нөлөөлсөн бол үндэс задрахад бага нөлөө үзүүлдэг (Fujii and Takeda, 2010). Гэсэн хэдий ч хуурай, хагас хуурай экосистем зэрэг усаар хязгаарлагдмал экосистемд навчны өөрчлөлт, нарийн ширхэгт үндэсний задралыг хянах тухай ойлголт хомс хэвээр байна. Ургамлын амьдралын хэлбэр эсвэл өсөлтийн хэлбэр нь ургамлын анхны химийн найрлагаар зохицуулдаг (Erdenebileg et al., 2022; Castro et al., 2010; Cornwell et al., 2008; Dogrepaal et al., 2005; Couiteaux et al., 1995;). Ерөнхийдөө өвслөг ургамлыг сөөгтэй харьцуулахад навчны азот (N)-ын агууламж өндөр байдаг бөгөөд навчны талбайн хэмжээтэй холбоотой харьцангуй өсөлтийн хурд өндөр байдаг (Erdenebileg et al., 2020; Liu et al., 2015a; Wright et al., 2001). Тиймээс ургамлын амьдралын хэлбэрүүдийн хоорондох анхны химийн найрлага нь ургамлын задралд нөлөөлдөг (Seeber et al., 2008; Cornwell et al., 2008; Aerts et al., 2003). Гэсэн хэдий ч хээрийн экосистемд ургамлын задралын механизм нь тодорхойгүй хэвээр байна (Berg and Laskowski, 2005; Aerts, 1997).

### **2.3 Судалгааны зорилго, зорилт**

Ургамлын эдийн засгийн стратеги буюу ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар нь хээрийн экосистемийн чиг үүрэгт ургамлын төрөл зүйлийн нөлөөллийг тодорхойлогч гол хүчин зүйл болж байна (Henneron et al., 2020). Навчны зузаан (SLA), хуурай бодисын агууламж (LDMC) мөн азотын (N) агууламж нь навчны үйл ажиллагааны үндсэн шинж чанар гэж үздэг бөгөөд эдгээр нь тухайн экосистемийн шинж чанарыг тодорхойлдог. Өөрөөр хэлбэл бүтээмж, ургамлын задрал, эргэлт, хөрсний нүүрстөрөгч (C) болон азотын (N) хадгалалт зэрэг (Garnier et al., 2004).

Энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар, ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, хээрийн экосистемийн олон талт байдал хоорондын холбоо, тэдгээрт ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээрлэлт хэрхэн нөлөөлдөг болон ургамлын навчны задралын процессыг судлах.

Дээрх зорилгыг биелүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэмшүүлж ажиллалаа.

Үүнд:

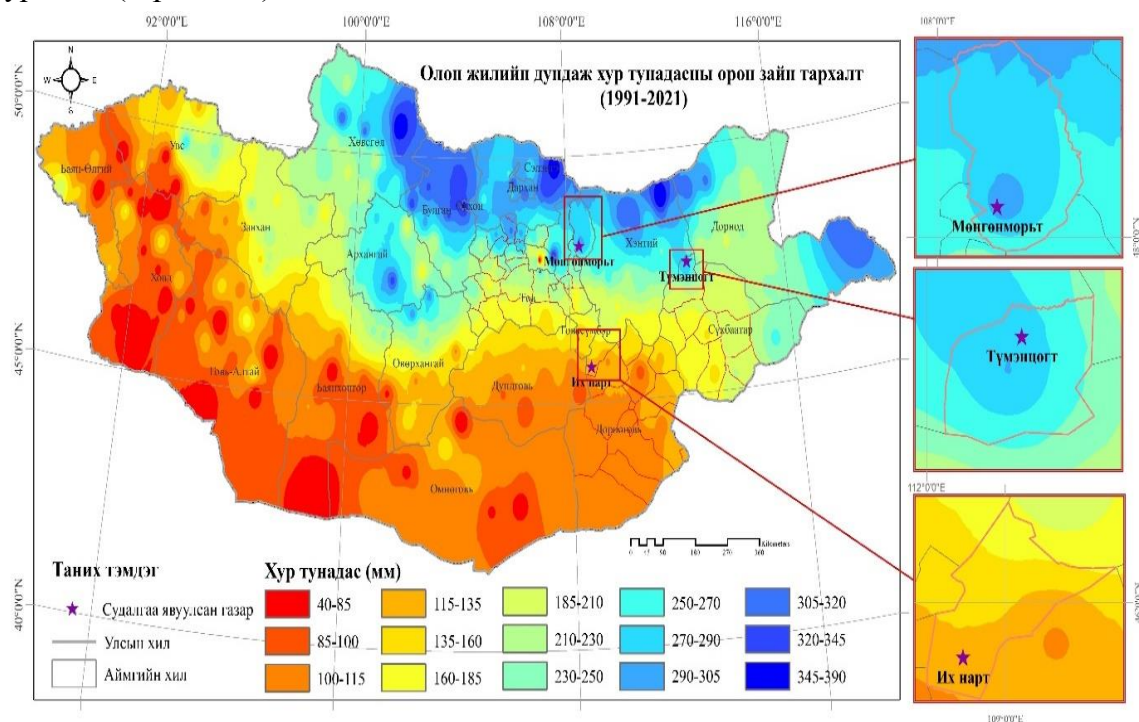
1. Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын бүлгэмдэл хоорондын ялгааг илрүүлэх
2. Ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар болон хөрсний шинж чанар, экосистемийн үйл ажиллагаа, тухайлбал, газрын дээрх биомасс хооронд хамаарлыг илрүүлэх
3. Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн зонхилогч зүйл ургамлуудын задралын процесд хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийн нөлөө мөн ялгааг илрүүлэх

## БҮЛЭГ II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ

### 2.1 Судалгаа явуулсан газар

#### 2.1.1 Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий мэдээлэл

Судалгааг ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэнгийн Ургамалжлын экологи, ургамлын эдийн засгийн лабораторийн ургамалжлын урт хугацааны мониторингийн суурин төвүүд болох Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын Баруун бүрхийн аманд орших нугажуу хээрт, Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт сумын нутагт орших хуурай хээрт, Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын “Их Нарт” байгалийн нөөц газарт орших цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдэлд шинээр судалгааны талбай байгуулж тус тус хийж гүйцэтгэсэн (Зураг 2; Хавсралт зураг 1). Бэлчээр ашиглалтын хувьд хуурай хээрийн бүлгэмдэл бага (Жигжидсүрэн, 2005), нугажуу хээрийн бүлгэмдэл дунд, цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдэл их ашиглалттайд тооцогдоно (Түвшинтогтох, Маньдарь нар, 2015). Жилийн дундаж агаарын температур нугажуу хээрт  $-1.7^{\circ}\text{C}$ , хуурай хээрт  $-0.4^{\circ}\text{C}$ , цөлөрхөг хээрт  $2.9^{\circ}\text{C}$  тус тус байсан бөгөөд жилийн дундаж хур тунадас нугажуу хээрт 301.5 мм, хуурай хээрт 280.9 мм, цөлөрхөг хээрт 111 мм тус тус байна (Грант төслийн тайлан, 2019; Хүснэгт 1). Нугажуу хээрт *Stipa baicalensis*, *Festuca lenensis*, *Koeleria machrantha*, *Stelleria chamejasme*, хуурай хээрт *Stipa grandis*, *Leymus chinensis*, *Cleistogenes squorrosa*, *Stipa sibirica* зэрэг зүйл ургамлууд зонхилон ургадаг бол цөлөрхөг хээрт *Allium polyrhizum*, *Stipa gobica*, *Artemisia frigida* зэрэг зүйлүүд тус тус зонхилон ургадаг (Хүснэгт 1).



**Зураг 2.** Судалгаа явуулсан газрын олон жилийн дундаж хур тунадасны орон зайн тархалтын зураг (тоон мэдээллийг цаг уур, орчны шинжилгээний газраас).

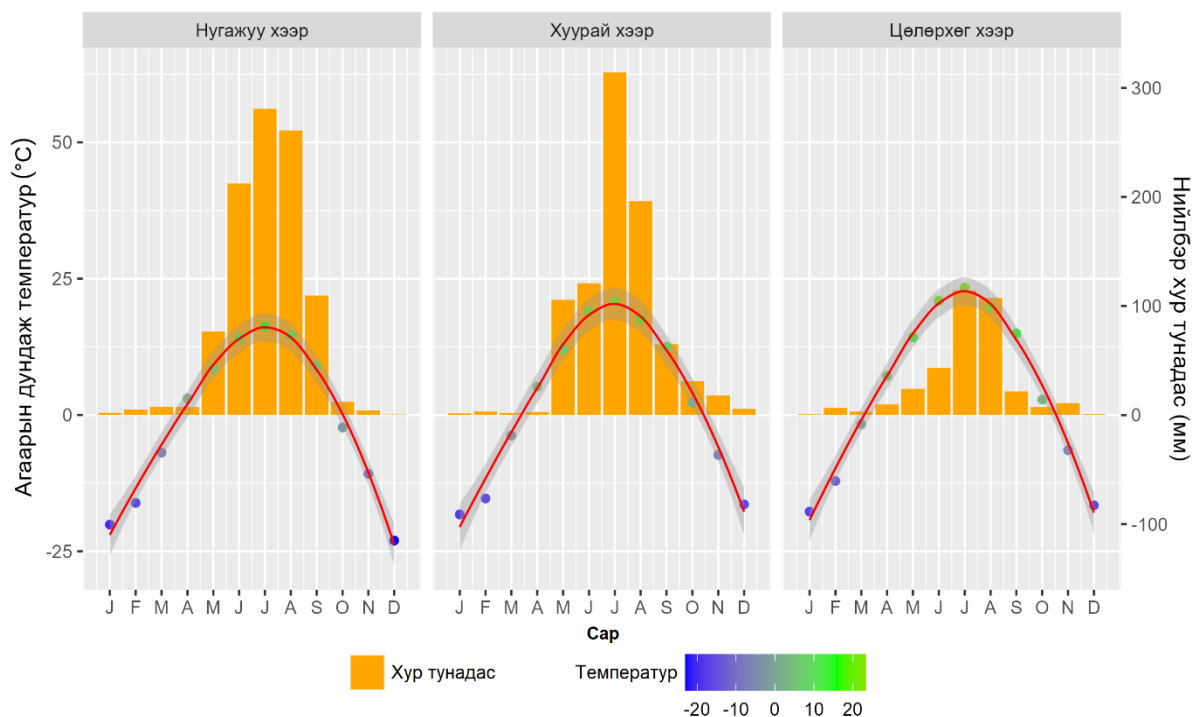
**Хүснэгт 1.** Судалгаа явуулсан хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий мэдээлэл

Бүлгэмдэл	ЖДТ (°C)	ЖДХ (mm)	N	E	m a.s.l.	Нийт зүйлийн тоо	Зонхилогч зүйлүүд
Нугажуу хээр /Төв аймаг Мөнгөнморьт/	-1.7	301.5	48.18124	108.47083	1519 м	28 овог 69 төрөл 91 зүйл	<i>Stipa baicalensis</i> , <i>Festuca lenensis</i> , <i>Koeleria macrantha</i> , <i>Stellera chamaejasme</i> , <i>Aster alpinus</i> , <i>Potentilla acaulis</i>
Хуурай хээр /Бүхбаатар аймаг Түмэнцогт/	-0.4	280.9	47.67849	112.40550	932 м	30 овог 61 төрөл 84 зүйл	<i>Stipa grandis</i> , <i>Leymus chinensis</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Stipa sibirica</i>
Цөлөрхөг хээр /Дорноговь аймаг “Их нарт”/	2.9	111	45.73750	108.72069	1246 м	17 овог 36 төрөл 50 зүйл	<i>Stipa gobica</i> , <i>Allium polyrhizum</i> , <i>Artemisia frigida</i>

### 2.1.2 Судалгаа явуулсан газрын цаг уурын нөхцөл

Сүүлийн 30 жилийн дундаж хур тунадасны орон зайн тархалтын зурагаас харахад Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын Баруун бүрхийн аманд орших нугажуу хээрийн талбай 290-305 мм, Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт сумын нутагт орших хуурай хээрийн талбай 270-290 мм, Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын “Их Нарт” байгалийн нөөц газарт орших цөлөрхөг хээрийн талбай 115-135 мм хур тунадастай нутаг дэвсгэрт хамаар ч байна (Зураг 2). Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн судалгаа явуулсан жилийн буюу 2020, 2021 болон 2022 оны агаарын дундаж температур болон нийлбэр хур тунадасын хэмжээг сар тус бүрээр үзэхэд жилийн дундаж агаарын температур нугажуу хээрт  $-0.17^{\circ}\text{C}$ , хуурай хээрт  $3.2^{\circ}\text{C}$  харин цөлөрхөг хээрт  $4.05^{\circ}\text{C}$  тус тус байна (Зураг 3). Харин нийлбэр хур тунадас нь нугажуу хээрт 326.02 мм, хуурай хээрт 288.7 мм байсан бол цөлөрхөг хээрт 116.3 мм байна (Зураг 3). Мөн түүнчлэн гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамал ургалтын үеийн хур тунадас болон агаарын дундаж температурыг харьцуулж үзэхэд хуурай хээрт 7 дугаар сард хамгийн их буюу 314.1 мм хур тунадас унасан бол цөлөрхөг хээрт мөн тус сард хамгийн дулаан буюу агаарын дундаж температур  $23.3^{\circ}\text{C}$  хүрсэн байна (Зураг 3).

Гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх биомассыг жилийн агаарын дундаж температур болон жилийн нийлбэр хур тунадастай шугаман регрессийн анализаар хамаарал тооцож үзэхэд статистикийн хувьд хамаарал ажиглагдаагүй. Харин нугажуу хээрийн хашсан талбайн газрын дээрх биомасс нь ургамал ургалтын үеийн агаарын дундаж температур ( $R^2=0.15$ ,  $p=0.032$ ; Хавсралт зураг 2) болон нийлбэр хур тунадастай ( $R^2=0.14$ ,  $p=0.045$ ; Хавсралт зураг 3) эерэг хамааралтай мөн цөлөрхөг хээрийн хашсан талбайн газрын дээрх биомасс нийлбэр хур тунадастай эерэг хамааралтай байлаа ( $R^2=0.22$ ,  $p=0.009$ ; Хавсралт зураг 3).



**Зураг 3.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн судалгаа явуулсан жилүүдийн агаарын дундаж температур (°C), нийлбэр хур тунадасын (мм) хэмжээ сар тус бүрээр.

## 2.2 Ургамал бүлгэмдлийн судалгаа

### 2.2.1 Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц (геоботаникийн бичиглэл)

2020-2022 онуудад нийт гурван ургамал бүлгэмдэл дэх хашсан болон хашаагүй 180 ширхэг 1x1м талбай тус бүрд геоботаникийн бичиглэл аргазүйн дэгуу хийсэн (талбайн схемийг Зураг 4-өөс харна уу). Гурван жилийн хугацаанд нийт 540 геоботаникийн бичиглэл үйлдэж доорх агуулгын дагуу мэдээлэл цуглуулсан. Үүнд:

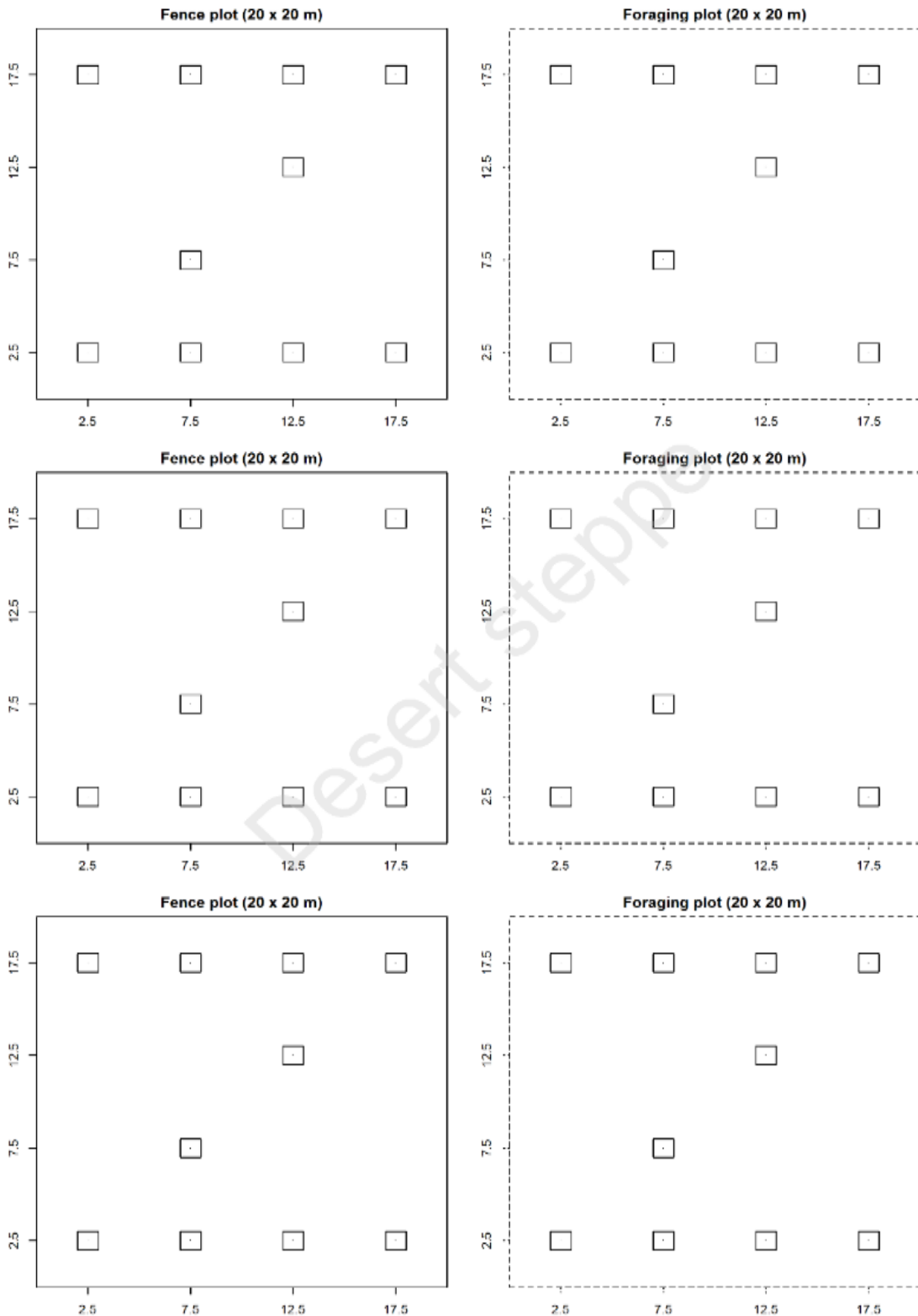
- Ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн бүрэлдэхүүн
- Зүйл ургамлын ургал болон үржлийн найлзуурын өндөр (см)
- Зүйл ургамлын 1 м<sup>2</sup> талбай дахь тусгагийн бүрхэц (%)
- Зүйл ургамлын арви (ширхэг)

### 2.2.2 Ургамлын газрын дээрх болон доорх биомасс

Ургамлын газрын дээрх биомассыг судалгааны 1x1м талбайн гадна 0.25×0.25м хэмжээтэй талбайгаас 4 давталттайгаар санамсаргүйгээр сонгон, ногоон ургамал болон хагдаар ялгаж авсан. Нийт 240 талбай \* 3 хээрээс \* 3 жилийн хугацаанд = 2160 дээж авч, 65°C-д 48 цаг хатааж, хуурай жинг тодорхойлсон (биомассын дээж авсан схемийг Зураг 5-аас харна уу!).

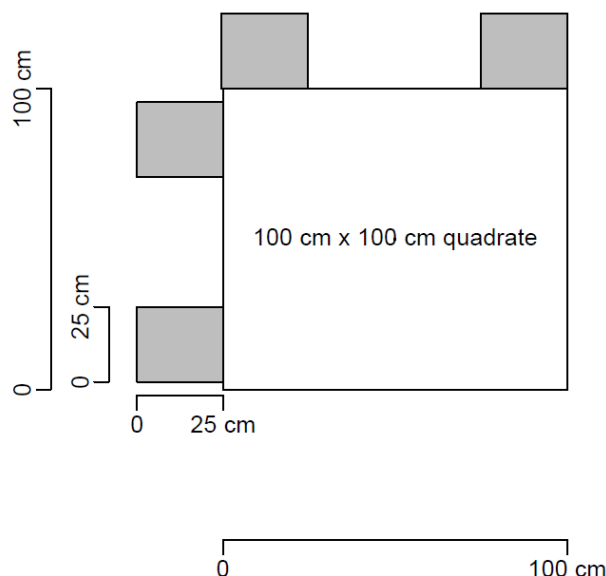
Үндэсний биомассыг туршилтын 1x1 м талбайн гадна 4 см диаметртэй (core) ашиглан санамсаргүй байдлаар, 4 давталттай 0-30 см гүнээс авсан. Үндэсний дээжийг хөрстэй нь аваад 1 мм-ийн тор ашиглан шигшэж, усаар угааж, ялган авсан.

Нийт 60 талбай \* 3 бүлгэмдэл \* 2 жил = 360 үндэсний дээж авч, 65°C-д 48 цаг хатааж, хуурай жинг тодорхойлов.



**Зураг 4.** Хээрийн ялгаатай 3 ургамал бүлгэмдэл дэх судалгааны талбайн байршлын зураг. 10 ширхэг 1x1м талбайг хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрт Z хэлбэрээр байгуулсан ба нийт 180 талбай. Нэг талбайн хэмжээ 20x20м. Тасархай шугам хашаагүй талбайг илтгэнэ.





**Зураг 5.** Газрын дээрх болон доорх биомассын дээж авсан схем зураг. 100 x 100 см квадрат талбайн гадна 0.25 x 0.25 см хэмжээтэй 4 талбайгаас газрын дээрх биомасс болон үндэсний биомассыг авсан. Жил бүр биомассын дээж авах талбайн байрлал өөрчлөгддөг.

### 2.2.3 Ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт

#### 2.1 Навчны үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт

Бид хээрийн гурван ургамал бүлгэмдэл дэх 20 x 20 м талбай тус бүрээс зонхилогч 5-16 зүйл ургамлыг сонгон авч ургамал тус бүрийн 1, навчны 5 болон үндэсний 5 үйл ажиллагааны шинж чанарыг тус тус тодорхойлохыг зорисон (Хүснэгт 2). Бид нугажуу хээрийн бүлгэмдлийн талбай тус бүрээс зонхилогч 10-12 зүйл ургамал нийт 16 зүйл, 576 дээж (16 зүйл ургамал x 3 давталттай x 6 талбай x 2 жил), хуурай хээрийн талбай тус бүрээс 5-6 зүйл нийт 216 дээж (6 зүйл ургамал x 3 давталттай x 6 талбай x 2 жил) мөн цөлөрхөг хээрийн талбай тус бүрээс 4-5 зүйл нийт 180 дээж (5 зүйл ургамал x 3 давталттай x 6 талбай 2 жил) дээр навчны зузаан (калифер буюу Electronic Digital Caliper багажийг ашиглан хэмжсэн), навчны хуурай бодисын агууламж (LDMC) болон навчны талбайн хэмжээг (SLA) тодорхойлсон (Хүснэгт 2, 3; Cornelissen et al., 2003).

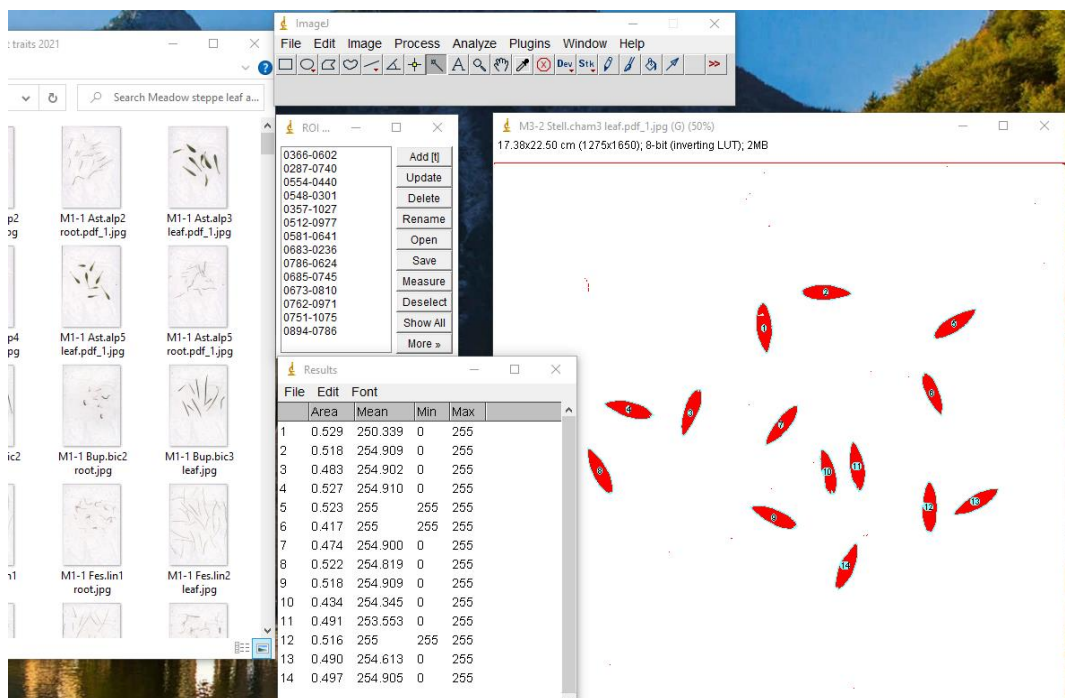
**Хүснэгт 2.** Ургамлын 11 үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлт

Ургамал тус бүрийн	Навчны шинж чанар	Үндэсний шинж чанар
ндөр (см)	Талбай SLA ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ )	Урт SRL ( $\text{cm g}^{-1}$ )
	Хуурай бодисын агууламж LDMC ( $\text{g g}^{-1}$ )	ХБА RDMC ( $\text{g g}^{-1}$ )
	N, C (%)	N, C (%)
	C/N	C/N
	Навчны зузаан (мм)	Диаметр (мм)

Ургамлын навчны зузааныг хэмжихдээ судалгааны талбай тус бүрээс ургамлын зүйлийн 5 бодгаль цуглуулж, бодгаль тус бүрээс 5-8 ширхэг навч авч калифер багаж ашиглан хэмжсэн (Зураг 6). Навчны хуурай бодисын агууламжийг тодорхойлохдоо 5 бодгаль тус бүрийн бүх навчыг авч 1 хоног усанд дэвтээж хонуулаад нойтон усаар ханасан жинг хэмжиж, хатаах шүүгээнд 65°C 48 цаг хатааж хүүрай жинг хэмжээд хуурай болон нойтон жингийн харьцаагаар тодорхойлсон. Навчны талбайн хэмжээг тодорхойлохын тулд ургамлын зүйлийн бодгаль тус бүрээс 10-15 ширхэг навч цуглуулж сканердсан. Сканердсан навчыг мөн адил хатаах шүүгээнд 65°C 48 цаг хатааж хүүрай жинг хэмжсэн. Сканердсан зургийг ImageJ 1.42q программд оруулан навчны талбайг хэмжин навчны талбайн хэмжээ/навчны хуурай жингийн харьцаагаар навчны харьцангуй талбайн хэмжээг (SLA) тодорхойлсон (Зураг 7). Харин навчны нүүрстөрөгч (C) болон азотын (N) хэмжээг тодорхойлохын тулд 3 давталттай дээж ургамлын зүйл тус бүр дээр 3 жилийн хугацаанд тус бүр цуглуулсан.



Зураг 6. Навчны зузаан хэмжигч калифер багаж (Electronic Digital Caliper)



Зураг 7. Навчны сканердсан зургийг ImageJ программд оруулж, талбайг тодорхойлох

## 2.2 Үндэсний үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт

Харьцангуй үндэсний уртыг хэмжихийн тулд навчны хэмжилт хийсэн бүх ургамлын 2 мм-ээс бага диаметртэй үндсийг үндэсний системээс салган авч угааж, цэвэрлээд сканердсан. Сканердсан дээжийн анхны жинг хэмжин хатаах шүүгээнд 65°C-д 48 цаг хатааж хуурай жинг хэмжин анхны жинтэй харьцуулж үндэсний хуурай бодисын агууламжийг тодорхойлсон (Хүснэгт 2).

**Хүснэгт 3.** Навч болон үндэсний үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт хийсэн зүйлүүд ургамал бүлгэмдэл тус бүрээр

Нугажуу хээр		Хуурай хээр		Цөлөрхөг хээр	
1	<i>Artemisia dracunculus</i>	1	<i>Artemisia frigida</i>	1	<i>Allium polyrrhizum</i>
2	<i>Artemisia frigida</i>	2	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	2	<i>Artemisia frigida</i>
3	<i>Aster alpinus</i>	3	<i>Leymus chinensis</i>	3	<i>Carex duriuscula</i>
4	<i>Bupleurum bicaule</i>	4	<i>Potentilla acaulis</i>	4	<i>Convolvulus ammannii</i>
5	<i>Carex duriuscula</i>	5	<i>Serratula centauroides</i>	5	<i>Stipa gobica</i>
6	<i>Chrysanthenum zawadsky</i>	6	<i>Stipa grandis</i>		
7	<i>Festuca lenensis</i>				
8	<i>Gypsophilla dahurica</i>				
9	<i>Koeleria macrantha</i>				
10	<i>Leontopodium ochroleucum</i>				
11	<i>Leymus chinensis</i>				
12	<i>Potentilla fruticosa</i>				
13	<i>Sanguisorba officinalis</i>				
14	<i>Scabosia comosa</i>				
15	<i>Stellera chamaejasme</i>				
16	<i>Stipa krylovii</i>				

### 2.2.4 Хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт

Хөрсний физик, химийн шинж чанар болон бичил биетний найрлагыг тодорхойлохын тулд 2 аргаар хөрсний дээж авав.

- Хөрсөн дэх бичил биетний найрлага болон хөрсний олон талт байдлыг тодорхойлохын тулд туршилтын 1x1 м талбай тус бүрийн гадна талаас 4 см-ийн диаметртэй, 0-10 см гүнтэй 2 талбай сонгож хольж 1 дээж авав. Нийт 3 суурингаас 180 дээж авч -20°C-д хадгалсан.
- Хөрсний органик нүүрстөрөгч (C), нийт азот (N), рН, хөрсний усны агууламж, хөрсний механик найрлага (элс, шавар, шавранцар) мөн хөрсний арви буюу Soil Bulk Density (SBD=soil weight/soil volume) зэргийг тодорхойлохын тулд 1x1 м талбай тус бүрийн гадна талаас 4 см-ийн диаметртэй, 0-30 см гүнтэй 2 талбай сонгож хольж 1 дээж авав. Нийт 3 суурингаас 2 жилийн хугацаанд 360 дээж авсан.

## 2.3 Ургамлын навчны задралын туршилт судалгаа

### 2.3.1 Навчны дээж цуглуулах

Бид нугажуу хээрийн ургамал бүлгэмдлийг төлөөлж чадах буюу зонхилогч 13 зүйл ургамал, хуурай хээрийн 9 зүйл ургамал, цөлөрхөг хээрийн 6 зүйл ургамал нийт 27 зүйлийг сонгож туршилтад ашигласан (Хүснэгт 4). Сонгосон ургамлын ногоон навчны анхны химийн шинж чанар (C, N, P)-ыг тодорхойлохын тулд 8 дугаар сарын дундаас 9 дүгээр сарын эхэн хүртэлх хугацаанд 1 ургамлаас тус бүр 3 давталттай 5 – 8 гр (харьцангуй хуурай жингээр) навчны дээжийг цуглуулсан.

**Хүснэгт 4.** Ургамлын задралын судалгаанд ашигласан ургамлын зүйлийн жагсаалт ургамал бүлгэмдэл тус бүрээр

№	Зүйлийн латин нэр	Зүйлийн монгол нэр	Үйл ажиллагааны бүлэг	Хээр
1	<i>Artemisia dracunculus L.</i>	Ишгэн шарилж	Алаг өвс	Нугажуу хээр
2	<i>Aster alpinus L.</i>	Тагийн голгэсэр	Алаг өвс	
3	<i>Carex duriuscula C.A. Mey.</i>	Ширэг улалж	Алаг өвс	
4	<i>Leontopodium ochroleucum Beauverd</i>	Цайваршаргал цагаантүрүү	Алаг өвс	
5	<i>Leymus chinensis (Trin.) Tzvelev</i>	Нангиад түнгэ	Үетэн	
6	<i>Poa subfastigiata Trinius</i>	Дэргэр биелиг өвс	Үетэн	
7	<i>Potentilla acaulis L.</i>	Ишгүй гичгэнэ	Алаг өвс	
8	<i>Potentilla fruticosa L.</i>	Сөөгөн боролзгоно	Сөөг	
9	<i>Potentilla tanacetifolia Willd. ex Schlecht. + Stelleria chamaejasme L. (mixed)</i>	Марал навчит гичгэнэ + Одой далантүрүү	Алаг өвс + Алаг өвс	
10	<i>Scabiosa comosa Fisch. ex Roem. &amp; Schult.</i>	Цомцогт бэрцэцэг	Алаг өвс	
11	<i>Stelleria chamaejasme L.</i>	Одой далантүрүү	Алаг өвс	
12	<i>Stipa baicalensis Roshevitz</i>	Крыловын хялгана	Үетэн	
13	<i>Amygdalus pedunculata Pallas.</i>	Бариулт бүйлээс	Сөөг	
14	<i>Amygdalus pedunculata Pallas. + Armeniaca sibirica (Linnaeus) Lamarck. (mixed)</i>	Бариулт бүйлээс + Сибирь өнгиймөл	Сөөг + Сөөг	
15	<i>Carex duriuscula C.A. Mey.</i>	Ширэг улалж	Алаг өвс	
16	<i>Cleistogenes squarrosa (Trin.) Keng</i>	Дэрвээн хазаар өвс	Үетэн	
17	<i>Ephedra sinica Stapf</i>	Нангиад зээргэнэ	Алаг өвс	
18	<i>Iris dichotoma Pallas, Reise Russ. Reich.</i>	Ацан цахилдаг	Алаг өвс	
19	<i>Leymus chinensis (Trin.) Tzvelev</i>	Нангиад түнгэ	Үетэн	
20	<i>Potentilla acaulis L.</i>	Ишгүй гичгэнэ	Алаг өвс	
21	<i>Stipa grandis P.A. Smirn.</i>	Том хялгана	Үетэн	Цөлөрхөг хээр
22	<i>Amygdalus pedunculata Pallas.</i>	Бариулт бүйлээс	Сөөг	
23	<i>Carex duriuscula C.A. Mey.</i>	Ширэг улалж	Алаг өвс	
24	<i>Agropyron cristatum (L.) Gaertner</i>	Саман ерхөг	Үетэн	
25	<i>Allium polyrhizum Turcz. ex Regel</i>	Таана	Алаг өвс	
26	<i>Stipa tianschanica subsp. gobica</i>	Говийн хялгана	Үетэн	
27	<i>Amygdalus pedunculata Pallas. + Artemisia messerschmidtiana Besser var. (mixed)</i>	Бариулт бүйлээс + Мессершмидтын шарилж	Сөөг + Заримдаг сөөгөнцөр	

Мөн тус хугацаанд ногоон навчны хуурай бодисын агууламж, навчны талбайн хэмжээ, өргөн, навчны зузаан зэрэг морфологи хэмжилтүүдийг хийсэн. Навч дөнгөж шарлаж эхэлмэгц буюу хагдарч эхэлэхэд 9 дүгээр сарын дундаас 10 дугаар сарын эхэн хүртэлх хугацаанд навчны нийт 1080 уут дээж (27 ургамал \* 5 давталттай \* 2 туршилтын хувилбар \* 4 туршилтын хугацаатай) байхаар тооцож нэг ургамлаас харьцангуй хуурай жингээр 120 гр навч цуглуулж, бусад ургамлын хог болон тоос шорооноос нь санган цэвэрлэж агаарын температурт хатгал нь лабораторид байршуулсан (Зураг 8А). Ургамлын дээж хатсаны дараа 15 x 20 см хэмжээтэй, дээд тал нь 0.5 мм, доод тал нь 2 мм хэмжээтэй торон нүхтэй зориулалтын ууганд ургамлын зүйл тус бүрийн навчны дээжнээс 3 гр хийж туршилтын хувилбарт байршуулсан (Зураг 8В, С).



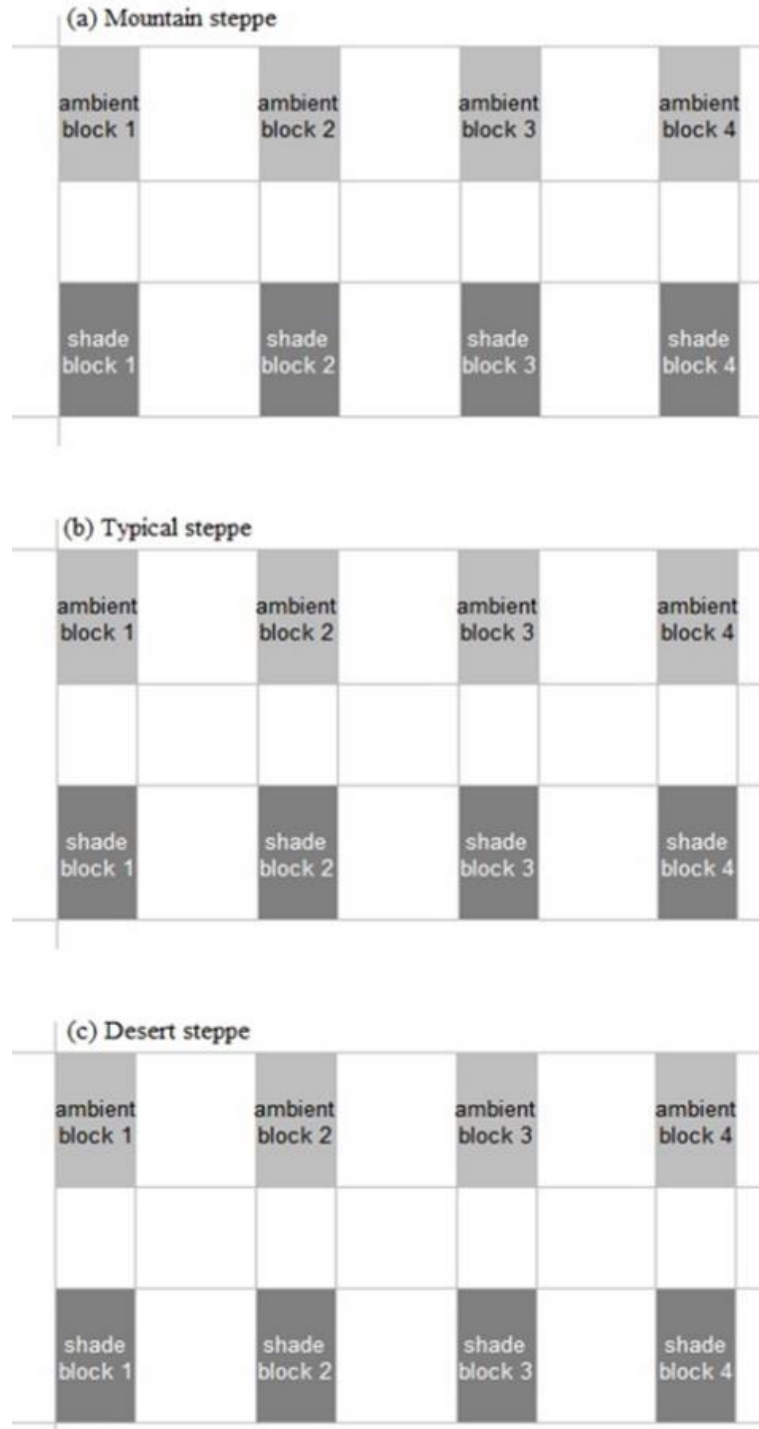
**Зураг 8.** Ургамлын навчны задралын туршилт судалгааны ажлын явц. А-ургамлын навчны цуглуулсан дээж хатаах процесс, В-туршилтын талбайд ууттай савалсан дээжийг байршуулах явц, С-туршилтын талбайд дээжийг байршуулж дууссан байдал.

### 2.3.2 Навчны задралын туршилтын загвар

Ургамлын навчны задралын туршилт судалгааг гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн, мөн үргэлжлэх хугацаагаар нь 4 хувилбараар явуулсан.

Хээрийн 3 ургамал бүлгэмдэл тус бүрд нарны гэрэлтэй (ambient) болон сүүдэрлэсэн (shade) 2 хувилбарт зүйл ургамал бүрийг 5 давталттай байршуулсан (Зураг 9). Сүүдэрлэсэн хувилбарт нарны гэрлийг хаах зорилгоор хар пленк ашигласан ба энэ нь нарны гэрлийг 20% хүртэл бууруулдаг. Газрын гадарга дээрх температур, харьцангуй чийгшилийг автомат гар багаж ашиглан туршилтын эхлэлээс дуустал өдөр бүр 2 цагийн давтамжтай хэмжсэн.

Энэхүү туршилтыг 2020 оны 10 сараас 2022 оны 10 сар хүртэл 24 сарын турш хийж гүйцэтгэсэн. Туршилтын үргэлжлэх хугацаагаар нь 6 сар, 12 сар, 18 сар болон 24 сар гэж ялган, зүйл ургамлын навчны дээжийг туршилтын хугацаа бүрд хураан авч, жинг тодорхойлсон. Хураасан навчны дээжийг лабораторид шороо болон бусад хольцоос салган цэвэрлэж, хатаах шүүгээнд 65°C-д 48 цаг хатаан хуурай жинг тодорхойлов.



**Зураг 9.** Хээрийн 3 ургамал бүлгэмдлийн туршилтын хувилбарын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайн схем. а) Нугажуу хээр, б) Хуурай хээр, в) Цөлөрхөг хээр. ambient-нарны гэрэл нэвтрүүлсэн, shade-нарны гэрэл сүүдэрлэсэн

#### 2.4 Дата боловсруулалт

Цуглуулсан мэдээллийн дата боловсруулалтыг R программ (v4.2.1, R core team, 2022) ашиглан хийв.

Бүлгэмдэл дэх зүйлийн баялагын индексийг (D) дараах томъёогоор бодов (Shu et al., 2022).

$$D = S,$$

S нь тухайн талбай дахь зүйлийн тоо.

Бүлгэмдлийн зүйлийн олон янз байдлыг Шеннон-Уинерын ( $H'$ ) индексээр бодож гаргав. Үүнд:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

H – тухайн ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн олон янз байдлын индекс

S – тухайн ургамал бүлгэмдлийн нийт зүйлийн тоо

$p_i$  – тухайн ургамал бүлгэмдэл дэх 1 зүйл ургамлын харьцангуй тусгагийн бүрхэц

Зүйлийн бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоог (IVI) дараах томъёогоор бодов (Ismail et al., 2017).

$$IVI = RD + RC + RF$$

$$\text{Relative density (RD)} = \frac{\text{Density of a species}}{\text{Total density of all species}} \times 100$$

$$\text{Relative cover (RC)} = \frac{\text{Cover of a species}}{\text{Total cover of all species}} \times 100$$

$$\text{Relative frequency (RF)} = \frac{\text{Frequency of a species}}{\text{Sum of frequency of all species}} \times 100$$

Relative density (RD) – харьцангуй арви

Relative cover (RC) – харьцангуй бүрхэц

Relative frequency (RF) – харьцангуй давтамж

Ургамлын навчны талбайн хэмжээг (Specific leaf area) дараах томъёогоор бодов (Vile et al., 2005). Навчны тодорхой талбай гэдэг нь тухайн ургамал навчны биомассаар хэр их талбайг барьж байгааг харуулсан харьцаа юм. Үүнийг навчны гадаргын талбайг навчны хуурай жинд харьцуулах байдлаар илэрхийлдэг.

$$SLA (cm^2 g^{-1}) = \frac{\text{Leaf area (cm)}}{\text{Leaf dry weight (g)}}$$

Ургамлын навчны хуурай бодисын агуулам (Leaf dry matter content) нь навчинд агуулагдах уургийн концентраци, цитоплазмын эзэлхүүнтэй холбоотой байдаг тул ургамлын бодисын солилцоог бий болгодог (María T et al., 2012). Энэ нь навчны хуурай жин болон нойтон жингийн харьцаагаар илэрхийлэгддэг.

$$\text{Leaf dry matter content}(gg^{-1}) = \frac{\text{Leaf dry weight (g)}}{\text{Leaf saturated weight (g)}}$$

Ургамлын задралын туршилтын навчны жингийн алдагдлыг дараах томъёогоор бодов. Массын алдагдал (mass loss, M)

$$M = (M_0 - M_1)/M_0$$

$M_0$  – анхны жин

$M_1$  – туршилтын хугацаанд задраад үлдсэн жин

Харин навчны задралын хурдыг ( $k$  утга ( $yr^{-1}$ )) сөрөг экспоненциал загвар (negative exponential model) болох дараах томъёогоор бодов: (stats package –ийн ‘nls’ function)

$$Y_t = Y_0 e^{-kt} \text{ (Olsen, 1963)}$$

$Y_0$  –анхны жин

$Y_t$  –туршилтын хугацаанд задраад үлдсэн жин

Нэг хүчин зүйлт вариацийн анализ (One-way ANOVA) болон Tukey HSD tests-ээр газрын дээрх биомасс, хагдны биомасс, үндэсний биомасс, ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын арви, ургамлын ургал боолон үржлийн найлзуурын өндөрийн гурван ургамал бүлгэмдэл, судалгааны хугацаа мөн хашсан болон хашаагүй талбай хоорондын ялгаатай байдлыг шалгасан (“aov” function, Chambers and Hastie, 1992). Харин гурван хүчин зүйлт вариацийн анализаар (three-way ANOVA) гурван бүлгэмдэл, хашсан, хашаагүй талбай, судалгааны хугацааны нөлөөлөл болон ялгаатай байдлыг зүйлийн баялаг, газрын дээрх биомасс, хагдны биомасс, үндэсний масс, ургамлын өндөр, ургамлын тусгагийн бүрхэц болон нятшил дээр бодов (“aov” function, Chambers and Hastie, 1992). Pearson-ын хамаарал (ggpubr, ggplot package; Kassambara, 2020) болон шугаман регрессийн (ordinary linear regression; stats package; Chambers and Hastie, 1992) анализаар ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанарууд болон газрын дээрх биомасс, бүрхэц хоорондын харилцаа хамаарлыг тооцов. Principle component analysis (PCA; FactoMineR package; Lê et al., 2008) – аар ургамлын навчны шинж чанар болон хөрсний шинж чанар хоорондын хамаарал мөн гурван бүлгэмэл хоорондын ялгаатай байдлыг шалгав. Харин ургамлын навчны задралын туршилтын өгөгдөл дээр гурван хүчин зүйлт вариацийн анализаар (Three-way ANOVA) – массын алдагдал нь туршилтын хугацаа, туршилтын хувилбар, ургамлын бүлгэмдэл хооронд ялгаатай байдал болон нөлөөлөл байгаа эсэхийг шалгасан. Нэг хүчин зүйлт вариацийн анализ (One-way ANOVA) болон Tukey HSD test – зүйл тус бүрийн туршилтын хугацаа хоорондын ялгаатай байдал шалгасан.

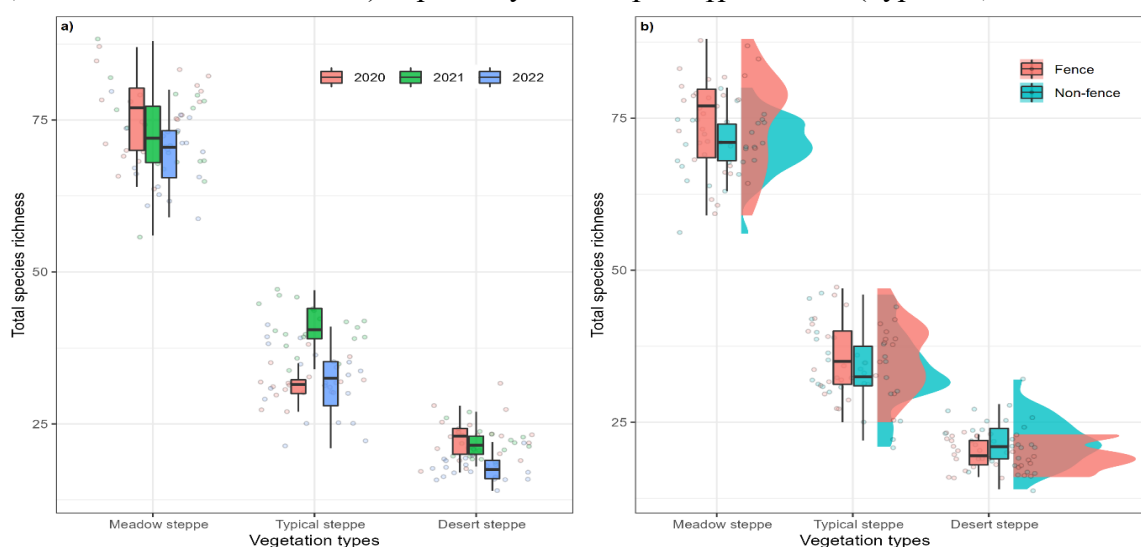


## БҮЛЭГ III. УРГАМАЛ БҮЛГЭМДЛИЙН БҮТЭЦ, УРГАМЛЫН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ШИНЖ ЧАНАРЫН ЯЛГАА

### 3.1 Судалгааны үр дүн

#### 3.1.1 Ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн баялаг, олон янз байдал, үүрэг оролцоо

Ургамлын зүйлийн баялаг нь хээрийн гурван ургамал бүлгэмдэл болон судалгааны жилүүд хооронд мэдэгдэхүйц статистикийн хувьд ялгаатай байсан бол бэлчээрлэлтийн төрөл хооронд ялгаа ажиглагдаагүй ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 5; Зураг 10). Тухайлбал, зүйлийн баялгийг судалгааны жилүүдэд нэгтгэн хээрийн 3 ургамал бүлгэмдэл хооронд харьцуулахад нугажуу хээрт харьцангуй олон ( $F: 74.6 \pm 1.4$ ;  $NF: 70.6 \pm 0.9$ ) хуурай хээр ( $F: 35.9 \pm 1.1$ ;  $NF: 33.7 \pm 1.1$ ) болон цөлөрхөг хээрт ( $F: 19.6 \pm 0.45$ ;  $NF: 21.7 \pm 0.73$ ) харьцангуй бага зүйл бүртгэгдлээ (Зураг 10).



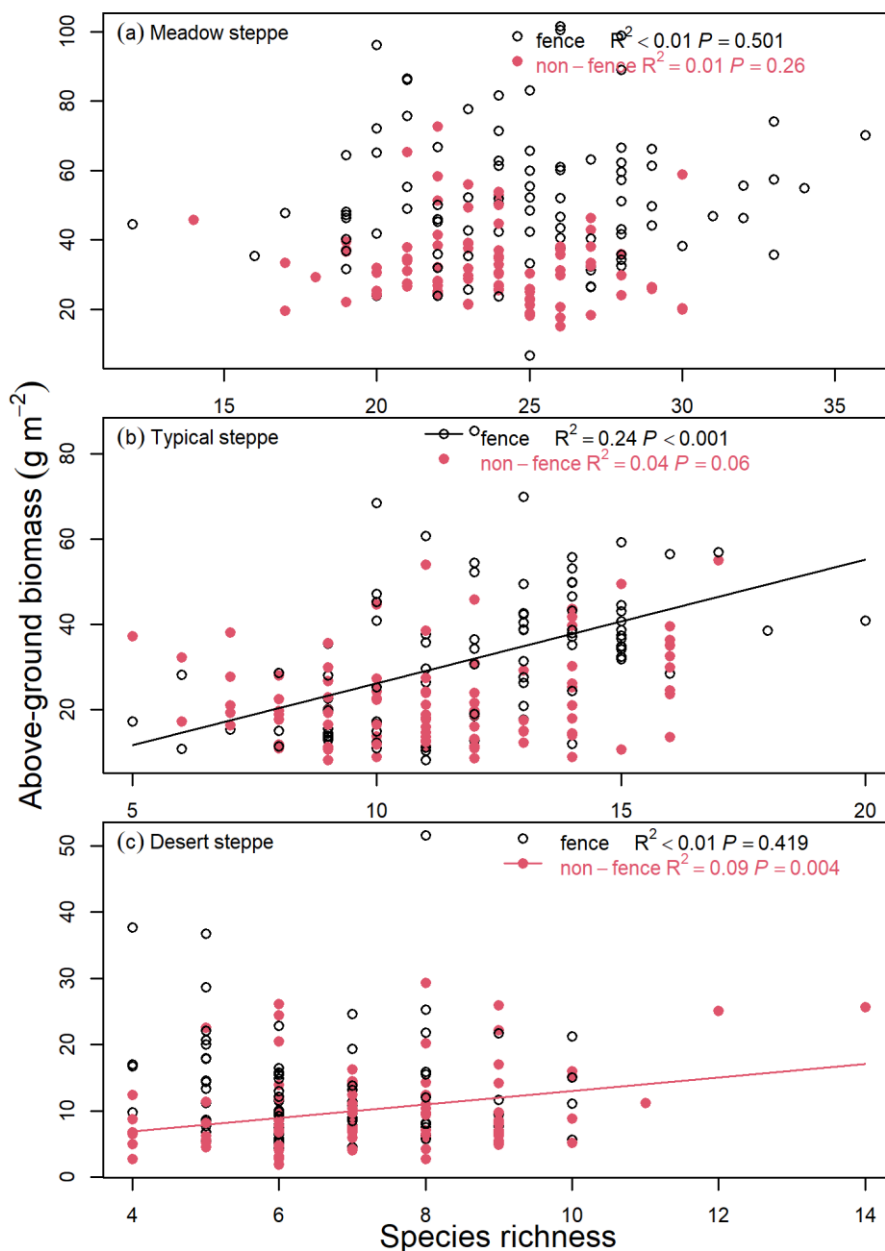
**Зураг 10.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн нийт ургамлын зүйлийн баялаг (а) судалгаа явуулсан жил (b) хашсан, хашаагүй талбай тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. Meadow steppe - Нугажуу хээр, Typical steppe - хуурай хээр, Desert steppe - цөлөрхөг хээр

**Хүснэгт 5.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн олон янз байдал, зүйлийн баялагт ургамал бүлгэмдэл, бэлчээрлэлтийн төрөл, судалгааны жилийн нөлөөлөл болон ялгаатай байдлыг шалгасан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

	Зүйлийн олон янз байдал			Зүйлийн баялаг	
	Df	F value	P	F value	P
Жил (Ж)	2	0.18	0.672	19.54	<0.001
Ургамал бүлгэмдэл (УБ)	2	729.38	<0.001	2002.40	<0.001
Булчээрлэлтийн төрөл (БТ)	1	2.73	0.099	3.83	0.051
Ж*УБ	4	3.66	0.026	5.36	0.005
Ж*БТ	2	0.00	0.985	1.53	0.216
УБ*БТ	2	3.58	0.029	6.89	0.001
Ж*УБ*БТ	4	2.10	0.123	20.14	<0.001

\*Ургамал бүлгэмдэл-Нугажуу хээр, хуурай хээр, цөлөрхөг хээр; Бэлчээрлэлтийн төрөл-хашсан болон хашаагүй талбай

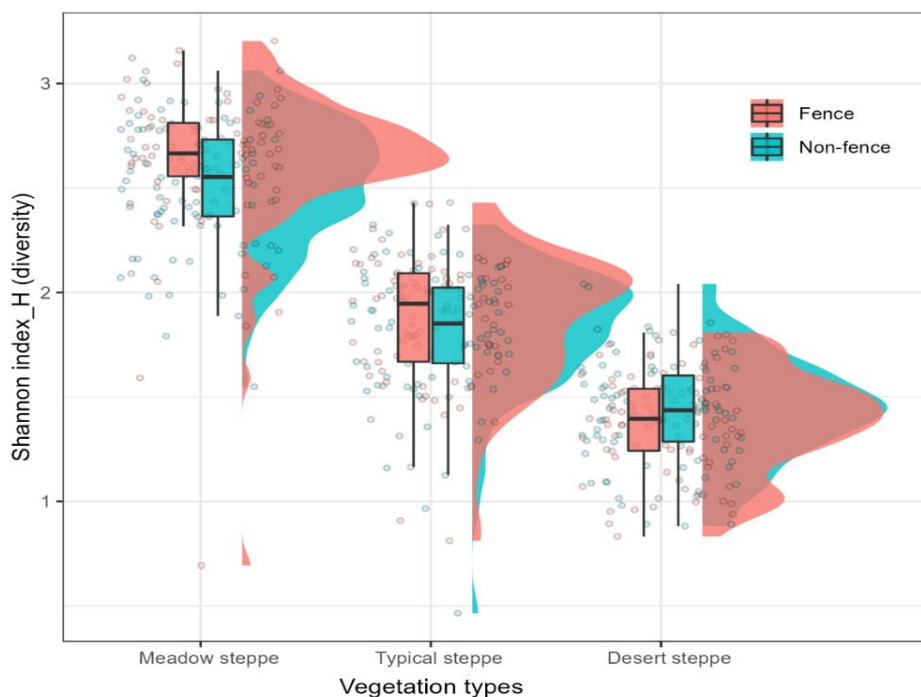
Судалгааны хугацаанд хээрийн гурван бүлгэмдэлд тааралдсан бүх зүйл ургамлын жагсаалтаас харахад нийт нугажуу хээрт 98 зүйл, хуурай хээрт 67 зүйл, харин цөлөрхөг хээрт 41 зүйл ургамал бүртгэгджээ (Хавсралт хүснэгт 4). Ургамлын зүйлийн баялаг нь хуурай хээрийн хашсан талбай, цөлийн хээрийн хашаагүй талбай тус бүрд газрын дээрх биомасстай шууд эерэг хамааралтай байна (Зураг 11b, c).



**Зураг 11.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх биомасс болон ургамлын зүйлийн баялаг хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linier regression) харуулав. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр

Зүйлийн олон янз байдал нь зүйлийн баялгаас шууд хамааралтай бөгөөд гурван ургамал бүлгэмдэл хооронд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 5). Тухайлбал

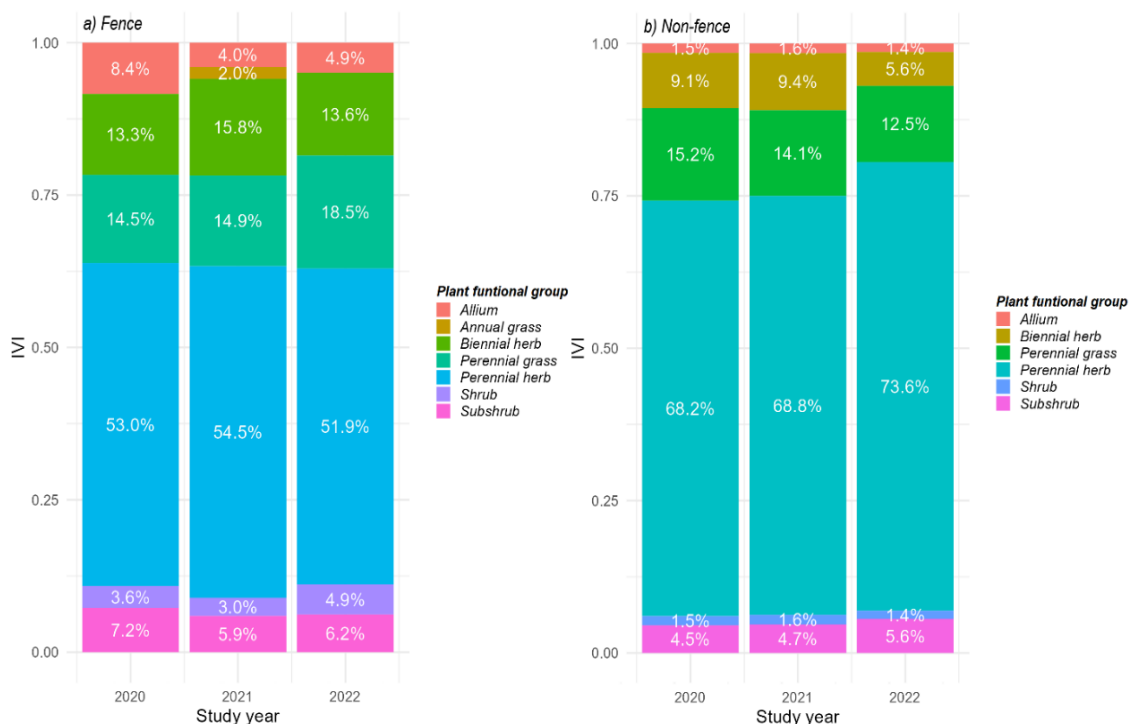
судалгааны жилийг нэгтгэн бүлгэмдэл хоорондын ялгааг харахад нугажуу хээрт шанноны индекс  $F=3.76$ ;  $NF=3.52$  буюу бусад 2 бүлгэмдэлтэй харьцуулахад өндөр байна (Зураг 12). Энэ нь нугажуу хээрийн бүлгэмдэлд олон зүйл ургамал тааралдаж байгааг илэрхийж байна (Зураг 10). Зүйлийн олон янз байдлын индексийг газрын дээрх биомасстай харьцуулж үзэхэд нугажуу хээрийн хашсан талбайд эерэг хамаарал ажиглагдсан бол бусад бүлгэмдэлд хамаарал ажиглагдсангүй (Хавсралт зураг 4).



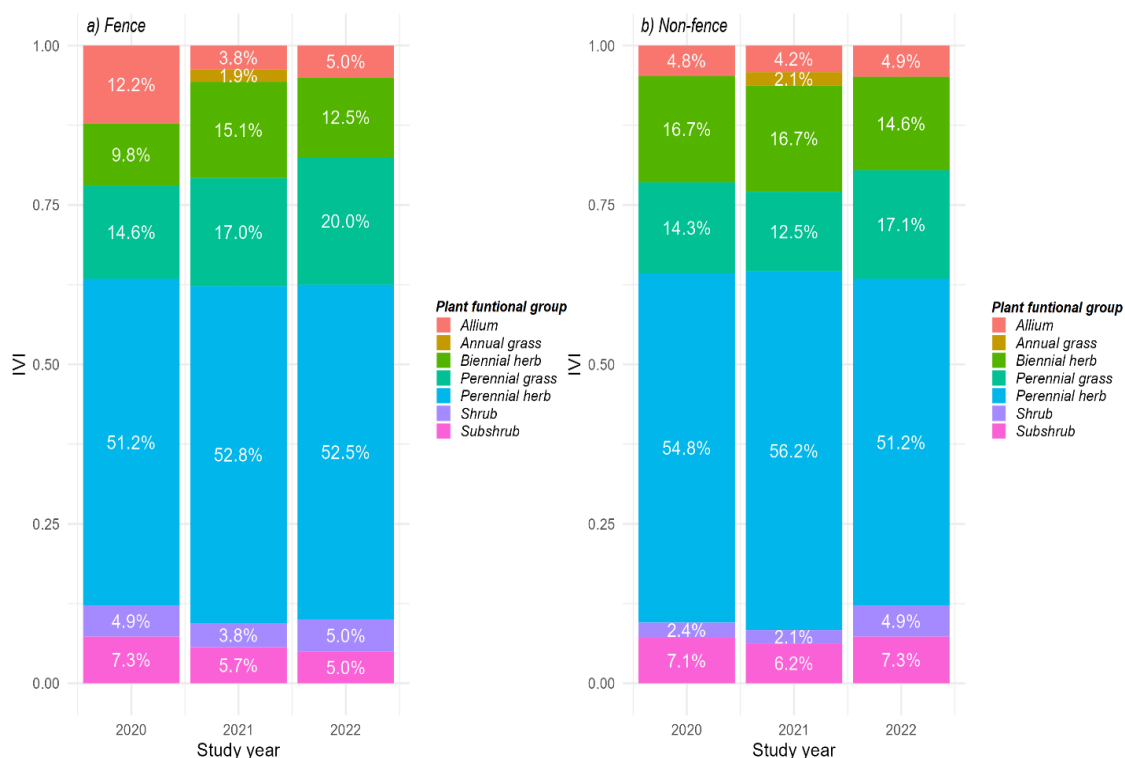
**Зураг 12.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамлын зүйлийн олон янз байдал хашсан, хашаагүй талбай болон ургамал бүлгэмдэл тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. Meadow steppe - Нугажуу хээр, Typical steppe - хуурай хээр, Desert steppe - цөлөрхөг хээр

Гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамлын бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоог ургамлын үйл ажиллагааны бүлгээр ангилж судалгаа явуулсан жилүүдэд харьцуулж үзэхэд олон наст өвслөг ургамал нугажуу хээрийн хашсан талбайд 2020 онд 53% байсан бол 2022 онд 51.9% болж буурсан бөгөөд хашаагүй талбайд тус онуудад 68.2% - 73.6% болж өссөн байна (Зураг 13). Гэвч гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын (three-way ANOVA) үр дүнгээс харахад судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай хооронд мэдэгдэхүйц ялгаа илрээгүй бөгөөд үйл ажиллагааны бүлэг хооронд ялгаатай байлаа ( $F=22.72$ ;  $p<0.001$ ). Харин хуурай хээрийн бүлгэмдэлд олон наст өвслөг ургамлын үүрэг оролцоо хашсан талбайд 53-51.9% болж буурсан бөгөөд хашаагүй талбайд 68-74% болж өссөн, олон наст үетэн ургамлын үүрэг оролцоо хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрд өссөн бол цөөн наст өвслөг ургамлын үүрэг оролцоо хашсан талбайд өсөөд хашаагүй талбайд буурсан байна (Зураг 14). Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын (three-way ANOVA) үр дүнгээс харахад судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай

хооронд мэдэгдэхүйц ялгаа илрээгүй бөгөөд үйл ажиллагааны бүлэг хооронд ялгаатай байлаа ( $F=14.02$ ;  $p<0.001$ ; Зураг 14).

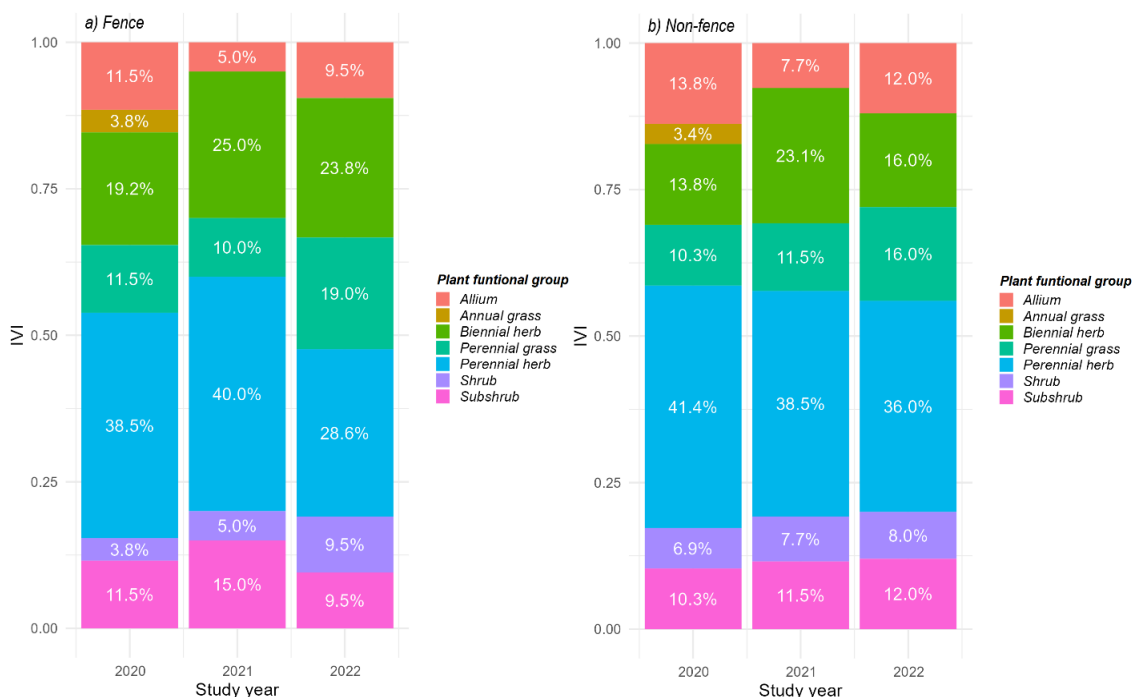


**Зураг 13.** Нугажуу хээрийн ургамлын бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоог ургамлын үйл ажиллагааны бүлгээр ангилж судалгааны хугацаа болон а) Fence – хашсан талбай; б) Non-fence – хашаагүй талбай тус бүрээр харуулав.



**Зураг 14.** Хуурай хээрийн ургамлын бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоог ургамлын үйл ажиллагааны бүлгээр ангилж судалгааны хугацаа болон а) Fence – хашсан талбай; б) Non-fence – хашаагүй талбай тус бүрээр харуулав.

Харин цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдлийн ургамлын үүрэг оролцоог судалгааны жил, хашсан, хашаагүй талбай болон ургамлын үйл ажиллагааны бүлэг хооронд харьцуулж үзэхэд зөвхөн үйл ажиллагааны бүлэг хооронд ялгаатай байлаа ( $F=5.45$ ;  $p<0.001$ ; Зураг 15). Олон наст өвслөг ургамлын үүрэг оролцоо хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрд буурсан байна. Харин олон наст үетэн, цөөн наст өвслөг ургамлын үүрэг оролцоо талбай тус бүр дээр өссөн байна (Зураг 15).



**Зураг 15.** Цөлөрхөг хээрийн ургамлын бүлгэмдэл дэх үүрэг оролцоог ургамлын үйл ажиллагааны бүлгээр ангилж судалгааны хугацаа болон а) Fence – хашсан талбай; б) Non-fence – хашаагүй талбай тус бүрээр харуулав.

### 3.1.2 Ургамал бүлгэмдлийн бүтэц, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанар

Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарыг хэмжиж үзэхэд нугажуу хээрийн алаг өвснүүдийн навчны талбайн хэмжээ хамгийн өндөр ( $113.7\pm 59.1 - 147.86\pm 8.8$ ) бөгөөд начны хуурай бодисын агууламж бага байлаа ( $0.15\pm 0.04 - 0.18\pm 0.1$ ; Хүснэгт 6). Харин үетэн ургамлын навчны талбайн хэмжээ, хуурай бодисын агууламж алаг өвстэй харьцуулахад эсэргээрээ байна (Хүснэгт 6). Мөн хуурай хээрийн *Potentilla acaulis* зүйлийн навчны талбайн хэмжээ ( $105.03\pm 10.2$ ) болон үндэсний хуурай бодисын агууламж хамгийн их байна ( $0.91\pm 1.2$ ; Хүснэгт 6). Цөлөрхөг хээрийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлтүүд бусад хоёр бүлгэмдэлтэй ижил хандлагатай байна (Хүснэгт 6). Үндэсний уртын хувьд цөлөрхөг хээрийн ургамлууд нугажуу хээр, хуурай хээрийн ургамлуудаас илүү урт үндэстэй бөгөөд цөлөрхөг хээрийн *Convolvulus ammonia* ургамлын үндэс бусад ургамлуудаас хамгийн урт байна (6.40-6.65 см). Ерөнхийдөө гурван бүлгэмдлийн үетэн ургамлууд урт үндэстэй байна (Хавсралт хүснэгт 5).

**Хүснэгт 6.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлт (дундаж ± стандарт алдаа)

№	Хээрийн экосистем	Зүйлийн латин нэр	Навчны зузаан (мм)	Навчны талбайн хэмжээ (см <sup>2</sup> г <sup>-1</sup> )	Навчны хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Үндэсний хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )
1	Нугажуу хээр	<i>Adenophora stenanthina</i> (Ledeb.) Kitag.	0.25±0.02	183.82±17.2	0.22±0.11	0.35±0.11
2		<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertner	0.24±0.04	65.66±16	0.45±0.3	0.42±0.19
3		<i>Artemisia dracunculus</i> L.	0.21±0.03	117.21±16.6	0.3±0.1	0.33±0.22
4		<i>Artemisia frigida</i> Willd.	0.23±0.06	85.55±20.6	0.33±0.16	0.33±0.16
5		<i>Aster alpinus</i> L.	0.26±0.07	104.69±15.4	0.26±0.12	0.36±0.16
6		<i>Bupleurum bicaule</i> Helm.	0.21±0.02	99.84±15.6	0.38±0.13	0.66±1.28
7		<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.	0.17±0.03	98.35±13.2	0.46±0.12	0.34±0.14
8		<i>Chrysanthenum zawadskii</i> Herbich	0.33±0.07	150.69±4.7	0.18±0.06	0.31±0.1
9		<i>Festuca lenensis</i> Drobov	0.17±0.03	76.17±16.1	0.71±1.18	0.36±0.2
10		<i>Gypsophila davurica</i> Turcz. ex Fenzl	0.54±0.09	110.84±9.5	0.15±0.04	0.6±0.71
11		<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	0.19±0.03	81.17±11.7	0.52±0.43	0.49±0.73
12		<i>Leontopodium ochroleucum</i> Beauverd	0.21±0.05	163.7±17.2	0.48±0.66	0.38±0.13
13		<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	0.27±0.09	56.34±9.6	0.47±0.18	0.38±0.11
14		<i>Potentilla acaulis</i> L.	0.23±0.02	114.2±7.6	0.36±0.26	0.4±0.17
15		<i>Potentilla fruticosa</i> L.	0.26±0.05	67.55±7.1	0.46±0.32	0.59±0.55
16		<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	0.21±0.02	62.32±8.6	0.36±0.18	0.44±0.07
17		<i>Scabosia comosa</i> Fisch. ex Roem. & Schult.	0.36±0.07	94.86±9.2	0.24±0.16	0.36±0.14
18		<i>Stellera chamaejasme</i> L.	0.22±0.03	135.31±13.1	0.29±0.12	0.36±0.13
19		<i>Stipa krylovii</i> Roshev.	0.22±0.03	75.2±8.3	0.52±0.17	0.38±0.14
20	Хуурай хээр	<i>Artemisia frigida</i> Willd.	0.17±0.03	5.33±1.1	0.34±0.13	0.49±0.12
21		<i>Cleistogenes squarrosa</i> (Trin.) Keng	0.09±0.01	11.47±1.6	0.57±0.66	0.38±0.12
22		<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	0.22±0.02	52.73±7	0.45±0.11	0.45±0.15
23		<i>Potentilla acaulis</i> L.	0.22±0.06	101.05±4.5	0.33±0.18	0.91±1.17
24		<i>Serratula centauroides</i> L.	0.31±0.03	39.92±3.9	0.3±0.1	0.57±0.57
25		<i>Stipa grandis</i> P.A. Smirn.	0.22±0.04	16.39±1.6	0.5±0.11	0.55±0.64
26	Цөлөрхөг хээр	<i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	0.31±0.07	17.21±2.2	0.24±0.29	0.44±0.15
27		<i>Artemisia frigida</i> Willd.	0.18±0.06	24.63±8.3	0.54±0.61	0.54±0.14
28		<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.	0.19±0.02	10.99±1.5	0.46±0.06	0.46±0.06
29		<i>Convolvulus ammannii</i> Desr.	0.21±0.03	9.82±2.5	0.33±0.12	0.5±0.24
30		<i>Stipa tianschanica subsp. gobica</i> (Roshev.) D.F. Cui	0.19±0.04	8.97±0.8	0.57±0.09	0.48±0.13

Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын үржлийн өндөр нь судалгааны жил, ургамал бүлгэмдэл, бэлчээрлэлтийн төрөл хооронд статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээрийн харилцан үйлчлэлийн нөлөө байна (бүгд  $p < 0.001$ ; Хүснэгт 7). Харин ургамлын дундаж ургал өндөр нь ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээрлэлтийн төрөл

хооронд ялгаатай ( $p < 0.001$ ) бол арви нь мөн судалгааны жил, бэлчээрлэлтийн төрөл хооронд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 7).

Ерөнхий тусгагийн бүрхэц нь ургамал бүлгэмдэл хооронд ялгаатай ( $p < 0.001$ ) буюу нугажуу хээрийн бүлгэмдэлд илүү өндөр ( $F77.6 \pm 1.7\%$ ;  $NF67.9 \pm 1.9\%$ ) > хуурай хээр ( $F49.4 \pm 1.4\%$ ;  $NF43.6 \pm 1.3\%$ ) > цөлийн хээр ( $F31.4 \pm 1.2\%$ ;  $NF28.5 \pm 0.6\%$ ) гэсэн дараалалтай байсан (Зураг 16А). Судалгааны жилүүдийн дунджаар ургамлын арви нь нугажуу хээрээс ( $262$  ширхэг/ $m^2$ ) хуурай хээр ( $103.5$  ширхэг/ $m^2$ ) цөлөрхөг хээрлүү ( $76.2$  ширхэг/ $m^2$ ) буурсан дараалалтай бөгөөд бэлчээрлэлтээс хамаарсан ялгаа илрээгүй (Хүснэгт 7; Зураг 16В).

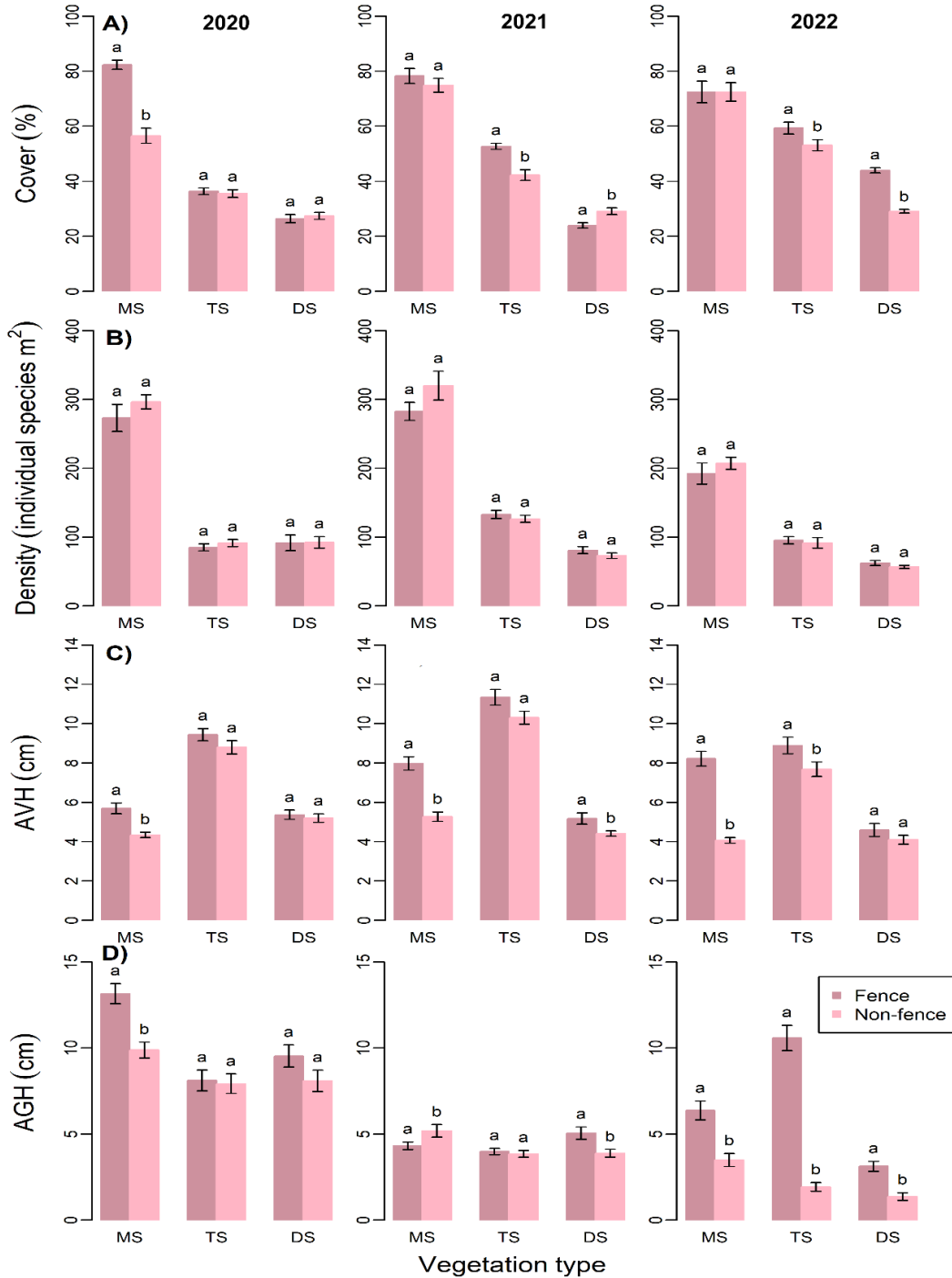
**Хүснэгт 7.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий тусгагийн бүрхэц, арви, ургамлын ургал болон үржлийн өндөрт ургамал бүлгэмдэл, бэлчээрлэлтийн төрөл, судалгааны жилийн нөлөөлөл мөн ялгаатай байдлыг шалгасан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

	Тусгагийн бүрхэц (%)			Арви (нэг төрөл зүйлийн тоо, $m^2$ )		ДҮӨ (см)		ДҮӨ (см)	
	Dfn	F	p	F	p	F	p	F	p
Жил (Ж)			<b>&lt;0.00</b>					263.7	<b>&lt;0.00</b>
	2	80.72	<b>1</b>	36.19	<b>&lt;0.001</b>	1.38	0.240	4	<b>1</b>
Бэлчээрлэлтийн төрөл (БТ)			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	1	38.01	<b>1</b>	1.67	0.197	86.03	<b>1</b>	68.79	<b>1</b>
Ургамал бүлгэмдэл (УБ)			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	2	626.6	<b>1</b>	521.6	<b>&lt;0.001</b>	341.6	<b>1</b>	19.09	<b>1</b>
Ж*БТ			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	2	0.37	0.542	0.43	0.512	11.13	<b>0.001</b>	20.84	<b>1</b>
Ж*УБ			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	4	16.87	<b>1</b>	17.85	<b>&lt;0.001</b>	13.33	<b>1</b>	27.49	<b>1</b>
УБ*БТ			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	2	3.90	<b>0.021</b>	3.44	<b>0.033</b>	20.92	<b>1</b>	3.51	<b>0.031</b>
Ж*УБ*БТ			<b>&lt;0.00</b>					<b>&lt;0.00</b>	<b>&lt;0.00</b>
	4	26.35	<b>1</b>	0.01	0.992	4.61	<b>0.010</b>	21.54	<b>1</b>

\*Ургамал бүлгэмдэл-Нугажуу хээр, хуурай хээр, цөлөрхөг хээр; Бэлчээрлэлтийн төрөл-хашсан болон хашаагүй талбай

Ургамлын дундаж ургал өндөр болон үржлийн өндөр нь хуурай хээрийн бүлгэмдэлд илүү өндөр байна. Тухайлбал хуурай хээрт ургамлын ургал өндөр дунджаар 9.4 см, үржлийн өндөр 6 см > нугажуу хээрт ургал өндөр 5.9 см, үржлийн өндөр 7.1 см > харин цөлөрхөг хээрт ургал өндөр 4.8 см бол үржлийн өндөр 5.1 см тус тус байна (Зураг 16С; D). Ургамлын үржлийн өндрийг ерөнхий тусгагийн бүрхэцтэй гурван ургамал бүлгэмдлийн хашсан болон хашаагүй талбай тус бүр дээр шугаман регрессийн анализаар хамаарал бодож үзэхэд нугажуу хээр болон хуурай хээрийн хашаагүй талбай ( $R^2=0.05$ ;  $p=0.029$ ;  $R^2=0.12$ ;  $p < 0.001$ ), цөлөрхөг хээрийн хашсан талбайн ( $R^2=0.1$ ;  $p=0.003$ ) ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын

үржлийн өндөр хооронд эерэг хамаарал ажиглагдсан (Хавсралт зураг 5). Харин хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрийн хашсан талбайн ерөнхий тусгагийн бүрхэц нь арвитай тус тус эерэг хамааралтай байлаа ( $R^2=0.08$ ;  $p=0.006$ ;  $R^2=0.08$ ;  $p=0.008$ ; Хавсралт зураг 6).



**Зураг 16.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн А) ерөнхий тусгагийн бүрхэц, В) арви, С) ургамлын ургал, D) үржлийн өндөр нь судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. Meadow steppe - Нугажуу хээр, Typical steppe - хуурай хээр, Desert steppe - цөлөрхөг хээр. Жижиг үсэгнүүд хашсан, хашаагүй талбай хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p<0.05$ ).



### 3.1.3 Ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх болон доорх биомасс

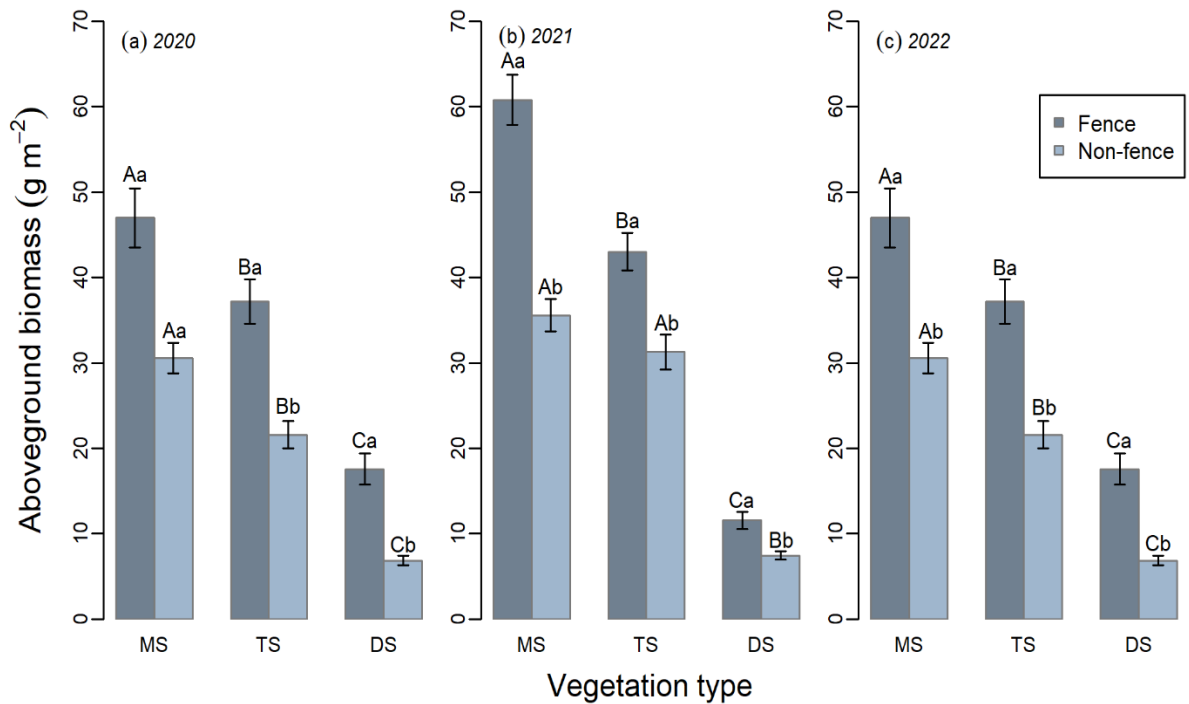
Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад газрын дээрх биомасс нь ургамал бүлгэмдэл, бэлчээрлэлтийн төрөл хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай тэдгээрийн харилцан үйлчлэл нь газрын дээрх биомассд нөлөөлж байна (бүгд  $p < 0.001$ ; Хүснэгт 8). Харин хагдны биомасс нь судалгааны жил, ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээрлэлтийн төрөл хооронд ялгаатай бөгөөд тэдгээрийн харилцан үйлчлэл нь хагдны биомассд мэдэгдэхүйц нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ). Харин үндэсний биомасс нь ургамал бүлгэмдэл хооронд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 8).

Гурван бүлгэмдлийн нийт газрын дээрх биомасс нь нугажуу хээр, хуурай хээрт судалгааны 2 дахь жилд талбай тус бүр дээр өсөлттэй байсан боловч 2022 онд буурсан хандлагатай байна. Харин цөлөрхөг хээрийн газрын дээрх биомасс судалгааны 2 дахь жилд буураад судалгааны гурав дахь жилд буцаад өссөн байна (Зураг 17). Газрын дээрх биомасс нугын хээрт 2020 онд хашсан талбайд  $369.1 \pm 5.8$  гр байсан бол 2021 онд  $456 \pm 16.9$  гр болж өссөн бөгөөд бусад 2 бүлгэмдлээс харьцангуй их байгаа нь магадгүй ургамлын зүйлийн баялагтай шууд холбоотой (Зураг 17). Бүлгэмдэл тус бүрийн хагдны биомассын хэмжээ өмнөх онуудтай харьцуулахад 2022 онд талбай тус бүр дээр өссөн байна. Тухайлбал: хашсан талбайн хагдны биомасс нугажуу хээрт 2.05 – 20.3 гр, хуурай хээрт 4.03-16.75 гр, цөлөрхөг хээрт 0.69-5.22 гр болж тус тус өссөн. Харин хашаагүй талбайн хагдны биомасс нугажуу хээрт 2.05-5.56 гр, хуурай хээрт 4.09-6.56 гр болж өссөн бол цөлөрхөг хээрт 1.97-1.62 болж буурсан байлаа (Зураг 18).

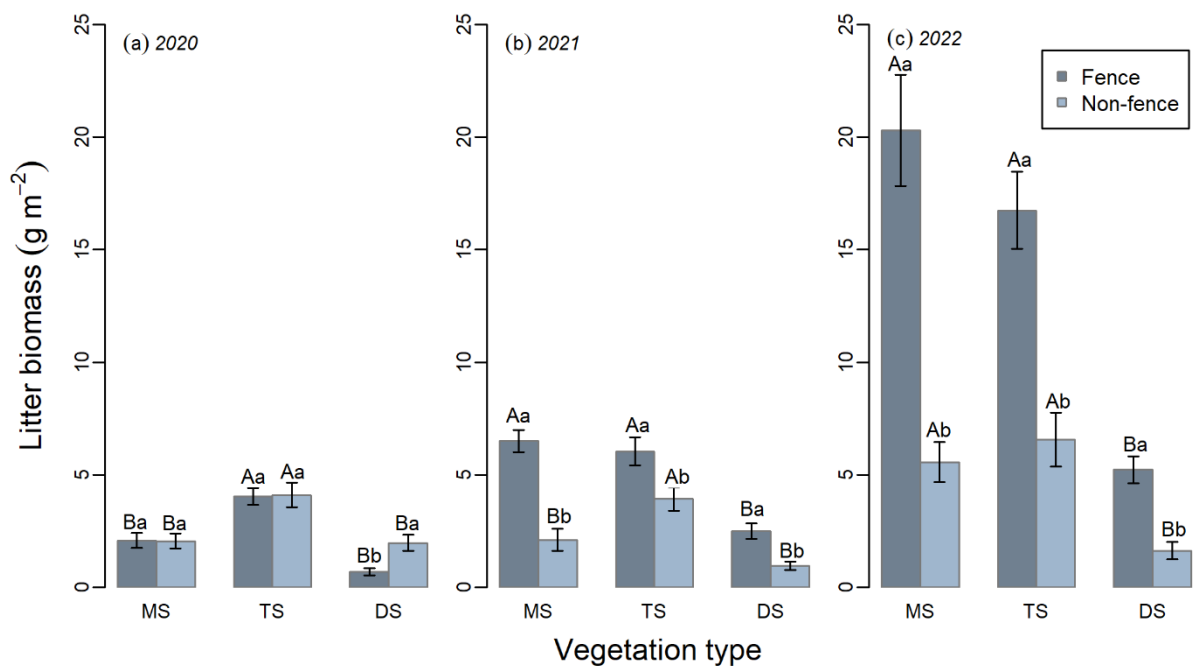
**Хүснэгт 8.** Гурван бүлгэмдлийн газрын дээрх ногоон биомасс, хагдны биомасс, үндэсний биомасс дээр ургамал бүлгэмдэл, бэлчээрлэлтийн төрөл, судалгааны хугацааны нөлөөлөл мөн ялгаатай байдлыг шалгасан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

	Газрын дээрх биомасс (г м <sup>-2</sup> )			Хагдны биомасс (г м <sup>2</sup> )		Үндэсний биомасс (г см <sup>3</sup> )	
	Dfn	F	p	F	p	F	p
Жил (Ж)	2	0.00	1.000	138.63	<0.001	1.02	0.313
Бэлчээрлэлтийн төрөл (БТ)	1	185.65	<0.001	65.05	<0.001	3.14	0.077
Ургамал бүлгэмдэл (УБ)	2	305.49	<0.001	43.70	<0.001	187.15	<0.001
Ж*БТ	2	0.00	1.000	66.97	<0.001	0.20	0.658
Ж*УБ	4	0.00	1.000	16.12	<0.001	30.90	<0.001
УБ*БТ	2	9.25	<0.001	9.41	<0.001	0.69	0.502
Ж*УБ*БТ	4	0.00	1.000	4.65	0.010	1.01	0.363

\*Ургамал бүлгэмдэл-Нугажуу хээр, хуурай хээр, цөлөрхөг хээр; Бэлчээрлэлтийн төрөл-хашсан болон хашаагүй талбай

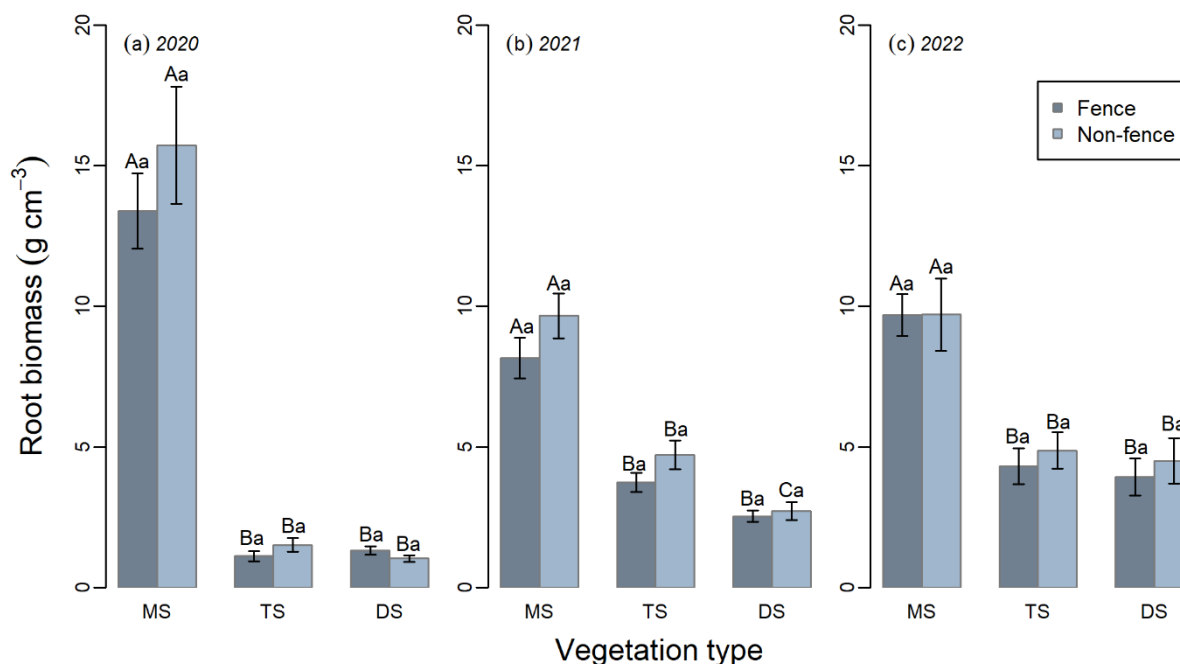


**Зураг 17.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх ногоон биомасс судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. MS - Нугажуу хээр, TS - хуурай хээр, DS - цөлөрхөг хээр. Жижиг үсэгнүүд хашсан, хашаагүй талбай харин том үсэгнүүд ургамал бүлгэмдэл хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).



**Зураг 18.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн хagdны биомасс судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. MS - Нугажуу хээр, TS - хуурай хээр, DS - цөлөрхөг хээр. Жижиг үсэгнүүд хашсан, хашаагүй талбай харин том үсэгнүүд ургамал бүлгэмдэл хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).

Гурван бүлгэмдлийн үндэсний биомасс судалгааны жил, хашсан болон хашаагүй талбай хооронд статистикийн ялгаа ажиглагдаагүй ч хуурай хээр, цөлөрхөг хээрийн үндэсний биомасс судалгааны эхний жилтэй харьцуулахад 1.1-4.8 мөн 1.3-4.5 гр болж тус тус өссөн. Харин нугажуу хээрийн үндэсний биомасс талбай хооронд ялгаа байхгүй ч судалгааны эхний жилтэй харьцуулахад 15.7-9.6 гр болж буурсан байна (Зураг 19).



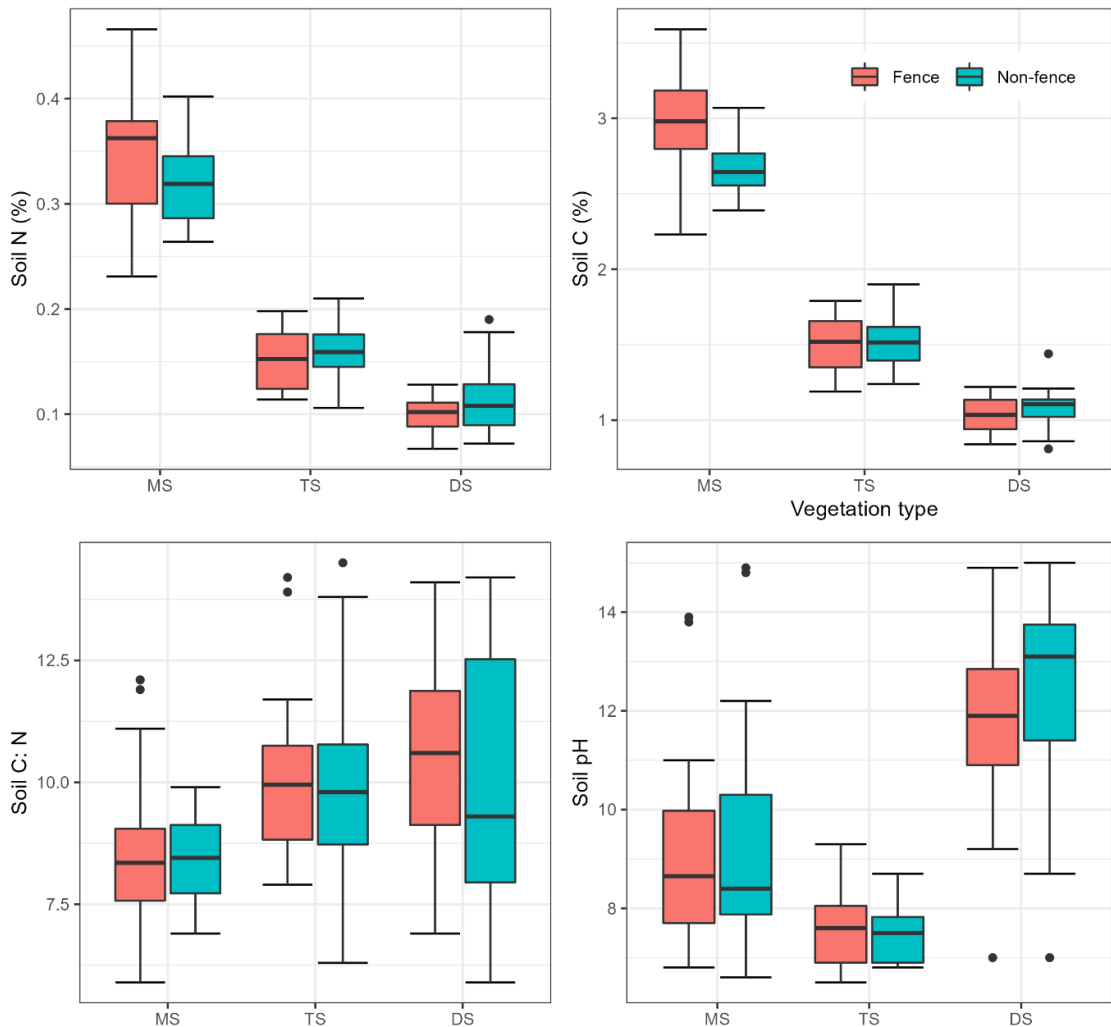
**Зураг 19.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн үндэсний биомасс судалгааны хугацаа болон хашсан, хашаагүй талбай тус бүрээр. Fence – хашсан талбай; Non-fence – хашаагүй талбай. MS - Нугажуу хээр, TS - хуурай хээр, DS - цөлөрхөг хээр. Жижиг үсэгнүүд хашсан, хашаагүй талбай харин том үсэгнүүд ургамал бүлгэмдэл хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).

### 3.1.4 Ургамлын газрын дээрх бүтээмж, ургамал болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар хоорондын харилцан хамаарал

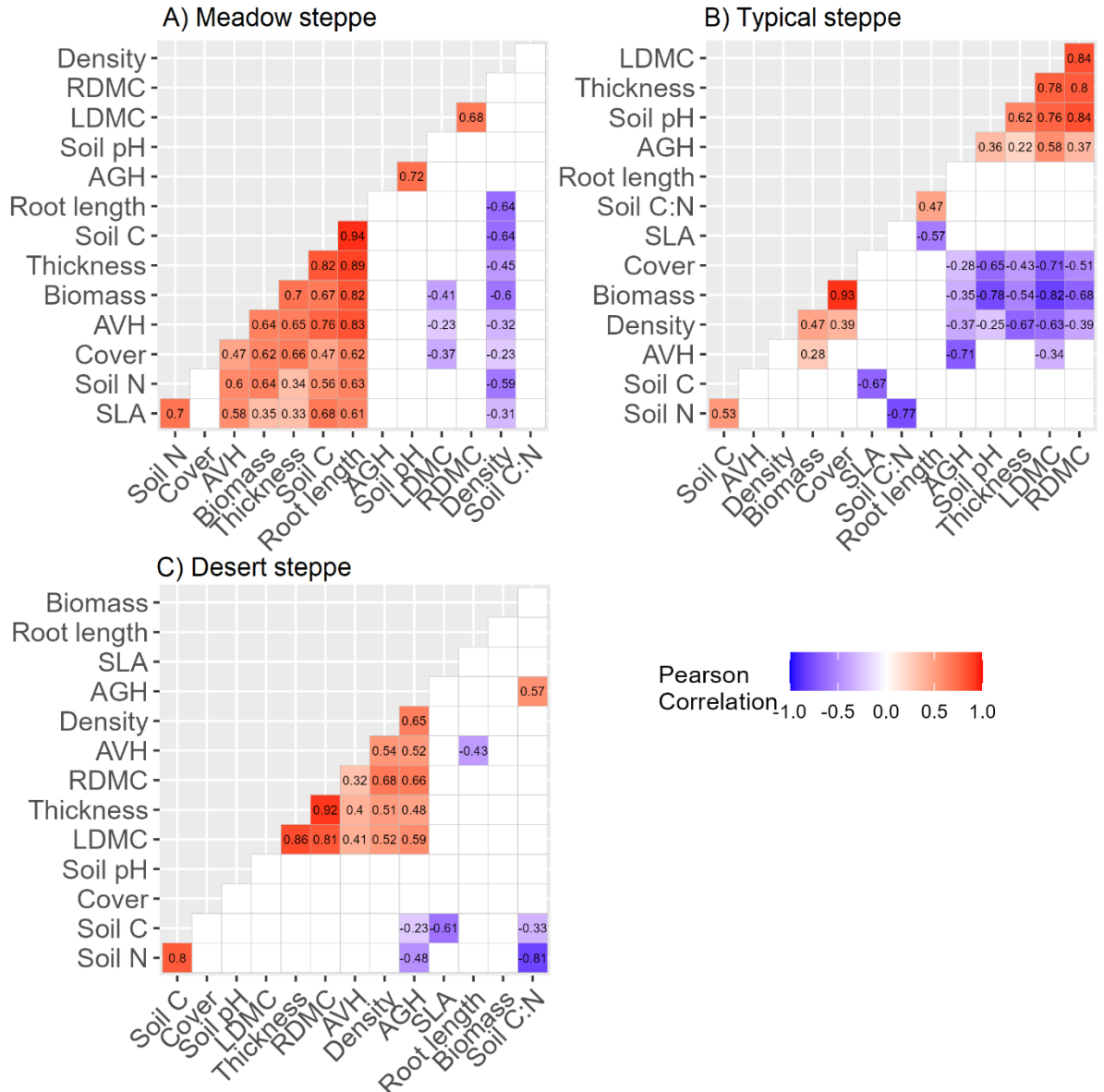
Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн хөрсний азот (N), нүүрстөрөгчийн (C) агууламж, C: N харьцаа болон хөрсний рН бүлгэмдэл хооронд ялгаатай боловч хашсан, хашаагүй талбай хооронд ялгаагүй байна. Мөн нугын хээрийн хөрсний N, C-ийн агууламж харицангуй их харин C: N харьцаа гурван бүлгэмдэл хооронд статистикийн хувьд ялгаагүй байсан бол нугын хээр, цөлөрхөг хээрийн хөрсний рН  $> 8.0$  буюу шүтлэг байна (Зураг 20). Pearson-ы хамаарлын ggscorplot үр дүнгээс харахад нугажуу хээрийн газрын дээрх биомасс нь ургамлын навчны зузаан (Thickness;  $r=0.7$ ), ургамлын ургал найлзуурын өндөр (AVH;  $r=0.65$ ), тусгагийн бүрхэц (Cover;  $r=0.62$ ), навчны талбайн хэмжээ (SLA;  $r=0.35$ ), үндэсний урт (Root length;  $r=0.82$ ) болон хөрсний азот (N;  $r=0.64$ ), нүүрстөрөгчийн (C;  $r=0.67$ ) агууламжтай эерэг харин навчны хуурай бодисын агууламж (LDMC;  $r=-0.41$ ) болон арвитай (Density;  $r=-0.6$ ) сөрөг сул хамааралтай байна. Харин ургамлын тусгагийн бүрхэц нь навчны зузаан ( $r=0.66$ ), ургал найлзуурын өндөр ( $r=0.47$ )

болон хөрсний C-ны агууламжтай ( $r=0.47$ ) эерэг, LDMC ( $r=-0.37$ ) болон арвитай ( $r=-0.23$ ) сул сөрөг хамааралтай байна (Зураг 21a). Хуурай хээрийн газрын дээрх биомасс болон тусгагийн бүрхэц нь арвитай сул эерэг хамааралтай ( $r=0.39 - 0.47$ ) харин ургамлын үржлийн өндөр, навчны зузаан, LDMC, үндэсний хуурай бодисын агууламж (RDMC) болон хөрсний pH-тэй тус бүр сөрөг хамааралтай байна ( $r=-0.28 - -0.82$ ; Зураг 21b). Харин цөлөрхөг хээрт газрын дээрх биомасс, ерөнхий тусгагийн бүрхэц хооронд сөрөг хамаарал ажиглагдсан бол бусад ургамлын болон хөрсний шинж чанартай хамааралгүй байна (Зураг 21c;  $r=-0.31$ ).

Ерөнхийдөө гурван бүлгэмдлийн газрын дээрх бүтээмжид навчны талбайн хэмжээ, навчны зузаан, хөрсний азот, нүүрстөрөгчийн агууламж эерэг, навч болон үндэсний хуурай бодисын агууламж, хөрсний pH сөрөг хамааралтай байна (Зураг 21).

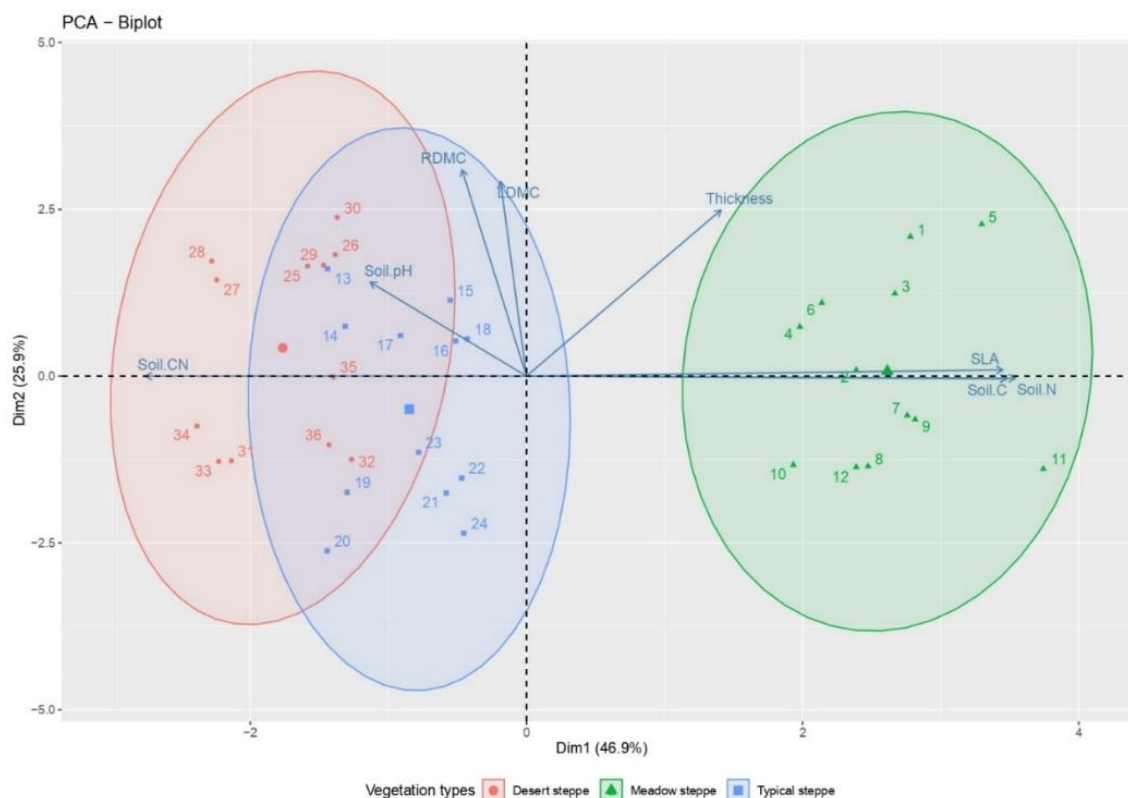


**Зураг 20.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн 0-30 см гүн дэх хөрсний азот (N, %), нүүрстөрөгчийн (C, %) агууламж, азот нүүрстөрөгчийн харьцаа (C: N) мөн хөрсний pH хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрээр. MS-Нугажуу хээр, TS-хуурай хээр, DS-цөлөрхөг хээр. Fence - хашсан талбай, Non-fence - хашаагүй талбай



**Зураг 21.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамал болон хөрсний шинж чанар, газрын дээрх бүтээмж хооронд Pearson-ы хамаарал бодсон үр дүн. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр. Улбаршар болон нил ягаан өнгө нь эерэг ба сөрөг хамаарлыг тус тус илэрхийлнэ.

Гурван бүлгэмдлийн навчны шинж чанар болон хөрсний шинж чанарыг харьцуулж үзэхэд нугажуу хээрийн ургамлын навчны талбайн хэмжээ, навчны зузаан, хөрсний N, C-ийн агууламж бусад 2 бүлгэмдлээс харьцангуй их бөгөөд эдгээр нь хоорондоо эерэг хүчтэй хамааралтай, хуурай хээрийн хөрсний pH нь навчны зузаан, RDMC, LDMC-тэй эерэг харин SLA, хөрсний N, C, C:N-тэй сөрөг хамааралтай байна. Цөлөрхөг хээрийн хувьд хөрсний C: N нь бусад үзүүлэлтүүдтэй сөрөг хамааралтай байна (Зураг 22).

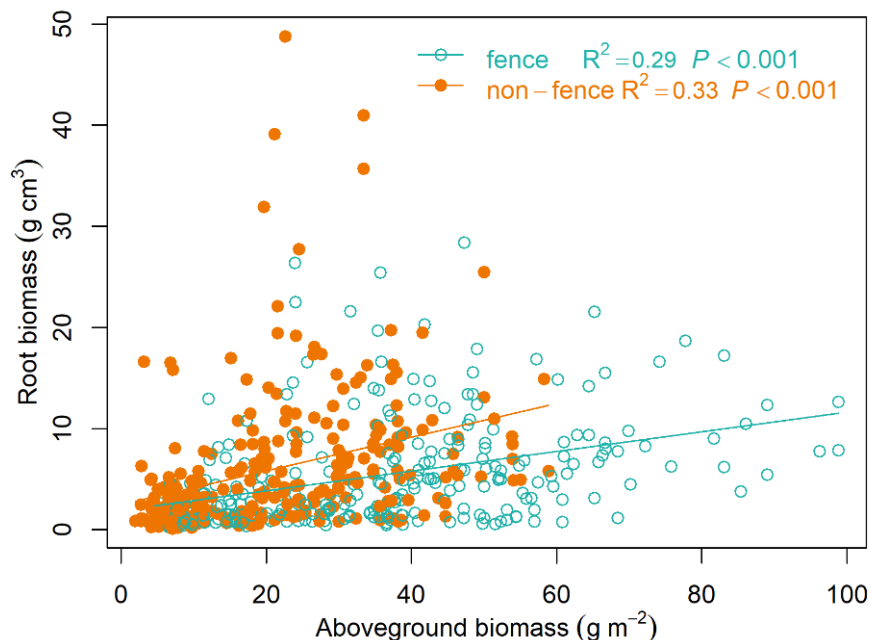


**Зураг 22.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамал болон хөрсний шинж чанарын хамаарал, тэдгээрийн ялгаатай байдлыг PCA (principle component analysis)-р харуулав. Meadow steppe - Нугажуу хээр, Typical steppe - хуурай хээр, Desert steppe - цөлөрхөг хээр

### 3.2 Хэлэлцүүлэг

Хүрээлэн буй орчны градиентын нөхцөл нь бэлчээрийн ургамал бүлгэмдлийн ургамлын найрлага, бүтээмжид чухал нөлөө үзүүлдэг (Wang et al., 2012). Энэхүү судалгааны хувьд судалгаа явуулсан газар нь зүүн хойноос зүүн өмнө зүгт хур тунадас буурч, агаарын температур нэмэгдэх экологийн илт градиент нөхцөлтэй (Зураг 3). Хур тунадас болон агаарын дундаж температур нь ургамлын үйл ажиллагааны бүлгүүдийн найрлага, ургамал бүлгэмдлийн бүтээмж зэрэгт чухал нөлөө үзүүлдэг бөгөөд энэхүү судалгаагаар нугажуу хээрийн ургамал бүлгэмдлийн биомасс, бүрхэц, харьцангуй арви, ургамлын өндөр зэрэг нь бусад хоёр бүлгэмдлээс харьцангуй өндөр мөн ургамлын зүйлийн баялаг, зүйлийн олон янз байдал нь градиентын дагуу буурч байсан. Бүлгэмдлийн бүтээмж нь олон наст үетэн ургамлаар тодорхойлогддог бол зүйлийн олон янз байдал нь олон наст алаг өвсөөр тодорхойлогддог (Mi et al., 2022). Бидний судалгааны ажлын үр дүнгээс харахад алаг өвсний үүрэг оролцоо хашсан, хашаагүй талбай тус бүрд нугажуу хээр > хуурай хээр > цөлөрхөг хээр гэсэн дараалалтай байсан нь зүйлийн олон янз байдалтай ижил хандлагатай байлаа. Zhang et al. (2021) нарын Өвөр Монголын цөлийн хээрт 2012-2015 онуудад хийсэн судалгаагаар бэлчээрлэлтийн эрчим исэхэд ургамлын зүйлийн олон янз байдал буурдаг гэсэн бол бидний судалгаагаар бэлчээрлэлттэй болон хяналтын талбай хооронд ялгаа илэрсэнгүй (Хүснэгт 5). Хээрийн гурван бүлгэмдлийн дундаж газрын дээрх болон доорх биомасс нь Өвөр

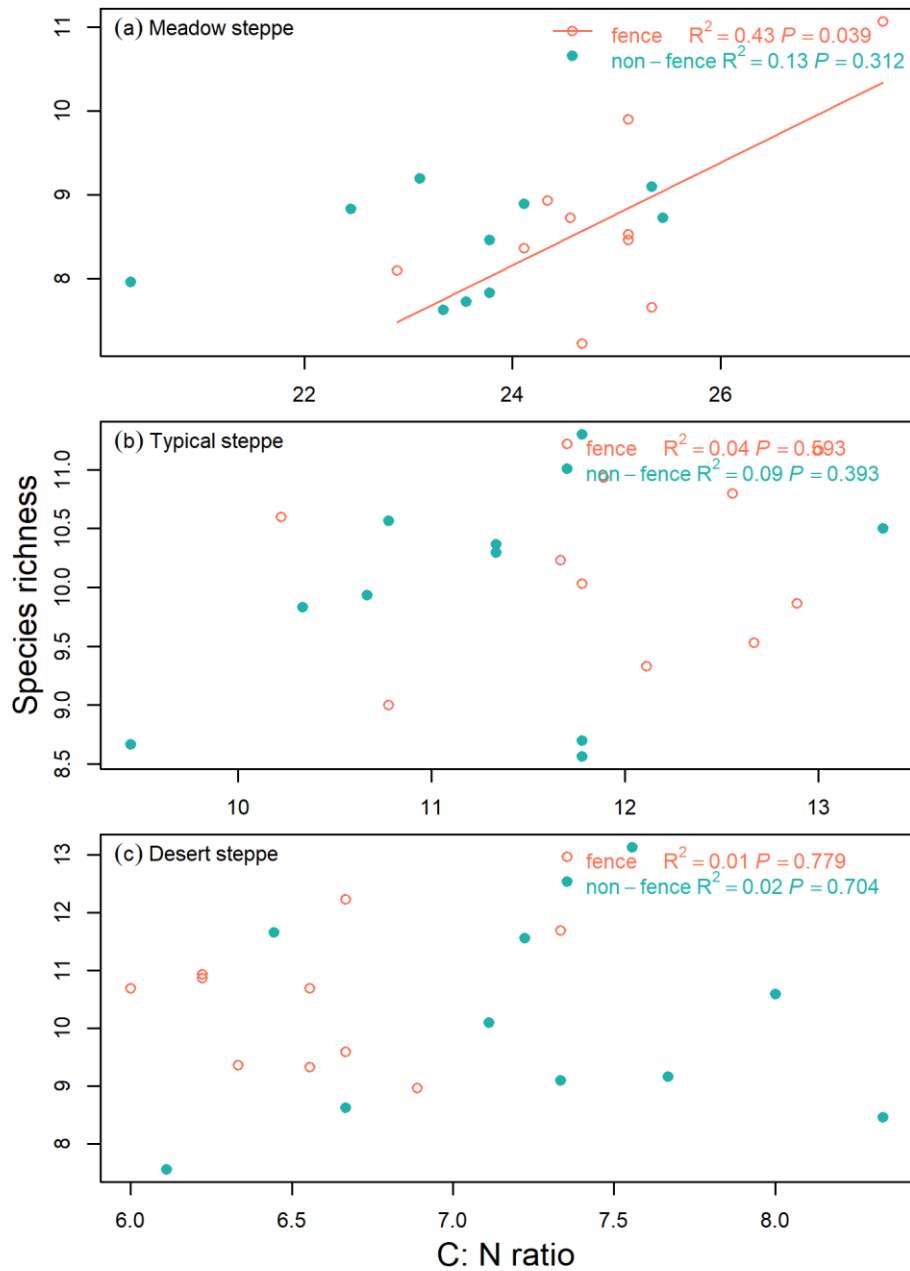
Монголын нугажуу хээр, хуурай хээр, цөлөрхөг хээрт хийсэн судалгаа болон дэлхийн дундажтай харьцуулахад харьцангуй бага байгаа нь хур тунадас, хөрсөн дэх нийт азот, нүүрстөрөгчийн агууламж бага байгаатай холбоотой бөгөөд газрын доорх болон дээрх биомасс хооронд эерэг хамаарал байна (Zheng et al., 2023; Wang et al., 2015; He et al., 2014; Kang et al., 2013; Mokany et al., 2006; Jackson et al., 1996; Зураг 20; 23).



**Зураг 23.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн үндэсний биомасс болон газрын дээрх биомасс хоорондын харилцан хамаарлыг шугаман регрессээр (ordinary linear regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай

Su et al. (2017) нар Өвөр Монголын тэгш өндөрлөгийн нугажуу хээр, хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрт хийсэн судалгаагаар бүлгэмдлийн бүтэц, газрын дээрх биомассд бэлчээрлэлтийн нөлөөллийг судалсан үр дүнгээс харахад бэлчээрлэлт, бүлгэмдлийн төрөл, судалгааны жил зэрэг нь тусгагийн бүрхэц, ургамлын өндөр, зүйлийн баялаг, газрын дээрх биомасс зэрэгт чухал нөлөө үзүүлсэн боловч эдгээр хувьсагчийн өөрчлөлтөд нөлөөлсөн гол хүчин зүйл нь ургамал бүлгэмдэл буюу тухайн экосистем гэсэн нь бидний судалгаатай нийцэж байна. Тухайлбал, бид жил, ургамал бүлгэмдэл хооронд харилцан үйлчлэлийн мэдэгдэхүйц нөлөөлөл байгааг олж мэдсэн нь бүлгэмдлийн бүтэцэд бэлчээрлэлтийн хариу үйлдэл үзүүлэх нь мөн бүлгэмдлийн нөхцөл байдлаас шалтгаалж байсныг харуулж байна. Бидний судалгааны үр дүнгээр бэлчээрлэлтийн төрөл (хашсан/хашаагүй талбай), жил гэхээсээ илүү ургамал бүлгэмдэл нь бүлгэмдлийн шинж чанарын өөрчлөлтийг зохицуулахад хамгийн чухал хүчин зүйл байсныг илрүүлсэн нь энэ дүгнэлтийг баталж байна. Энэ дүгнэлт нь бэлчээрлэлт нь хур тунадас, азотын ашиглалтын үр ашгийг өөрчилдөг тул хуурай газрын ургамал чийглэг газраас ялгаатай гэсэн өмнөх судлаачдын судалгааны үр дүнтэй нийцэж байна (Dangal et al., 2016; Luo et al., 2012; Wesche et al., 2010).

Zheng et al. (2023) нарын Өвөр Монголын Шилийн голын хуурай хээрт хийсэн судалгаагаар экосистемийн олон талт байдал (EMF)-ийн хувьд бэлчээрийг хаших, хадах хоёрын хооронд мэдэгдэхүйц ялгаа илрээгүй боловч хадсан талбайд ургамлын болон мөөгний олон янз байдал илүү байсан нь бидний судалгааны үр дүнтэй нийцэж байна. Hu et al. (2021) болон Maestre et al. (2012) нарын бүтээлд хуурайшилт багатай бүс нутагт ургамлын зүйлийн баялаг, хөрсний олон талт байдал (SOC, STN, STP, C: N soil microbial diversity, pH) хоёрын хооронд хүчтэй эерэг холбоо байна гэсэн нь бидний судалгааны үр дүнтэй таарч байна (Зураг 24).



**Зураг 24.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн зүйлийн баялаг болон хөрсний C: N харьцаа хоорондын харилцан хамаарлыг шугаман регрессээр (ordinary linier regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



### 3.3 Дүгнэлт

Ургамал бүлгэмдлийн бүтцийг илэрхийлэх үзүүлэлтүүд болох ерөнхий тусгагийн бүрхэц, арви, ургамлын өндөр нь ургамал бүлгэмдлүүдэд статистикийн хувьд ялгаатай ( $p < 0.001$ ) бөгөөд мал бэлчээрлэлтийн нөлөө илэрч байна. Нугажуу хээр, хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн бүтцэд ургамлын хуурай бодисын агууламж, хөрсний рН сөрөг хамааралтай ( $r = -0.09 - -0.37$ ) бол цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдэлд хамаарал ажиглагдсангүй.

Гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамлын газрын дээрх болон хагдны биомассд бэлчээрлэлтийн нөлөө илэрсэн ( $p < 0.001$ ) бол үндэсний биомассд илэрсэнгүй. Үүнээс үндэсний сэргэн ургах хугацаа газрын дээрх хэсгээс харьцангуй удаан явагддаг гэж дүгнэж болно.

Нугажуу хээрийн бүлгэмдлийн ургамлын навчны талбай, хөрсний азот, нүүрстөрөгчийн агууламж, навчны зузаан нь бусад хоёр ургамал бүлгэмдлээс харьцангуй өндөр бөгөөд газрын дээрх биомасстай эерэг хүчтэй хамааралтай ( $r = 0.64-0.7$ ).

## БҮЛЭГ IV. УРГАМЛЫН НАВЧНЫ ЗАДРАЛЫН ТУРШИЛТ СУДАЛГАА

### 4.1 Судалгааны үр дүн

#### 4.1.1 Навчны шинж чанар

Энэхүү туршилт судалгаанд хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийг төлөөлөх 27 зүйл ургамал сонгон ашигласан бөгөөд зүйл тус бүрийн үйл ажиллагааны шинж чанарын үзүүлэлт буюу навчны зузаан, навчны хуурай бодисын агууламж болон навчны талбайн хэмжээг тус тус хэмжсэн. Үүнээс үйл ажиллагааны бүлгээр авч үзвэл 3 зүйл сөөг, 1 зүйл заримдаг сөөгөнцөр, 11 зүйл олон наст алаг өвс, 7 зүйл үетэн ургамал байна (Хүснэгт 9). Хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Ephedra sinica* ( $0.66 \pm 0.05$ ), нугажуу хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Scabiosa comosa* ( $0.37 \pm 0.02$ ), болон цөлөрхөг хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Allium polyrrhizum* ( $0.29 \pm 0.03$ ) зүйлүүд хамгийн их навчны зузаантай байна. Навчны хуурай бодисын агууламжийн хувьд хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Ephedra sinica* ( $0.39 \pm 0.01$ ), цөлөрхөг хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Stipa gobica* ( $0.33 \pm 0.14$ ) нугажуу хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Potentilla tanacetifolia* ( $0.31 \pm 0.14$ ) тус бүр хамгийн их байна. Харин навчны талбайн хэмжээ нь хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Cleistogenes squarrosa* ( $8.49 \pm 4.55$ ), нугажуу хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Stellera chamaejasme* ( $74.41 \pm 31.25$ ), цөлөрхөг хээрийн ургамал бүлгэмдлийн *Allium polyrrhizum* ( $7.60 \pm 3.85$ ) тус бүр хамгийн их үзүүлэлттэй байна (Хүснэгт 9).

**Хүснэгт 9.** Туршилт судалгаанд ашигласан ургамлуудын навчны анхны шинж чанарын үзүүлэлтүүд гурван ургамал бүлгэмдэл тус бүрээр

Хээрийн экосистем	Ургамлын латин нэр	Үйл ажиллагааны бүлэг	Навчны зузаан (мм)	Навчны хуурай бодисын агууламж ( $\text{г г}^{-1}$ )	Навчны талбайн хэмжээ ( $\text{см}^2 \text{г}^{-1}$ )
Цөлөрхөг хээр	<i>Agropyron cristatum</i>	Үетэн	$0.22 \pm 0.01$	$0.18 \pm 0.02$	$21.10 \pm 2.73$
	<i>Allium polyrrhizum</i>	Алаг өвс	$0.29 \pm 0.03$	$0.11 \pm 0.04$	$7.60 \pm 3.85$
	<i>Amygdalus pedunculata</i>	Сөөг	$0.27 \pm 0.02$	$0.33 \pm 0.002$	$16.29 \pm 2.34$
	<i>Artemisia messerschmidtiana</i>	Заримдаг сөөгөнцөр	$0.12 \pm 0.01$	$0.24 \pm 0.01$	$5.49 \pm 1.05$
	<i>Carex duriuscula</i>	Алаг өвс	$0.19 \pm 0.01$	$0.24 \pm 0.10$	$6.60 \pm 2.82$
	<i>Stipa gobica</i>	Үетэн	$0.21 \pm 0.01$	$0.33 \pm 0.14$	$4.04 \pm 1.66$
Нугажуу хээр	<i>Artemisia dracunculus</i>	Алаг өвс	$0.21 \pm 0.01$	$0.14 \pm 0.06$	$117.21 \pm 16.6$
	<i>Aster alpinus</i>	Алаг өвс	$0.26 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.04$	$104.69 \pm 15.4$
	<i>Carex duriuscula</i>	Алаг өвс	$0.15 \pm 0.01$	$0.23 \pm 0.10$	$98.35 \pm 13.2$
	<i>Leontopodium ochroleucum</i>	Алаг өвс	$0.24 \pm 0.02$	$0.19 \pm 0.08$	$163.7 \pm 17.2$
	<i>Leymus chinensis</i>	Үетэн	$0.30 \pm 0.01$	$0.29 \pm 0.12$	$56.34 \pm 9.6$

	<i>Poa subpastigata</i>	Үетэн	0.30 ± 0.01	0.16 ± 0.07	24.09 ± 11.95
	<i>Potentilla acaulis</i>	Алаг өвс	0.21 ± 0.003	0.12 ± 0.05	114.2±7.6
	<i>Potentilla fruticosa</i>	Сөөг	0.23 ± 0.01	0.12 ± 0.05	67.55±7.1
	<i>Potentilla tanacetifolia</i>	Алаг өвс	0.35 ± 0.02	0.31 ± 0.14	51.41 ± 22.8
	<i>Scabosia comosa</i>	Алаг өвс	0.37 ± 0.02	0.06 ± 0.03	94.86±9.2
	<i>Stellera chamaejasme</i>	Алаг өвс	0.22 ± 0.01	0.11 ± 0.05	135.31±13.1
	<i>Stipa baicalensis</i>	Үетэн	0.23 ± 0.01	0.24 ± 0.10	75.2±8.3
Хуурай хээр	<i>Amygdalus pedunculata</i>	Сөөг	0.28 ± 0.01	0.24 ± 0.10	22.13 ± 9.5
	<i>Armenica sibirica</i>	Сөөг	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.09	3.51 ± 1.5
	<i>Carex duriuscula</i>	Алаг өвс	0.18 ± 0.004	0.28 ± 0.01	3.77 ± 0.7
	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	Үетэн	0.09 ± 0.004	0.22 ± 0.09	8.49 ± 4.6
	<i>Ephedra sinica</i>	Алаг өвс	0.66 ± 0.05	0.39 ± 0.01	17.20 ± 1.6
	<i>Iris dichotoma</i>	Алаг өвс	0.50 ± 0.04	0.08 ± 0.04	101.13 ± 17.5
	<i>Leymus chinensis</i>	Үетэн	0.22 ± 0.01	0.24 ± 0.10	24.1 ± 10.5
	<i>Potentilla acaulis</i>	Алаг өвс	0.18 ± 0.01	0.09 ± 0.04	22.4 ± 9.7
	<i>Stipa grandis</i>	Үетэн	0.20 ± 0.01	0.26 ± 0.11	4.6 ± 2.0

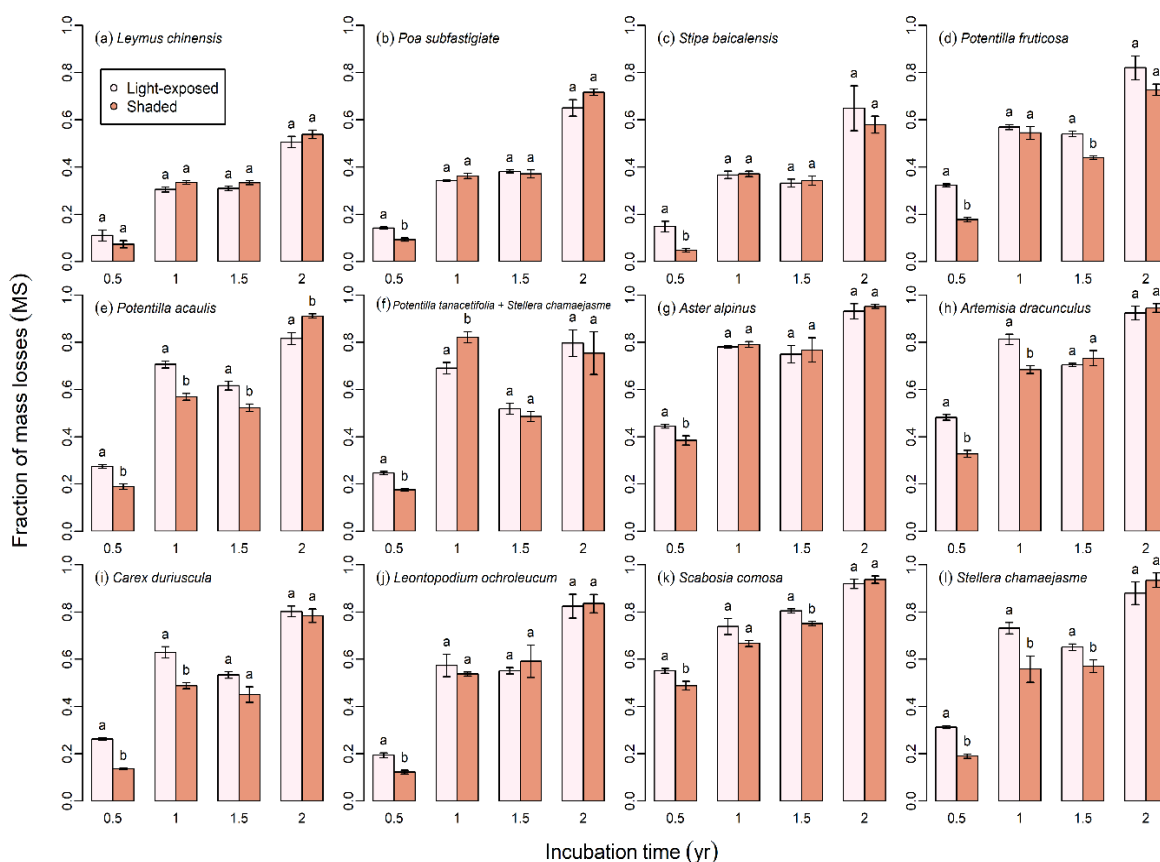
#### 4.1.2 Навчны задралын хэмжээ

##### *Нугажуу хээрийн ургамлын навчны задрал*

Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад навчны задралын хэмжээ нь судалгааны хугацаа, туршилтын хувилбар болон зүйл хооронд статистикийн хувьд ялгаатай ба тэдгээрийн харилцан үйлчлэлийн хүчин зүйлс нь навчны задралд нөлөөлж байна (бүгд  $p < 0.001$ ; Хүснэгт 10). Судалгааны эхний хугацаа буюу туршилтын эхний 6 сард нугажуу хээрийн нийт 12 зүйл ургамлаас *Scabiosa comosa*-ийн ургамлын навчны задралын хэмжээ туршилтын хувилбарын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайд хамгийн их ( $0.55 \pm 0.02$ ;  $0.49 \pm 0.05$ ), харин *Leymus chinensis* нь туршилтын хувилбарын гэрэлтэй талбайд, *Stipa krylovii* нь сүүдэрлэсэн талбайд тус тус хамгийн бага ( $0.11 \pm 0.05$   $0.05 \pm 0.02$ ) байна (Зураг 25а, с, l). Судалгааны нэг жилийн хугацаанд *Artemisia dracuncululus* нь туршилтын хувилбарын гэрэлтэй талбайд, харин *Potentilla tanacetifolia* нь туршилтын хувилбарын сүүдэрлэсэн талбайд тус бүр навчны задралын хэмжээ хамгийн их ( $0.81 \pm 0.05$ ;  $0.82 \pm 0.05$ ) байна (Зураг 25е, i). Харин судалгааны 1.5 жилийн хугацаанд *Scabiosa comosa* нь туршилтын хувилбарын гэрэлтэй талбайд, *Aster alpinus* нь туршилтын хувилбарын сүүдэрлэсэн талбайд навчны задралын хэмжээ ( $0.80 \pm 0.02$ ;  $0.77 \pm 0.12$ ) хамгийн их байна (Зураг 25j, l). Судалгааны 2 дахь жил буюу туршилтын 4 дэх хугацаанд алаг өвснүүд навчны анхны жингийн 85-95% орчимыг алдсан бол үетэн ургамлууд 55-80%–ийн алджээ (Зураг 25).

**Хүснэгт 10.** Нугажуу хээрийн ургамлын навчны массын алдагдал дээр туршилтын хугацаа, туршилтын хувилбар, зүйлийг тогтмол хүчин зүйл болгон ашигласан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

	Чөлөөний зэрэг	Квадратуудын нийлбэр	Квадратуудын дундаж	F утга	P утга
Хугацаа	3	18.54	6.18	1695.30	<0.001
Туршилт	1	0.18	0.18	48.36	<0.001
Зүйл	11	8.58	0.78	214.02	<0.001
Хугацаа * Туршилт	3	0.15	0.05	13.75	<0.001
Хугацаа * Зүйл	33	0.95	0.03	7.90	<0.001
Туршилт * Зүйл	11	0.16	0.01	3.93	<0.001
Хугацаа * Туршилт * Зүйл	33	0.27	0.01	2.20	<0.001

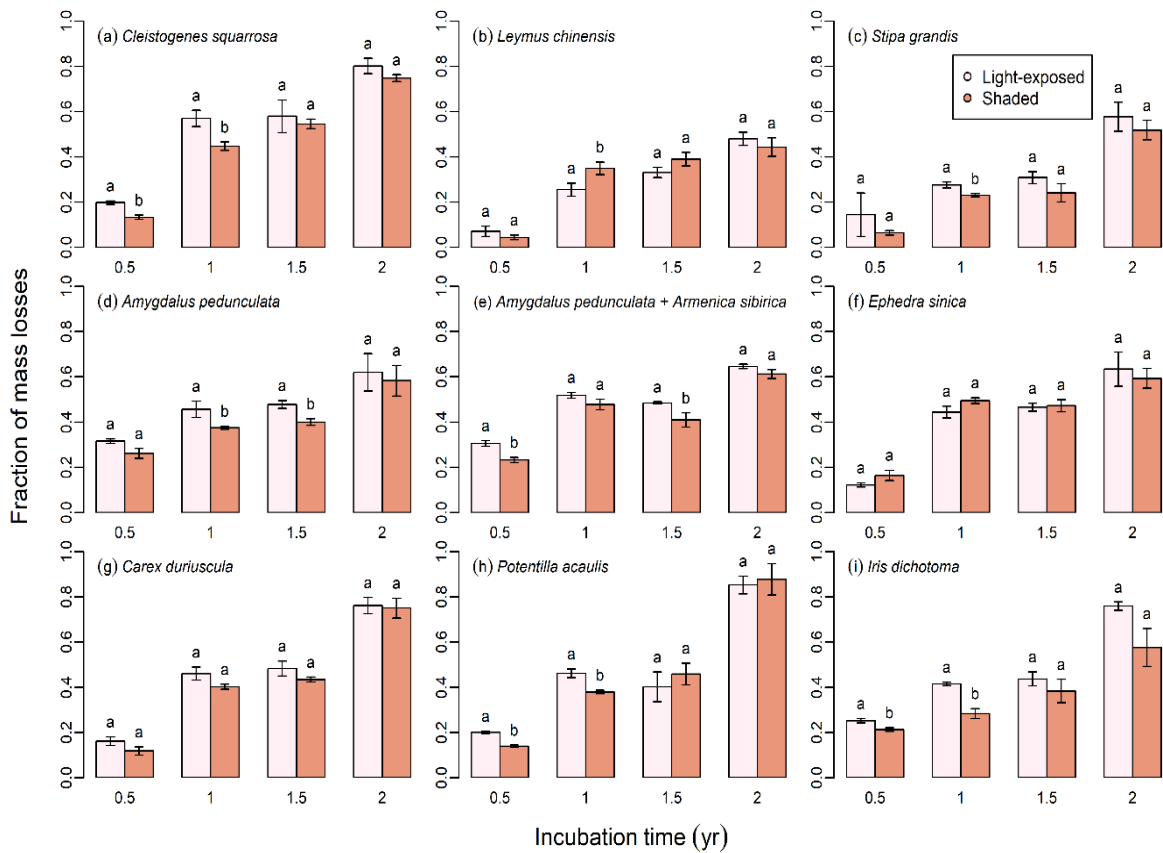


**Зураг 25.** Нугажуу хээрийн 12 зүйл ургамлын навчны массын алдагдлын хэмжээ туршилтын хувилбар, туршилтын хугацаа тус бүрээр. Light-exposed – гэрэлтэй, shaded – сүүдэрлэсэн. Жижиг үсэгнүүд туршилтын хувилбар хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).

### Хуурай хээрийн ургамлын навчны задрал

Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад навчны задрал нь судалгааны хугацаа, туршилт болон зүйл тэдгээрийн харилцан үйлчлэл хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээр нь навчны задралд нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 11). Хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдэл нь судалгааны эхний хугацаанд 9 зүйл ургамлаас *Amygdalus pedunculata* зүйл ургамлын навчны задралын хэмжээ нь туршилтын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайд хамгийн их ( $0.316 \pm 0.023$ ;  $0.261 \pm 0.048$ ), харин *Leymus chinensis* туршилтын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн

талбайд хамгийн бага ( $0.057 \pm 0.051$ ;  $0.035 \pm 0.027$ ) байна (Зураг 26b, d). Судалгааны 2 дахь хугацаанд *Cleistogenes squarrosa* нь туршилтын гэрэлтэй талбайд, харин *Ephedra sinica* нь туршилтын сүүдэрлэсэн талбайд навчны задралын хэмжээ хамгийн их ( $0.570 \pm 0.080$ ;  $0.494 \pm 0.028$ ) байна (Зураг 26a, f). Харин судалгааны 3 дахь хугацаанд *Cleistogenes squarrosa* нь туршилтын гэрэлтэй талбай болон сүүдэрлэсэн талбайд навчны задралын хэмжээ хамгийн их байлаа ( $0.580 \pm 0.161$ ;  $0.545 \pm 0.047$ ; Зураг 26a). Харин туршилтын 4 дэх хугацаанд бүх зүйл ургамлын навчны задралын хэмжээ туршилтын хувилбар хооронд ялгаагүй ч *Cleistogenes squarrosa*, *Potentilla acaulis*, *Carex duriuscula* зэрэг зүйлийн задралын хэмжээ хамгийн их байгаа нь магадгүй навчны талбайн хэмжээтэй шууд хамааралтай байх (Зураг 26a, g, h).



**Зураг 26.** Хуурай хээрийн 9 зүйл ургамлын навчны массын алдагдлын хэмжээ туршилтын хувилбар, туршилтын хугацаа тус бүрээр. Light-exposed – гэрэлтэй, shaded – сүүдэрлэсэн. Жижиг үсэгнүүд туршилтын хувилбар хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).

**Хүснэгт 11.** Хуурай хээрийн ургамлын навчны массын алдагдал дээр туршилтын хугацаа, туршилтын хувилбар, зүйлийг тогтмол хүчин зүйл болгон ашигласан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

	Чөлөөний зэрэг	Квадратуудын нийлбэр	Квадратуудын дундаж	F утга	P утга
Хугацаа	3	10.28	3.43	544.27	<0.001
Туршилт	1	0.15	0.15	23.99	<0.001
Зүйл	8	1.70	0.21	33.70	<0.001
Хугацаа * Туршилт	3	0.01	0.00	0.37	0.777
Хугацаа * Зүйл	24	1.07	0.05	7.09	<0.001
Туршилт * Зүйл	8	0.13	0.02	2.67	0.008
Хугацаа * Туршилт * Зүйл	24	0.13	0.01	0.84	0.687

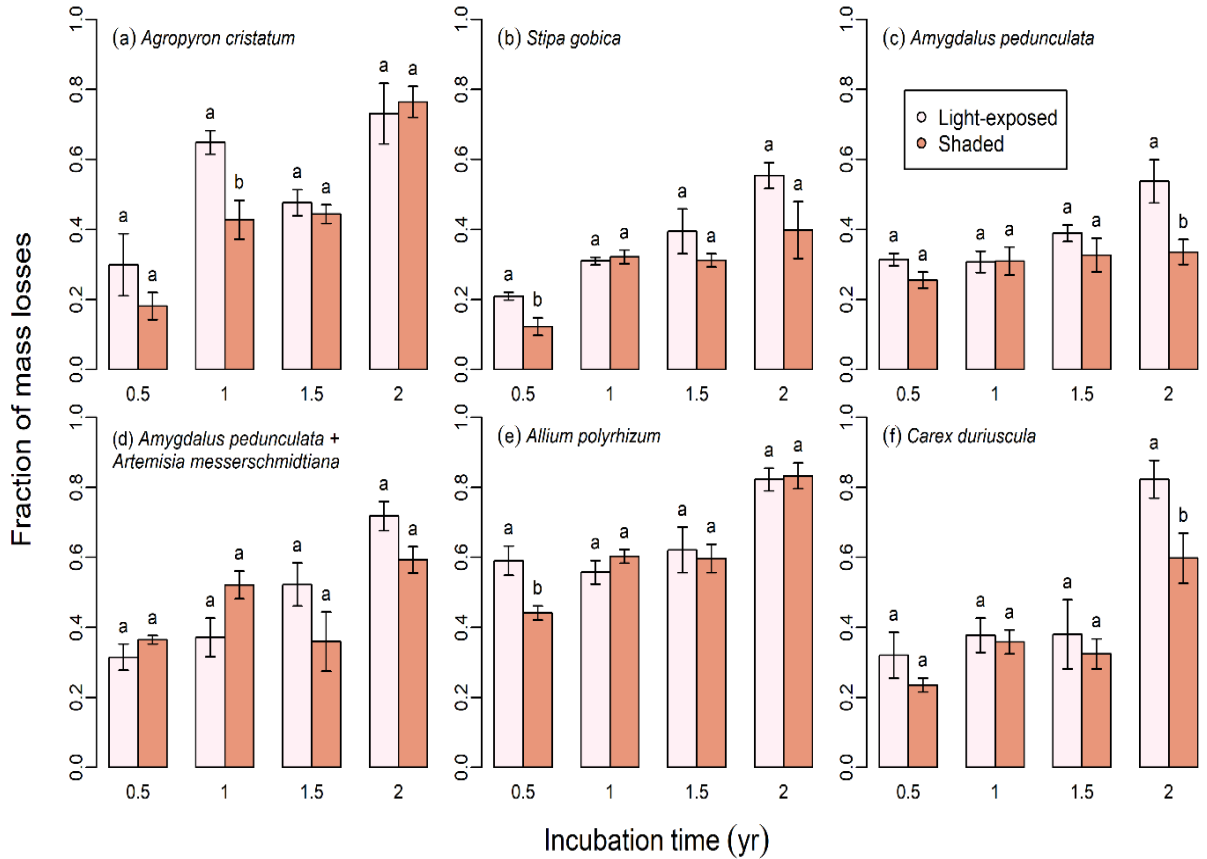
**Цөлөрхөг хээрийн ургамлын навчны задрал**

Гурван хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад навчны задрал нь судалгааны хугацаа, туршилт болон зүйл тэдгээрийн харилцан үйлчлэл хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээр нь навчны задралд нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 12). Цөлөрхөг хээрийн ургамал бүлгэмдэл нь судалгааны эхний хугацаанд 6 зүйл ургамлуудаас *Allium polyrhizum* зүйл ургамлын навчны задралын хэмжээ туршилтын хувилбарын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайд ( $0.590 \pm 0.093$ ;  $0.441 \pm 0.045$ ), харин *Stipa gobica* зүйл ургамлын навчны задралын хэмжээ туршилтын хувилбарын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайд хамгийн бага ( $0.210 \pm 0.025$ ;  $0.122 \pm 0.056$ ) байна (Зураг 27b, e). Судалгааны 2 дахь хугацаанд *Agropyron cristatum* нь туршилтын хувилбарын гэрэлтэй талбайд, *Allium polyrhizum* нь туршилтын хувилбарын сүүдэрлэсэн талбайд навчны задралын хэмжээ хамгийн их ( $0.649 \pm 0.075$ ;  $0.603 \pm 0.044$ ) байна (Зураг 27a, e). Харин судалгааны 3 дахь хугацаанд *Allium polyrhizum* нь туршилтын хувилбарын гэрэлтэй болон сүүдэрлэсэн талбайд навчны задралын хэмжээ хамгийн их ( $0.621 \pm 0.145$ ;  $0.597 \pm 0.090$ ) байна (Зураг 27e).

**Хүснэгт 12.** Цөлөрхөг хээрийн ургамлын навчны массын алдагдал дээр туршилтын хугацаа, туршилтын хувилбар, зүйлийг тогтмол хүчин зүйл болгон ашигласан гурван хүчин зүйлт вариацийн анализ (three-way ANOVA)-ын үр дүн

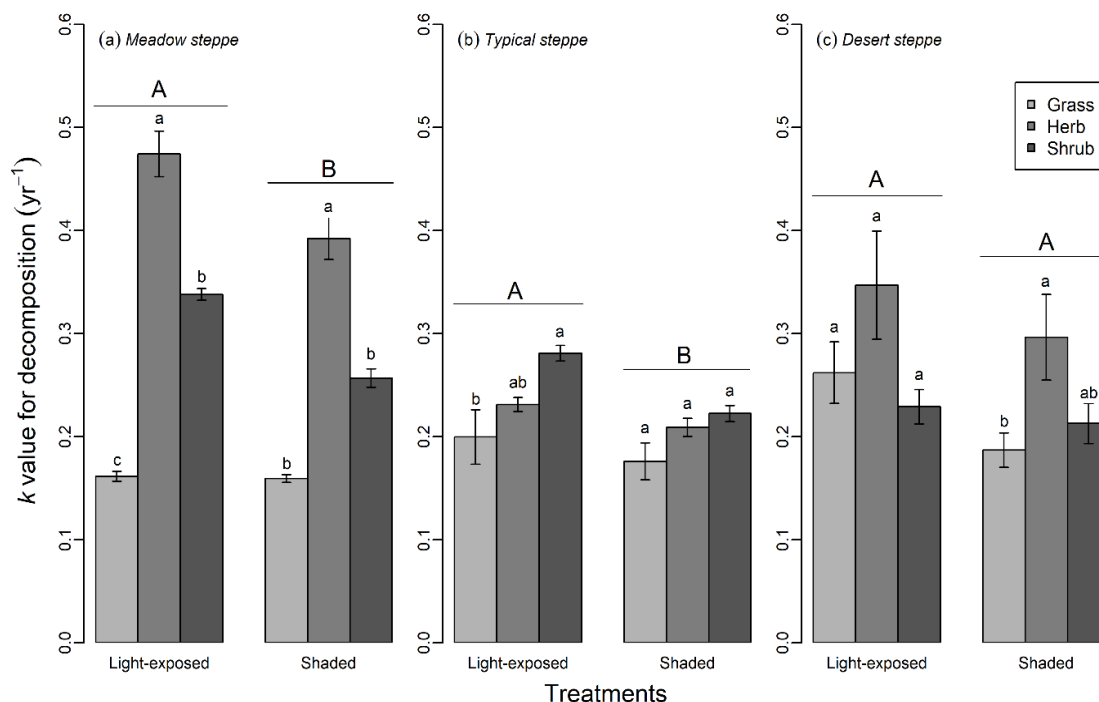
	Чөлөөний зэрэг	Квадратуудын нийлбэр	Квадратуудын дундаж	F утга	P утга
Хугацаа	3	3.56	1.19	103.47	<0.001
Туршилт	1	0.26	0.26	22.25	<0.001
Зүйл	5	2.49	0.50	43.43	<0.001
Хугацаа * Туршилт	3	0.09	0.03	2.53	0.058
Хугацаа * Зүйл	15	0.58	0.04	3.37	<0.001
Туршилт * Зүйл	5	0.05	0.01	0.85	0.514
Хугацаа * Туршилт * Зүйл	15	0.37	0.03	2.17	0.009

Туршилтын 4 дэх хугацаа буюу 2 дахь жилд *Amygdalus pedunculata*, *Carex duriuscula*, зүйлүүдийн навчны масс туршилтын гэрэлтэй талбайд харьцангуй их алдагдсан бөгөөд *Allium polyrhizum* зүйл бусад ургамлуудаас илүү их массын алдагдалтай байна (Зураг 27с, е, f)



**Зураг 27.** Цөлөрхөг хээрийн 6 зүйл ургамлын навчны массын алдагдлын хэмжээ туршилтын хувилбар, туршилтын хугацаа тус бүрээр. Light-exposed – гэрэлтэй, shaded – сүүдэрлэсэн. Жижиг үсэгнүүд туршилтын хувилбар хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ).

Ургамлын навчны задралын хурдыг гурван бүлгэмдэл хооронд харьцуулж үзэхэд нугажуу хээрийн ургамлын навч бусад хоёр бүлгэмдлийнхээс илүү хурдан задарч байна (Зураг 28). Мөн задралын хурдыг туршилтын хувилбар хооронд харьцуулж үзэхэд нугажуу хээр болон хуурай хээрийн гэрэлтэй талбайн навчны задрал харьцангуй хурдан байсан боловч цөлөрхөг хээрийн навчны задрал туршилтын хувилбар хооронд ялгаа илрээгүй нь магадгүй салхины улмаас хөрсөний өнгөн хэсэг хийсэж туршилтын гэрэлтэй хэсгийн навчны дээж дээр ирж хөрсөөр бүрхсэн үзэгдэл нөлөөлсөн байх магадлалтай (Зураг 28; Хавсралт зураг 8). Ингэснээр нарны гэрлийг сүүдэрлэсэн туршилттай ижил нөхцөлтэй болох магадлалтай юм. Мөн гурван бүлгэмдлийн туршилтад ашигласан ургамлын навчны задралын хурдыг ургамлын үйл ажиллагааны бүлэг хооронд харьцуулж үзэхэд нугажуу хээр болон цөлөрхөг хээрийн алаг өвсны навчны задрал хамгийн хурдан байсан бол хуурай хээрийн гэрэлтэй талбайн сөөг ургамлын навчны задрал хурдан байна (Зураг 28).



**Зураг 28.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн навчны задралын хурд ( $k$  values). Жижиг үсэгнүүд ургамлын үйл ажиллагааны бүлэг хоорондын ялгааг туршилтын хувилбар тус бүр дээр, том үсэгнүүд туршилтын хувилбар хоорондын ялгааг илэрхийлнэ ( $p < 0.05$ ). Light-exposed – гэрэлтэй, shaded – сүүдэрлэсэн. Meadow steppe-нугын хээр, Typical steppe-хуурай хээр болон Desert steppe-цөлийн хээр. Grass – үетэн, Herb – алаг өвс, Shrub – сөөг

Олон хүчин зүйлт вариацийн анализын үр дүнгээс харахад навчны задрал нь судалгааны хугацаа, туршилт, ургамал бүлгэмдэл, зүйл болон тэдгээрийн харилцан үйлчлэл хооронд мэдэгдэхүйц ялгаатай бөгөөд эдгээр нь навчны задралд харилцан адилгүй нөлөөлж байна ( $p < 0.001$ ; Хүснэгт 13).

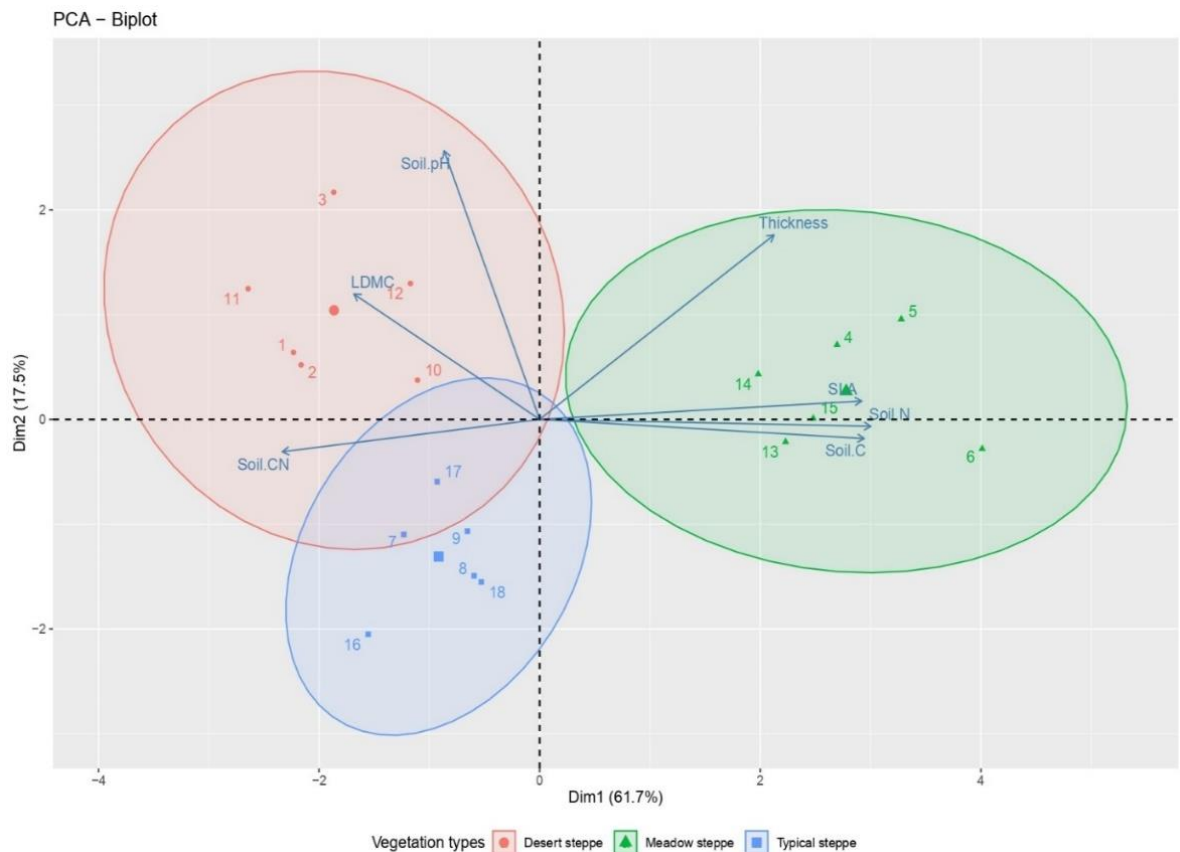
Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлүүдийн ургамлын шинж чанар, хөрсний шинж чанартай харьцуулж үзэхэд нугажуу хээрийн навчны зузаан, навчны талбайн хэмжээ нь хөрсний азот болон нүүрстөрөгчтэй эерэг хамааралтай, харин хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрийн навчны хуурай бодисын агууламж нь хөрсний рН болон нүүрстөрөгч, азотын харьцаатай сөрөг хамааралтай байна. Цөлөрхөг хээр нь хуурай хээрийг бодвол эерэг байна (Зураг 29).

**Хүснэгт 13.** Хугацаа, туршилт, ургамал бүлгэмдэл, зүйл зэрэг тогтмол хүчин зүйл бүхий олон хүчин зүйлт вариацийн анализ (ANOVA)-ын үр дүн

Бүх массын алдагдал	Чөлөөний зэрэг	Квадратуудын нийлбэр	Квадратуудын дундаж	F утга	P утга
Хугацаа	3	31.33	10.44	1621.09	<0.001
Туршилт	1	0.53	0.53	82.50	<0.001
Ургамал бүлгэмдэл	2	3.60	1.80	279.53	<0.001
Зүйл	21	12.71	0.61	93.91	<0.001
Хугацаа * Туршилт	3	0.07	0.02	3.49	0.015
Хугацаа * Ургамал бүлгэмдэл	6	1.34	0.22	34.70	<0.001
Туршилт * Ургамал бүлгэмдэл	2	0.03	0.02	2.60	0.075
Хугацаа * Зүйл	63	2.45	0.04	6.03	<0.001
Туршилт * Зүйл	21	0.33	0.02	2.45	<0.001



Ургамал бүлгэмдэл * Зүйл	3	0.11	0.04	5.46	<b>0.001</b>
Хугацаа * Туршилт * Ургамал бүлгэмдэл	6	0.18	0.03	4.55	<b>&lt;0.001</b>
Хугацаа * Туршилт * Зүйл	63	0.75	0.01	1.86	<b>&lt;0.001</b>
Хугацаа * Ургамал бүлгэмдэл * Зүйл	9	0.18	0.02	3.05	<b>0.001</b>
Туршилт * Ургамал бүлгэмдэл * Зүйл	3	0.00	0.00	0.23	0.879
Хугацаа * Туршилт * Ургамал бүлгэмдэл * Зүйл	9	0.02	0.00	0.33	0.964



**Зураг 29.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамал болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанарын хамаарал

### 4.1.3 Навчны задралын хурд, навч болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанар хоорондын хамаарал

Нугажуу хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурдад туршилтын талбай, ургамлын шинж чанартай харьцуулан Pearson-ы хамаарал бодоход туршилтын гэрэлтэй талбайн навчны талбайн хэмжээ нь навчны задралтай шууд хамааралтай ( $p=0.02$ ) байна. Туршилтын сүүдэрлэсэн талбайн ургамлын навчны хуурай бодисын агууламж нь навчны задралтай урвуу хамааралтай ( $p=0.004$ ) бол харин ургамлын навчны талбайн хэмжээ болон навчны зузаан нь навчны задралтай шууд хамааралтай ( $p=0.014$ ;  $p<0.001$ ) байна (Хүснэгт 14).

**Хүснэгт 14.** Нугажуу хээрийн навчны задралыг туршилт, ургамлын үйл ажиллагааны шинж чанартай Pearson-ы хамаарал бодсон дүн

№	Туршилт	Хэмжигдэхүүн	r	p
1	Гэрэлтэй	Навчны хуурай бодисын агууламж	-0.271	0.110
2	Гэрэлтэй	Навчны талбайн хэмжээ	0.386	<b>0.020</b>
3	Гэрэлтэй	Навчны зузаан	0.249	0.055
4	Сүүдэрлэсэн	Навчны хуурай бодисын агууламж	-0.473	<b>0.004</b>
5	Сүүдэрлэсэн	Навчны талбайн хэмжээ	0.408	<b>0.014</b>
6	Сүүдэрлэсэн	Навчны зузаан	0.450	<b>&lt;0.001</b>

Хуурай хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурдад туршилтын талбай, ургамлын болон хөрсний шинж чанартай харьцуулан Pearson-ы хамаарал бодоход гэрэлтэй талбайн хөрсний нүүрстөрөгч болон ургамлын навчны хуурай бодисын агууламж нь навчны задралтай урвуу хамааралтай ( $p=0.023$ ;  $p=0.012$ ) байна (Хүснэгт 15).

**Хүснэгт 15.** Хуурай хээрийн навчны задралыг туршилт, ургамлын болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанартай Pearson-ы хамаарал бодсон дүн

№	Туршилт	Хэмжигдэхүүн	r	p
1	Гэрэлтэй	Хөрсний нүүрстөрөгч	-0.262	<b>0.023</b>
2	Гэрэлтэй	Хөрсний нүүрстөрөгч, азотын харьцаа	-0.094	0.423
3	Гэрэлтэй	Навчны хуурай бодисын агууламж	-0.37	<b>0.012</b>
4	Гэрэлтэй	Хөрсний азот	-0.182	0.118
5	Гэрэлтэй	Хөрсний pH	0.183	0.116
6	Гэрэлтэй	Навчны талбайн хэмжээ	-0.055	0.718
7	Гэрэлтэй	Навчны зузаан	0.004	0.973
8	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний нүүрстөрөгч	-0.195	0.093
9	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний нүүрстөрөгч, азотын харьцаа	0.05	0.668
10	Сүүдэрлэсэн	Навчны хуурай бодисын агууламж	0.174	0.253
11	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний азот	-0.178	0.127
12	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний pH	0.2	0.085
13	Сүүдэрлэсэн	Навчны талбайн хэмжээ	-0.127	0.405
14	Сүүдэрлэсэн	Навчны зузаан	0.034	0.781

Цөлөрхөг хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурдад туршилтын талбай, ургамлын болон хөрсний шинж чанартай харьцуулан Pearson-ы хамаарал бодоход хамаарал ажиглагдаагүй (Хүснэгт 16).

**Хүснэгт 16.** Цөлөрхөг хээрийн навчны задралыг туршилт, ургамлын болон хөрсний үйл ажиллагааны шинж чанартай Pearson-ы хамаарал бодсон дүн

№	Туршилт	Хэмжигдэхүүн	r	p
1	Гэрэлтэй	Хөрсний нүүрстөрөгч	0.388	0.302
2	Гэрэлтэй	Хөрсний нүүрстөрөгч, азотын харьцаа	-0.234	0.544
3	Гэрэлтэй	Навчны хуурай бодисын агууламж	-0.329	0.387
4	Гэрэлтэй	Хөрсний азот	0.391	0.299
5	Гэрэлтэй	Хөрсний pH	0.35	0.355

6	Гэрэлтэй	Навчны талбайн хэмжээ	0.334	0.38
7	Гэрэлтэй	Навчны зузаан	0.387	0.303
8	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний нүүрстөрөгч	0.378	0.316
9	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний нүүрстөрөгч, азотын харьцаа	-0.135	0.73
10	Сүүдэрлэсэн	Навчны хуурай бодисын агууламж	0.033	0.932
11	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний азот	0.35	0.355
12	Сүүдэрлэсэн	Хөрсний pH	0.272	0.478
13	Сүүдэрлэсэн	Навчны талбайн хэмжээ	0.328	0.389
14	Сүүдэрлэсэн	Навчны зузаан	0.64	0.063

## 4.2 Хэлэлцүүлэг

Энэ судалгаанд бид хур тунадасны градиентийн дагуу хээрийн гурван ургамал бүлгэмдэл буюу нугажуу хээр, хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрийн зонхилогч алаг өвс, үетэн болон сөөг ургамлын навчны задралын процессд нарны хэт ягаан туяа болон сүүдэрлэлтийн нөлөөллийг судалсан. Судалгааны үр дүнд нугажуу хээр болон хуурай хээрийн ургамлуудын навчны задралын хурд гэрэлтэй талбайд харьцангуй их байсан бөгөөд цөлөрхөг хээрийн навчны задрал туршилтын хувилбар хооронд ялгаа илрээгүй нь магадгүй салхины улмаас хөрсөний өнгөн хэсэг хийсэж туршилтын гэрэлтэй хэсгийн навчны дээж дээр ирж хөрсөөр бүрхсэн үзэгдэл нөлөөлсөн байх магадлалтай (Зураг 28; Хавсралт зураг 8). Мөн судалгааны үр дүнд цөлөрхөг хээрийн гэрэлтэй талбайн *Amygdalus pedunculata*, *Carex duriviscula* хоёр зүйл ургамлын массын алдагдал илүү байсан бөгөөд гурван бүлгэмдлийн бусад зүйл ургамлуудын массын алдагдал туршилтын хувилбар хооронд ялгаагүй байсан (Зураг 27c; f). Энэ нь нарны гэрлийн нөлөөлөл задралын гол хүчин зүйлийн нэг болохыг харуулж байгаа бөгөөд өмнөх судлаачдын үр дүнтэй таарч байгаа юм (Erdenebileg et al., 2018; Liu et al., 2015a; Lin and King, 2014; Austin and Vivanco, 2006). Өмнөх судалгаануудад дэлхийн хуурай газрын олон бүс нутагт ургамал нь салхины элэгдэлд орж, хөрсөөр хучигдах нь элбэг бөгөөд ургамлын задралын нөлөөлөл нь бүс нутгийн хэмжээнд C, N-ийн хадгалалт, эргэлтийг нэмэгдүүлэхэд чухал ач холбогдолтой гэжээ (Wang et al., 2022; Dong et al., 2022).

Хуурай газрын экосистемийн ургамлын задрал нь нарны цацрагийн нөхцөл, температур эсвэл чийгээс хамаарч ялзрах орчны улирлын өөрчлөлттэй холбоотой байдгийг өмнөх судлаачид илрүүлсэн (Lin et al., 2015; Wang et al., 2015) бөгөөд бидний судалгааны үр дүнгээс харахад гурван бүлгэмдлийн ургамлуудын навчны массын алдагдал жилийн ургамал ургалтын хугацаанд буюу судалгааны 1 болон 2 дах жилд илүү их байгаа ба энэ хугацаанд нарны гэрлийн эрчим нэмэгдэж мөн хур тунадас орж задрах таатай нөхцөл бүрдсэн (Зураг 25; 26; 27; Liu et al., 2015b). Parton et al. (2007) нарын судалгаагаар ойн ургамлын навчны задрал хүйтэн, хуурай газар удаан харин дулаан чийглэг газар хурдан байсан бол онцгой тохиодлоор чийглэг хээрээс хуурай хээрийн ургамлын навч хурдан задарч байсныг илрүүлсэн нь

бидний судалгааны цөлөрхөг хээрийн ургамлын навч хуурай хээрийн ургамлын навчнаас хурдан задарч байсантай таарч байгаа бөгөөд эдгээр экосистемд уур амьсгалаас гадна хэт ягаан туяаны цацраг нөлөөлдгийг харуулж байна (Austin and Vivanco, 2006; Pancotto et al., 2003). Түүнчлэн Brandt et al. (2010) нарын судалгаагаар чийглэг, хагас хуурай болон хуурай хээрийн ургамлын задралд нарны хэт ягаан туяаны нөлөөллийг судалж үзсэн бөгөөд хуурай хээрийн ургамлын задрал нарны гэрэл гол хүчин зүйл болж байсныг илрүүлсэн нь нарны гэрлийг блокловсон хувилбар дээр ч бусад хээрээс илүү задрал явагдсанаар харагдаж байгаа нь бидний судалгааны дээрх үр дүнтэй таарч байгаа юм. Мөн өмнөх судлаачдын нэг жилийн судалгааны үр дүнгээс харахад зуны улиралд нарны гэрэлд өртсөн ургамлын навчны массын алдагдал нь сүүдэрлэсэн навчнаас хоёр дахин их байсан байна (Зураг 25; 26; 27; Henry et al., 2008). Хур тунадасны градиентийн дагуух өмнөх судалгаануудаас харахад хур тунадас буурах тусам газар дээрх ба доорх задралын харьцаа буурч байгааг харуулсан (Powers et al., 2009; Smyth et al., 2016) бөгөөд энэ нь ургамлын задралд үзүүлэх байршлын нөлөө нь магадгүй уур амьсгал, ургамлын шинж чанараас хамаардгийг харуулж байна (Erdenebileg et al., 2022).

Хуурай газрын ургамлын задралд уур амьсгал нь ургамлын шинж чанарыг өөрчлөх замаар шууд бусаар эсвэл задлагч организмын үйл ажиллагааг хянах замаар ургамлын задралын хурдад шууд нөлөөлж болдог (Liu et al., 2018; King et al., 2012; Austin and Vivanco, 2006; Swift et al., 1979). Мөн ургамлын задралд үзүүлэх нарны гэрлийн нөлөөлөлд тухайн зүйл ургамлын шинж чанар нөлөөлж байдаг (King et al., 2012; Pan et al., 2015). Тухайлбал, зарим судалгаанд ургамлын шинж чанар муутай ургамал нарны хэт ягаан туяанд өртсөн (UV-B)-өөр задрал удааширдаг мөн нарны хэт ягаан туяа болон анхдагч ногоон навч болон хагдны C: N харьцаа хүчтэй сөрөг хамааралтай (Uselman et al., 2011; Liu et al., 2015a; b). Erdenebileg et al. (2018) болон Liu et al. (2018) нар ногоон навч болон хагдны анхны N ба C: N харьцаа, LDMC нь ургамлын шинж чанарыг илтгэх бөгөөд ургамлын задралын хурдыг тодорхойлдог ба бусад химийн шинж чанарууд нь задралд шууд бусаар нөлөөлж болохыг харуулсан. Мөн хуурай газрын ургамлын задралын процессд SLA гол нөлөөлөх хүчин зүйл болдог (Liu et al., 2018) гэсэн нь бидний судалгаанд навчны задралын хурд нугажуу хээрийн туршилтын хувилбар бүр дээр SLA, сүүдэрлэсэн талбайд LDMC, навчны зузаан, хуурай хээрийн гэрэлтэй талбайд хөрсний азотын агууламж, навчны хуурай бодисын агууламжтай хамааралтай байсан үр дүнтэй нийцэж байгаа юм (Хүснэгт 14; 15).

### 4.3 Дүгнэлт

Ургамлын навчны задрал нь хээрийн 3 бүлгэмдэл хооронд ялгаатай бөгөөд нугажуу хээрт ургамлын навчны задралын хурд харьцангуй өндөр байна.

Туршилтын хугацаанаас хамаараад навчны задрал нь ургамлын зүйл хооронд ялгаатай буюу ургамал ургалтын үед эрчимтэй байна. Ургамал ургалтын хугацаа

буюу 4-р сараас 10-р сарын хооронд хамгийн өндөр бөгөөд 24-25% нь задарч байсан бол 11-р сараас 3-р сар хүртэл задрал маш бага 0.1% байв.

Түүнчлэн ургамлын навчны задралд хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс болон тухайн зүйл ургамлын шинж чанар хүчтэй нөлөө үзүүлж буйг тогтоов.

Нугажуу хээрт ургамлын навчны задралын хурд өндөр байгаа нь ургамал болон хөрсний шинж чанараас хамаарч байна. Нугажуу хээрийн хувьд навчны талбайн хэмжээ болон зузаан, навчин дахь хуурай бодисын болон хөрсний N, C-ийн агууламж харьцангуй их мөн чийгийн хангамж сайтай нь навчны задрал эрчимтэй явагдах хүчин зүйл болж байна.

## БҮЛЭГ V. ДҮГНЭЛТ БОЛОН ЦААШДЫН СУДАЛГААНЫ ЧИГЛЭЛ

### 5.1 Дүгнэлт

Ургамал бүлгэмдлийн бүтцийг илэрхийлэх үзүүлэлтүүд болох ерөнхий тусгагийн бүрхэц, ургамлын арви болон өндөр нь ургамал бүлгэмдэл болон бэлчээрлэлттэй болон бэлчээрлэлтгүй талбайн хооронд статистикийн хувьд ялгаатай байна ( $p < 0.001$ ). Нугажуу ба хуурай хээрийн ургамал бүлгэмдлийн бүтцэд навчин дахь хуурай бодисын агууламж, хөрсний рН сөрөг хамааралтай ( $r = -0.09 - -0.37$ ) бол цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдэлд хамаарал ажиглагдаагүй.

Гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамлын газрын дээрх болон хагдны биомассд бэлчээрлэлтийн нөлөө илэрсэн ( $p < 0.001$ ) бол үндэсний биомассд илрээгүй. Энэ нь үндэсний биомасс газрын дээрх хэсгээсээ удаан сэргэн ургадагийг харуулж байна.

Нугажуу хээрийн бүлгэмдлийн ургамлын навчны талбай ба зузаан, хөрсний азот, нүүрстөрөгчийн агууламж нь бусад хоёр ургамал бүлгэмдлээс харьцангуй өндөр бөгөөд газрын дээрх биомасстай эерэг хүчтэй хамааралтай ( $r = 0.64 - 0.7$ ).

Ургамлын навчны задрал нь хээрийн 3 бүлгэмдэл хооронд ялгаатай бөгөөд нугажуу хээрт ургамлын навчны задралын хурд харьцангуй өндөр байна.

Туршилтын хугацаанаас хамаараад навчны задрал нь ургамлын зүйл хооронд ялгаатай буюу ургамал ургалтын үед эрчимтэй байна. Ургамал ургалтын хугацаа буюу 4-р сараас 10-р сарын хооронд хамгийн өндөр бөгөөд 24-25% нь задарч байсан бол 11-р сараас 3-р сар хүртэл задрал маш бага 0,1% байв.

Түүнчлэн ургамлын навчны задралд хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс болон тухайн зүйл ургамлын шинж чанар хүчтэй нөлөө үзүүлж буйг тогтоов.

Нугажуу хээрт ургамлын навчны задралын хурд өндөр байгаа нь ургамал болон хөрсний шинж чанараас хамаарч байна. Нугажуу хээрийн хувьд навчны талбайн хэмжээ болон зузаан, навчин дахь хуурай бодисын болон хөрсний N, C-ийн агууламж харьцангуй их мөн чийгийн хангамж сайтай нь навчны задрал эрчимтэй явагдах хүчин зүйл болж байна.

## 5.2 Цаашдын судалгааны чиглэл

Газар дээрх болон газар доорх харилцан үйлчлэл нь хуурай газрын экосистемийн бүтэц, үйл ажиллагаанд нөлөөлдөг (Wardle et al., 2004). Ургамлын олон янз байдал нь ургамлын гаралтай субстратын орц эсвэл үндэсний эксудатаар дамжуулан бичил биетний олон янз байдалд ашигтай байдаг. Хөрсний микробууд нь симбиоз эсвэл эмгэг жамаар дамжуулан ургамлын бүтээмж, ургамлын динамик байдалд шууд, эсвэл хөрсний шим тэжээлийн хүртээмжээр шууд бусаар нөлөөлдөг (Bardgett and van der Putten, 2014). Мөн экосистемийн олон талт байдалд үзүүлэх нөлөөг ургамал, бактери, мөөгөнцрийн олон янз байдал зэрэг биологийн олон янз байдлын өөр өөр бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн харилцан адилгүй хариу үйлдэлээр тайлбарлаж болох боловч газар дээрх болон газар доорх биологийн олон янз байдал нь экосистемийн илүү үр дүнтэй урьдчилан таамаглах хүчин зүйл болохыг харуулж байна. Иймээс экосистемийн олон талт байдлыг үнэлэхэд газар дээрх ургамлын олон янз байдал (төрөл зүйлийн олон янз байдал ба функциональ (шинж) олон янз байдал) болон доорх бичил биетний олон янз байдал (нян ба мөөгөнцрийн олон янз байдал) буюу биологийн олон янз байдлыг хоёуланг нь тусгах, хоорондын хамаарал болон бэлчээрлэлт, ургамал бүлгэмдлүүд хоорондын харилцааг хэрхэн зохицуулдгийг цаашид судлах шаардлагатай.

Энэхүү судалгаанд ургамлын навчны заралд зөвхөн нарны гэрэл болон сүүдэрлэсэн туршилтын хувилбарыг цаг уурын градиентын дагуу нугажуу хээр, хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрийн газрын өвөрмөц байдлаас шалтгаалан байгаль орчны хүчин зүйл болгон судалсан. Тухайн экосистем дэх ургамлын задралын үйл явцын талаар илүү гүнзгий ойлголттой болохын тулд хур тунадасны импульс (хэмжээ, давтамж), агаарын чийгшил, бичил биетний нэгдэл, тэдгээрийн нарны энергитэй харилцан үйлчлэл зэрэг бусад абиотик болон биотик хүчин зүйлсийг авч үзэх шаардлагатай. Мөн түүнчлэн хуурай, цөлөрхөг хээрийн газар нь хөрсний үржил шимт чанар муутай тул ургамлын навч болон ялзарч буй организмд хуримтлагдсан N өөрчлөлтүүд нь ургамлын задралд ихээр нөлөөлнө. Тиймээс ургамлын задралд N-ыг нэмэгдүүлэх талаар цаашид судлах шаардлагатай. Мөн дээрх судалгаанд зөвхөн ургамлын нэг эрхтэн буюу навчыг ашигласан бөгөөд цаашид ургамлын иш, мөчир, үндэс мөн модлог ургамлын задралд холтосны ач холбогдол, үүрэг оролцоог судлах шаардлагатай бөгөөд эдгээр ургамлуудын задралаар нүүрстөрөгчийн эргэлтэд хэрхэн оролцдогийг тодорхойлох боломжтой юм.

## АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- Adair EC., Parton WJ., Del Grosso SJ., Silver WL., Harmon ME., Hall SA., Burke IC., & Hart SC. 2008. Simple three-pool model accurately describes patterns of long-term litter decomposition in diverse climates. *Global Change Biology*. 14(11): 2636–2660. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01674.x>
- Aerts R., De Caluwe H., & Beltman B. 2003. Plant community mediated vs. nutritional controls on litter decomposition rates in grasslands. *Ecology*. 84(12): 3198–3208. <https://doi.org/10.1890/02-0712>
- Aulen M., Shipley B., Bradley R. 2012. Prediction of in situ root decomposition rates in an interspecific context from chemical and morphological traits. *Annals of Botany*. 109(1): 287–297.
- Austin AT., and Vivanco L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature*. 442(7102): 555–558. <https://doi.org/10.1038/nature05038>
- Austin AT., and Vivanco L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature*. 442(7102): 555–558. <https://doi.org/10.1038/nature05038>
- Batsaikhan N., Buuveibaatar B., Chimed B., Enkhtuya O., Galbrakh D., Ganbaatar O., et al. 2014. Conserving the world’s finest grassland amidst ambitious national development. *Conservation Biology*. 28: 1736–1739. <https://doi.org/10.1111/cobi.12297>
- Berg B., & Laskowski R. 2005. Climatic and Geographic Patterns in Decomposition. *Advances in Ecological Research*. 38: 227–261. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(05\)38007-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(05)38007-X)
- Berg B., & Mcclaugherty C. 2008. Decomposition of Fine Root and Woody Litter. *Plant Litter*.
- Bhatt SC., Sarat Babu GV., & Pandeya SC. 1985. Leaf-litter decomposition in arid to semi-arid climatic conditions. *Proceedings / Indian Academy of Sciences*. 95(6): 409–415.
- Birouste M., Kazakou E., Blanchard A., & Roumet C. 2012. Plant traits and decomposition: are the relationships for roots comparable to those for leaves? *Annals of Botany*, 109: 463–472
- Bradford MA., Warren II RJ., Baldrian P., Crowther TW., Maynard DS., Oldfield EE., Wieder WR., Wood SA., King JR. 2014. Climate fails to predict wood decomposition at regional scales. *Nature Climate Change*. 4: 625–630.
- Brandt LA., King JY., Hobbie SE., Milchunas DG. 2010. The Role of Photodegradation in Surface Litter Decomposition Across a Grassland Ecosystem Precipitation Gradient. *Ecosystems*. 13(5): 765–781.
- Briske DD., Derner JD., Brown JR., Fuhlendorf SD., Teague WR., Havstad KM., Gillen RL., Ash AJ., Willms WD. 2008. Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology Management*. 61(1): 3–17.
- Castro H., Fortunel C., & Freitas H. 2010. Effects of land abandonment on plant litter decomposition in a Montado system: Relation to litter chemistry and community functional parameters. *Plant and Soil*. 333(1): 181–190. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0333-2>
- Chambers JM., Hastie TJ (eds.) 1992. *Statistical Models in S*. Chapman & Hall, London
- Cingolani AM., Posse G., & Collantes MB. 2005. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grasslands. *Journal of Applied Ecology*. 42: 50–59.
- Conte TJ., Tilt B. 2014. The effects of China’s grassland contract policy on pastoralists’ attitudes towards cooperation in an Inner Mongolian banner. *Human Ecology*. 42: 837–846.
- Cornelissen JHC., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., et al. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. 51: 335–380.
- Cornwell WK., Cornelissen JHC., Amatangelo K., Dorrepaal E., Eviner VT., Godoy O., Hobbie SE., Hoorens B., Kurokawa H., Pérez-Harguindeguy N., Quested HM., Santiago LS., Wardle DA., Wright IJ., Aerts R., Allison SD., Van Bodegom P., Brovkin V., Chatain A., Callaghan TV., Diaz S., Garnier E., Gurvich DE., Kazakou E., Klein JA., Read J., Reich PB., Soudzilovskaia NA., Vaieretti MV., & Westoby M. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology Letters*. 11(10): 1065–1071. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01219.x>



- Cotrufo MF., Ngao J., Marzaioli F., & Piermatteo D. 2010. Inter-comparison of methods for quantifying above-ground leaf litter decomposition rates. *Plant and Soil*. 334(1): 365–376. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0388-0>
- Couteaux MM., Bottner P., & Berg B. 1995. Litter decomposition climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*. 10(2): 63–66. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88978-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88978-8)
- Dangal SRS. et al. 2016. Synergistic effects of climate change and grazing on net primary production of Mongolian grasslands. *Ecosphere*. 7: e01274.
- Dong L., Wang J., Li J., Wu Y., Zheng Y., Zhang J., Li Z., Yin R., & Liang C. 2022. Assessing the impact of grazing management on wind erosion risk in grasslands: A case study on how grazing affects aboveground biomass and soil particle composition in Inner Mongolia. *Global Ecology and Conservation*, 40(November), e02344. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02344>
- Dorrepaal E., Cornelissen JHC., Aerts R., Wallén B., & Van Logtestijn RSP. 2005. Are growth forms consistent predictors of leaf litter quality and decomposability across peatlands along a latitudinal gradient. *Journal of Ecology*. 93(4): 817–828. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01024.x>
- Erdenebileg E., Ye XH., Wang CW., Huang ZY., Liu GF., Cornelissen JHC. 2018. Positive and negative effects of UV irradiance explain the interaction of litter position and UV exposure on litter decomposition and nutrient dynamics in a semi-arid dune ecosystem. *Soil Biology & Biochemistry*. 124: 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.013>
- Erdenebileg, E, Wang, C, Ye, X, et al. 2020. Multiple abiotic and biotic drivers of long-term wood decomposition within and among species in the semi-arid inland dunes: A dual role for stem diameter. *Functional Ecology*. 34: 1466–1478. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13559>
- Fujii S., & Takeda H. 2010. Dominant effects of litter substrate quality on the difference between leaf and root decomposition process above- and belowground. *Soil Biology and Biochemistry*. 42(12): 2224–2230. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.08.022>
- Garnier E., Cortez J., Billes G., Navas ML., Roumet C., et al. 2004. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology*. 85: 2630-2637.
- Gunin PD., Vostokova EA., Dorofeyuk NI., et al. 1999. *Vegetation Dynamics of Mongolia*. Dordrecht, NL: Kluwer
- Guo LL., Deng MF., Yang S., Liu WX., Wang X., Wang J., & Liu LL. 2021. The coordination between leaf and fine root litter decomposition and the difference in their controlling factors. *Global Ecology and Biogeography*. 30: 2286–2296. <https://doi.org/10.1111/geb.13384>
- Han G., Hao X., Zhao M., Wang M., Ellert BH., Willms W., Wang M. 2008. Effect of grazing intensity on carbon and nitrogen in soil and vegetation in a meadow steppe in Inner Mongolia. *Agriculture Ecosystem Environment*. 25: 21–32.
- He NP., Wang RM., Zhang YH., & Chen QS. 2014. Carbon and Nitrogen Storage in Inner Mongolian Grasslands: Relationships with Climate and Soil Texture. *Pedosphere*. 24(3): 391–398. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(14\)60025-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(14)60025-4)
- Henneron L., Cros C., Picon-Cochard C., Rahimian V., Dontaine S. 2020. Plant economic strategists of grassland species control soil carbon dynamics through rhizodeposition. *Journal of Ecology*. 108: 528-545.
- Henry H a L., Brizgys K., & Field CB. 2008. Litter decomposition in a California annual grassland: Interactions between photodegradation and litter layer thickness. *Ecosystems*. 11(4): 545–554. <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9141-4>
- Hobbie SE., Oleksyn J., Eissenstat DM., & Reich PB. 2010. Fine root decomposition rates do not mirror those of leaf litter among temperate tree species. *Oecologia*. 162(2): 505–513. <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1479-6>
- Hooper DU., Vitousek PM. 1998. Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling. *Ecological Monographs*. 68(1): 121–149. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1998\)068](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1998)068)
- Hu W., Ran J., Dong L., Du Q., Ji M., Yao S., Sun Y., Gong C., Hou Q., Gong H., Chen R., Lu J., Xie S., Wang Z., Huang H., Li X., Xiong J., Xia R., Wei M., Deng J. 2021. Aridity-driven

- shift in biodiversity–soil multifunctionality relationships. *Nature Communications*. 12(1): 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25641-0>
- Irisarri JGN. et al. 2016. Grazing intensity differentially regulates ANPP response to precipitation in North American semiarid grasslands. *Ecological Applications*. 26: 1370–1380.
- ISMAIL MH., ZAKI PH., FUAD MFA., & JEMALI NJN. 2017. Analysis of importance value index of unlogged and logged peat swamp forest in Nenasi Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Bonorowo Wetlands*. 7(2): 74–78. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w070203>
- Jackson RB., Canadell J., Ehleringer JR., Mooney HA., Sala OE., Schulze ED., & Mooney HA. 1996. International Association for Ecology A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia*. 108(3): 389–411.
- Jinyung Fang, Guirui Yu, Lingli Liu, Shuijin Hu, F. Stuart Chapin III. 2018. Climate change, human impacts, and carbon sequestration in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115(16): 4015-4020.
- Kalbertji KL., Mamolos AP., & Kostopoulou S. 1997. Nutrient release from decomposing *Lotus corniculatus* residues in relation to soil pH and nitrogen levels. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 65(2): 107–112. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00064-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00064-9)
- Kalbertji KL., Mamolos AP., & Kostopoulou SK. 1998. Litter dynamics of *Dactylis glomerata* and *Vicia villosa* with respect to climatic and soil characteristics. *Grass and Forage Science*. 53(3): 225–232. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.1998.00131.x>
- Kalbertji KL., Mosjidis JA., Mamolos AP. 1999. Litter dynamics of low and high tannin sericea lespedeza plants under field conditions. *Plant Soil*. 208: 271–281
- Kang M., Dai C., Ji W., Jiang Y., Yuan Z., & Chen HYH. 2013. Biomass and Its Allocation in Relation to Temperature, Precipitation, and Soil Nutrients in Inner Mongolia Grasslands, China. *PLOS ONE*. 8(7): 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069561>
- Kassambara A. 2020. <https://github.com/kassambara/ggpubr>
- King JY., Brandt LA., & Adair EC. 2012. Shedding light on plant litter decomposition: Advances, implications and new directions in understanding the role of photodegradation. *Biogeochemistry*. 111(1–3): 57–81. <https://doi.org/10.1007/s10533-012-9737-9>
- Koukoura Z., Mamolos AP., & Kalbertji KL. 2003. Decomposition of dominant plant species litter in a semi-arid grassland. *Applied Soil Ecology*. 23(1): 13–23. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(03\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(03)00006-4)
- Lavorel S. 2013. Plant functional effects on ecosystem services. *Journal of Ecology*. 101: 4–8. <https://doi.org/10.2307/23354660>
- Liang C., Zhu T., Wang D., & Lü X. 2002. Perspectives in researches on grassland ecology for the early 21st century in China. *Ying yong sheng tai xue bao = The journal of applied ecology*. 13(6): 743–746. Chinese. PMID: 12216407.
- Lienin P., & Kleyer M. 2012. Plant trait responses to the environment and effects on ecosystem properties. *Basic and Applied Ecology*. 13: 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.05.002>
- Lin Y., King JY. 2014. Effects of UV exposure and litter position on decomposition in a California grassland. *Ecosystems* 17, 158–168.
- Lin Y., Scarlett RD., King JY. 2015. Effects of UV photodegradation on subsequent microbial decomposition of *Bromus diandrus* litter. *Plant and Soil* 395, 263–271.
- Liu G., Cornwell WK., Pan X., Ye D., Liu F., Huang Z., Dong M., & Cornelissen JHC. 2015b. Decomposition of 51 semidesert species from wide-ranging phylogeny is faster in standing and sand-buried than in surface leaf litters: implications for carbon and nutrient dynamics. *Plant and Soil*. 396(1): 175–187.
- Liu GF., Cornwell WK., Pan X., Ye D., Liu F., Huang Z., Dong M., Cornelissen JHC. 2015a. Decomposition of 51 semidesert species from wide-ranging phylogeny is faster in standing and sand-buried than in surface leaf litters: implications for carbon and nutrient dynamics. *Plant and Soil*. 396: 175–187.
- Liu H., Mi Zh., Lin L., Wang Y., Zhang Zh., Zhang F., Wang H., Liu L., Zhu B., Cao G., Zhao H., Sanders NJ., Classen AT., Reich PB., He JSh. 2018. Shifting plant species composition in response to climate change stabilizes grassland primary production. *Proceeding of the National Academy of Sciences*. 115(16): 4051–4056.

- Luo, G. et al. 2012. Moderate grazing can promote aboveground primary production of grassland under water stress. *Ecological Complexity*. 11:126–136.
- Lê S., Josse J., & Husson F. 2008. FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*. 25(1): 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- López-Mársico L., Altesor A., Oyarzabal M., Baldassini P., & Paruelo JM. 2015. Grazing increases below-ground biomass and net primary production in a temperate grassland. *Plant and Soil*. 392(1–2): 155–162. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2452-2>
- Maestre FT., Quero JL., Gotelli NJ., Escudero A., Ochoa V., Delgado-Baquerizo M., García-Gómez M., Bowker MA., Soliveres S., Escolar C., García-Palacios P., Berdugo M., Valencia E., Gozalo B., Gallardo A., Aguilera L., Arredondo T., Blones J., Boeken B., Zaady E. 2012. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science*. 335(6065): 214–218. <https://doi.org/10.1126/science.1215442>
- María T, Domínguez, Cristina Aponte, Ignacio M, Pérez-Ramos, Luis V. García, Rafael Villar, Teodoro Marañón. 2012. Relationships between leaf morphological traits, nutrient concentrations and isotopic signatures for Mediterranean woody plant species and communities. *Plant Soil*. 357: 407–424.
- Mason CF. 1977. *Decomposition*. Camelot Press, Southampton, p. 58.
- Meentemeyer V. 1978. Macroclimate the Lignin Control of Litter Decomposition Rates. *Ecology*. 59(3): 465. <https://doi.org/10.1890/08-2294.1>
- Mi J., Ou J., Liu H., Shi J., Chen D., & Bam Y. 2022. The loss of plant species diversity dominated by temperature promotes local productivity in the steppe of eastern Inner Mongolia. *Ecological Indicators*. 139(June), 108953. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108953>
- Milchunas DG., & Lauenroth WK. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*. 63: 327–366
- Milchunas DG., Sala OE., Lauenroth WK. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*. 132: 87–106.
- Mohd Hasmadi Ismail, Mohd Fadli Ahmad Fuad, Pakhriazad Hassan Zaki, Noor Janatun Naim Jemali. 2017. Analysis of importance value index of unlogged and logged peat swamp forest in Nenasi Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Bonorowo wetlands*. 7(2): 74-78.
- Mokany K., Raison RJ., & Prokushkin AS. 2006. Critical analysis of root: Shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*. 12(1): 84–96. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.001043.x>
- Moorhead D., & Sinsabaugh R. 2006. A Theoretical Model of Litter Decay and Microbial Interaction. *Ecological Monographs*. 76: 151–174. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0151:](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0151:)
- Moretto AS., Distel RA., & Didoné NG. 2001. Decomposition and nutrient dynamic of leaf litter and roots from palatable and unpalatable grasses in a semi-arid grassland. *Applied Soil Ecology*, 18(1): 31–37. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(01\)00151-2](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00151-2)
- Munkhzul O., Oyundelger K., Narantuya N., Tuvshintogtokh I., Oyuntsetseg B., Wesche K., & Jäschke Y. 2021. Grazing Effects on Mongolian Steppe Vegetation—A Systematic Review of Local Literature. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 9(October): <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.703220>
- Na Y., Bao S., Hashimoto K., McCarthy C., & Hoshino B. 2018. The Effects of grazing systems on plant communities in steppe Lands-A case study from Mongolia's pastoralists and Inner Mongolian settlement areas. *Land*. 7(1): <https://doi.org/10.3390/land7010010>
- Olsen JS., 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*. 44: 322–331.
- Pancotto V., Sala OE., Cabello M., Lopez NI., Robsons TM., Ballare CL., & Caldwell MM. 2003. Solar UV-B decreases decomposition in herbaceous plant litter in Tierra del Fuego, Argentina: potential role of an altered decomposer community. *Global Change Biology*. 9PDF, 1465–1474.
- Papanikolaou AD., Fyllas NM., Mazaris AD., Dimitrakopoulos PG., Kallimanis AS., & Pantis J.D. 2011. Grazing effects on plant functional group diversity in Mediterranean shrublands.

- Biodiversity and Conservation. 20(12): 2831–2843. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0112-2>
- Parton W., Silver WL., Burke IC., Grassens L., Harmon ME., Currie WS., King JY., Adair EC., Brandt L. a, Hart SC., & Fasth B. 2007. Global-scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition. *Science*. 315(5810): 361–364. <https://doi.org/10.1126/science.1134853>
- Powers JS., Montgomery R. a., Adair EC., Brearley FQ., Dewalt SJ., Castanho CT., Chave J., Deinert E., Ganzhorn JU., Gilbert ME., González-Iturbe JA., Bunyavejchewin S., Grau HR., Harms KE., Hiremath A., Iriarte-Vivar S., Manzane E., De Oliveira A. a., Poorter L., ... Lerdaу M. T. 2009. Decomposition in tropical forests: A pan-tropical study of the effects of litter type, litter placement and mesofaunal exclusion across a precipitation gradient. *Journal of Ecology*. 97(4):801–811. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01515.x>
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Ross DJ., Tate KR., Newton PCD., Clark H. 2002. Decomposition of C3 and C4 grass litter sampled under different concentrations of atmospheric carbon dioxide at natural CO2 spring. *Plant Soil*. 240: 275–286.
- Seeber J., Scheu S., & Meyer E. 2006. Effects of macro-decomposers on litter decomposition and soil properties in alpine pastureland: A mesocosm experiment. *Applied Soil Ecology*. 34: 168. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.02.004>
- Shu Y., Jiang L., Liu F., & Lv G. 2022. Effects of plant diversity and abiotic factors on the multifunctionality of an arid desert ecosystem. *PLOS ONE*. 17(6 June): 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266320>
- Smyth CE., Titus B., Trofymow JA., Moore TR., Preston CM., Prescott CE., & the CIDET Working Group. 2016. Patterns of carbon, nitrogen and phosphorus dynamics in decomposing wood blocks in Canadian forests. *Plant and Soil*. 409:459–477. <https://doi.org/10.1007/s11104-016-2972-4>
- Soil Survey Division Staff. ‘Soil survey manual, 1993’ Chapter 3. Soil Conservation Service. U. S. Department of Agriculture Handbook 18. Retrieved 2017-05-15.
- Su R., Cheng J., Chen D., Bai Y., Jin H., Chao L., Wang Z., & Li J. 2017. Effects of grazing on spatiotemporal variations in community structure and ecosystem function on the grasslands of Inner Mongolia, China. *Scientific Reports*. 7(1): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00105-y>
- Sun T., Hobbie SE., Berg B., Zhang H., Wang Q., Wang Z. 2018. Contrasting dynamics and trait control in the first-order root compared with leaf litter decomposition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 115(41): 10392–10397.
- Swift MJ., Heal OW., Anderson JM. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Vile D., Garnier E., Shipley B., Laurent G., Navas ML., Roumet C., Lavorel S., Díaz S., Hodgson JG., Lloret F., Midgley GF., Poorter H., Rutherford MC., Wilson PJ., Wright IJ. 2005. Specific leaf area and dry matter content estimate thickness in laminar leaves. *Annals of Botany*. 96(6): 1129–1136. <https://doi.org/10.1093/aob/mci264>
- Violle C., Navas ML., Vile D., Kazakou E., Fortunell C., Hummel I., & Garnier E. 2007. Let the concept of trait be functional. *Oikos*. 116: 882–892
- Vitousek PM., Turner DR., Parton WJ., Sanford RL. 1994. Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: patterns, mechanisms, and models. *Ecology*. 75: 418–429.
- Vivanco L., & Austin AT. 2006. Intrinsic effects of species on leaf litter and root decomposition: A comparison of temperate grasses from North and South America. *Oecologia*. 150(1): 97–107. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0495-z>
- Wang C., Liu Z., Yu W., Ye X., Ma L., Wang R., Huang Z., & Liu G. 2022. Grassland Degradation Has Stronger Effects on Soil Fungal Community Than Bacterial Community across the Semi-Arid Region of Northern China. *Plants*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/plants11243488>

- Wang J., Liu L., Wang X., Chen Y., 2015. The interaction between abiotic photo- degradation and microbial decomposition under ultraviolet radiation. *Global Change Biology*. 21:2095–2104.
- Wang X., Dong S., Sherman R., Liu Q., Liu S., Li Y., & Wu Y. 2015. A comparison of biodiversity-ecosystem function relationships in alpine grasslands across a degradation gradient on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Rangeland Journal*. 37(1): 45–55. <https://doi.org/10.1071/RJ14081>
- Wang ZR., Yang GJ., Yi SH., Chen SY., WuZ., Guan JY., Zhao CC., Zhao QD., & Ye BS. 2012. Effects of environmental factors on the distribution of plant communities in a semi-arid region of the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Research*. 27(4): 667–675. <https://doi.org/10.1007/s11284-012-0951-7>
- Wesche K., Ronnenberg K., Retzer V. & Miehe G. 2010. Effects of large herbivore exclusion on southern Mongolian desert steppes. *Acta Oecologica*. 36: 234–241.
- Wright I., Reich P., & Westoby M. 2001. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high- and low-rainfall and high- and low-nutrient habitats. *Functional Ecology*. 15: 423–434. <https://doi.org/10.1046/j.0269-8463.2001.00542.x>
- Zhang R., Wang Z., Niu S., Tian D., Wu Q., Gao X., Schellenberg MP., & Han G. 2021. Diversity of plant and soil microbes mediates the response of ecosystem multifunctionality to grazing disturbance. *Science of the Total Environment*. 776(29): 145730. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145730>
- Zhang T., Wang GX., Yang Y., Mao TX., Chen XP. 2017. Grassland types and season-dependent response of ecosystem respiration to experimental warming in a permafrost region in the Tibetan Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*. 247: 271–279.
- Zheng J., Zhang B., Zhang F., Zhao T., Wang Q., Han G., & Zhao M. 2023. Effects of fencing on near-term ecosystem multifunctionality in a typical steppe in Inner Mongolia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 342(October 2022): 108238. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108238>
- Булгамаа Д., Сүмжидмаа С., Бестелмейер Б., & Будбаатар, У. 2018. Монгол Орны Бэлчээрийн Төлөв Байдлын Үндэсний Тайлан. II: 66.
- Гомболүүдэв П., Нацагдорж Л., Сарантуяа Г. 2010. Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлт, түүний ирээдүйн төлөв. Төв Ази, Өмнөд Сибирийн шижилтийн эко бүс нутгийн шим мандал дахь экологийн үр дагавар. 1: 41-44.
- Жигжидсүрэн С. 2005. Бэлчээрийн менежемент. Улаанбаатар
- Түвшинтогтох И. Монгол орны хээрийн ургамалжил. УБ.: Бэмби сан, 2014. 610 х.
- Түвшинтогтох И., Маньдарь Д., Мандах Б., Нямбаяр Н. 2015. Их Нартын байгалийн нөөц газрын бэлчээрийн даацын үнэлгээ. Ерөнхий болон сорилын биологийн хүрээлэнгийн бүтээл. 31: 264-268.
- Ургамал М., Оюунцэцэг Б., Нямбаяр Д., Дуламсүрэн Ч. 2014. Монгол орны гуурст ургамлын жагсаалт. Улаанбаатар, Монгол улс: Адмон принт хэвлэл.
- Хосбаяр Ч., Нарантуяа Н., Мөнхзул О. 2015. Нугын их ашиглагдсан бүлгэмдлийн баягалийн аясаар нөхөн сэргэх явц. Ерөнхий болон сорилын биологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл. 31: 288-300.
- Энхриймаа Н., Түвшинтогтох И. 2020. Баруун бүрхийн татмын нугын үетэн-алаг өвст бүлгэмдэл дэх ургамлын зүйлийн олон янз байдлын өөрчлөлт. Монголын ботаникийн сэтгүүл. 02: 66-73.
- Эрдэнэцэцэг Б. 2014. Уур амьсгалын өөрчлөлтийн үнэлгээний хоёрдугаар илтгэл. Улаанбаатар, Монгол улс.

## ХАВСРАЛТ

### I. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГИЙН ХАВСРАЛТ

**Хүснэгт 1.** Нугажуу хээрийн бүлгэмдлийн хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт (дундаж±стандарт алдаа). Жижиг үсэгнүүд ургамлын зүйл хоорондын статистик ялгааг илэрхийлнэ ( $p<0.05$ ).

	Зүйлүүд	Навчны хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Навчны зузаан (мм)	Үндэсний хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Ургамлын дундаж өндөр (см)
Хашсан талбай	1 <i>Adenophora stenanthina</i>	0.26 ± 0.09b	0.26 ± 0.02bcd	0.46 ± 0.02b	6.5 ± 0.29c
	2 <i>Aster alpinus</i>	0.35 ± 0.03b	0.28 ± 0.03bcd	0.50 ± 0.03b	27.9 ± 3.42ab
	3 <i>Bupleurum bicaule</i>	0.45 ± 0.05b	0.21 ± 0.01cd	1.02 ± 0.60a	14.9 ± 3.45abc
	4 <i>Chrysanthenum zawadsky</i>	0.24 ± 0.01b	0.27 ± 0.01bcd	0.39 ± 0.02b	27.0 ± 2.08ab
	5 <i>Festuca lenensis</i>	2.15 ± 1.61a	0.19 ± 0.01cd	0.11 ± 0.02c	18.3 ± 1.45abc
	6 <i>Gypsophilla dahurica</i>	0.17 ± 0.01b	0.61 ± 0.02a	0.42 ± 0.01b	19.1 ± 1.03abc
	7 <i>Koeleria macrantha</i>	0.49 ± 0.03b	0.18 ± 0.01c	0.28 ± 0.06bc	18.2 ± 1.45abc
	8 <i>Leontopodium ochroleucum</i>	0.46 ± 0.08b	0.19 ± 0.03cd	0.42 ± 0.02b	13.3 ± 1.19bc
	9 <i>Leymus chinensis</i>	0.57 ± 0.04b	0.37 ± 0.06b	0.36 ± 0.10bc	22.0 ± 1.00abc
	10 <i>Potentilla fruticosa</i>	0.56 ± 0.07b	0.27 ± 0.02bcd	0.63 ± 0.01ab	14.3 ± 2.51bc
	11 <i>Scabosia comosa</i>	0.36 ± 0.06b	0.30 ± 0.02bc	0.48 ± 0.02b	18.5 ± 3.56abc
	12 <i>Stellera chamaejasme</i>	0.36 ± 0.06b	0.23 ± 0.01cd	0.42 ± 0.01b	21.1 ± 0.99abc
	13 <i>Stipa krylovii</i>	0.65 ± 0.05b	0.22 ± 0.01cd	0.37 ± 0.03bc	31.5 ± 5.30a
Хашаагүй талбай	1 <i>Agropyron cristatum</i>	0.53 ± 0.07a	0.28 ± 0.01a	0.52 ± 0.09a	11.9 ± 3.14abc
	2 <i>Artemisia dracunculus</i>	0.36 ± 0.04a	0.20 ± 0.01abc	0.47 ± 0.03a	10.3 ± 1.73abc
	3 <i>Artemisia frigida</i>	0.46 ± 0.05a	0.28 ± 0.01a	0.44 ± 0.11a	4.6 ± 0.71c
	4 <i>Carex duriuscula</i>	0.54 ± 0.04a	0.19 ± 0.02bc	0.43 ± 0.02a	9.8 ± 7.58abc
	5 <i>Festuca lenensis</i>	0.55 ± 0.11a	0.16 ± 0.01c	0.44 ± 0.08a	15.2 ± 2.94abc
	6 <i>Koeleria macrantha</i>	0.59 ± 0.11a	0.17 ± 0.01c	0.91 ± 0.42a	16.1 ± 1.36abc
	7 <i>Leontopodium ochroleucum</i>	0.51 ± 0.05a	0.17 ± 0.01c	0.39 ± 0.03a	8.2 ± 2.17bc
	8 <i>Leymus chinensis</i>	0.52 ± 0.16a	0.26 ± 0.01ab	0.49 ± 0.02a	5.0 ± 0.58c
	9 <i>Potentilla acaulis</i>	0.54 ± 0.11a	0.21 ± 0.00abc	0.49 ± 0.06a	23.3 ± 3.24a
	10 <i>Potentilla fruticosa</i>	0.67 ± 0.03a	0.24 ± 0.06abc	0.61 ± 0.02a	23.4 ± 2.90a
	11 <i>Sanguisorba officinalis</i>	0.51 ± 0.02a	0.20 ± 0.02abc	0.50 ± 0.01a	4.7 ± 0.33c
	12 <i>Stellera chamaejasme</i>	0.35 ± 0.02a	0.22 ± 0.01abc	0.41 ± 0.02a	20.4 ± 2.49ab

**Хүснэгт 2.** Хуурай хээрийн бүлгэмдлийн хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт (дундаж±стандарт алдаа). Жижиг үсэгнүүд ургамлын зүйл хоорондын статистик ялгааг илэрхийлнэ ( $p<0.05$ ).

	Зүйлүүд	Навчны хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Навчны зузаан (мм)	Үндэсний хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Ургамлын дундаж өндөр (см)
Хашсан талбай	1 <i>Artemisia frigida</i>	0.44 ± 0.04a	0.20 ± 0.01d	0.59 ± 0.04a	10.6 ± 1.55ab
	2 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.82 ± 0.32a	0.10 ± 0.00e	0.48 ± 0.02a	10.7 ± 5.15ab
	3 <i>Leymus chinensis</i>	0.47 ± 0.01a	0.23 ± 0.01cd	0.60 ± 0.03a	12.6 ± 1.12ab
	4 <i>Potentilla acaulis</i>	0.49 ± 0.01a	0.29 ± 0.01ab	0.52 ± 0.03a	8.2 ± 1.41b
	5 <i>Serratula centauroides</i>	0.34 ± 0.01a	0.32 ± 0.01a	0.60 ± 0.02a	17.2 ± 1.01ab
	6 <i>Stipa grandis</i>	0.59 ± 0.01a	0.25 ± 0.01bc	0.56 ± 0.04a	23.0 ± 4.36a
Хашаагүй талбай	1 <i>Artemisia frigida</i>	0.41 ± 0.04b	0.21 ± 0.00b	0.55 ± 0.03a	7.4 ± 0.73b
	2 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.51 ± 0.01ab	0.10 ± 0.00c	0.48 ± 0.02a	15.0 ± 1.65a
	3 <i>Leymus chinensis</i>	0.53 ± 0.06ab	0.23 ± 0.00b	0.56 ± 0.01a	12.9 ± 1.18ab
	4 <i>Serratula centauroides</i>	0.39 ± 0.04b	0.33 ± 0.01a	0.53 ± 0.02a	14.7 ± 1.73a
	5 <i>Stipa grandis</i>	0.58 ± 0.02a	0.22 ± 0.01b	0.55 ± 0.03a	14.8 ± 2.57a

**Хүснэгт 3.** Цөлөрхөг хээрийн бүлгэмдлийн хашсан болон хашаагүй талбай тус бүрийн зонхилогч зүйл ургамлуудын үйл ажиллагааны шинж чанарын хэмжилт (дундаж±стандарт алдаа). Жижиг үсэгнүүд ургамлын зүйл хоорондын статистик ялгааг илэрхийлнэ ( $p<0.05$ ).

	Зүйлүүд	Навчны хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Навчны зузаан (мм)	Үндэсний хуурай бодисын агууламж (г г <sup>-1</sup> )	Ургамлын дундаж өндөр (см)
Хашсан талбай	1 <i>Allium polyrrhizum</i>	0.19 ± 0.01d	0.36 ± 0.01a	0.58 ± 0.02bc	7.6 ± 1.41a
	2 <i>Artemisia frigida</i>	0.41 ± 0.01bc	0.24 ± 0.01b	0.64 ± 0.03ab	7.8 ± 1.84a
	3 <i>Carex duriuscula</i>	0.51 ± 0.02ab	0.20 ± 0.00c	0.51 ± 0.02c	11.7 ± 1.20a
	4 <i>Convolvulus ammannii</i>	0.38 ± 0.04c	0.20 ± 0.01bc	0.72 ± 0.03a	8.3 ± 1.18a
	5 <i>Stipa gobica</i>	0.59 ± 0.04a	0.20 ± 0.01bc	0.53 ± 0.03bc	6.3 ± 2.00a
Хашаагүй талбай	1 <i>Allium polyrrhizum</i>	0.21 ± 0.01c	0.34 ± 0.01a	0.54 ± 0.02c	9.3 ± 1.39a
	2 <i>Artemisia frigida</i>	0.44 ± 0.03b	0.23 ± 0.01b	0.63 ± 0.04ab	5.9 ± 0.99a
	3 <i>Convolvulus ammannii</i>	0.46 ± 0.02b	0.22 ± 0.01b	0.73 ± 0.02a	6.3 ± 1.54a
	4 <i>Stipa gobica</i>	0.61 ± 0.02a	0.22 ± 0.01b	0.57 ± 0.05c	7.3 ± 0.87a

**Хүснэгт 4.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдэлд судалгааны хугацаанд тааралдсан нийт зүйл ургамлын жагсаалт, тэдгээрийн ургамал бүлгэмдэл дэх тусгагийн бүрхэцийн эзлэх хувь, арви, ургамлын ургал болон үржлийн найлзуурын өндөрийн тоон үзүүлэлт (дундаж±стандарт алдаа). Ургамлын зүйлийн латин болон монгол нэрсийн жагтаалсыг конспект ашиглан хянав (Ургамал нар., 2014).

№	Хээрийн экосистем	Зүйлийн латин нэр	Зүйлийн монгол нэр	Тусгагийн бүрхэц, % (дундаж±стандарт алдаа)	Арви, ш (дундаж±стандарт алдаа)	Ургал найлзуурын өндөр, см (дундаж±стандарт алдаа)	Үржлийн найлзуурын өндөр, см (дундаж±стандарт алдаа)
1	Цөлөрхөг хээр	<i>Ajania achilleoides</i> (Turcz.) Poljakov ex Grubov	Төлөгчдүү боролзой	2.33±0.28	10.93±1.32	2.49±0.26	4.58±0.54
2		<i>Allium anisopodium</i> Ledeb.	Сарвуун сонгино	0.65±0.35	2.5±0.5	4.38±0.38	2.83±2.83
3		<i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	Монгол сонгино	0.57±0.23	1±0	3±3	6.33±3.18
4		<i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	Үндсэрхэг сонгино	9.12±0.44	10.96±0.53	6.26±0.26	9.15±0.46
5		<i>Allium ramosum</i> L.	Салаархаг сонгино	2.2±1.24	5.68±2.4	11.23±2.16	-
6		<i>Allium tenuissimum</i> L.	Турьхан сонгино	4.46±1.96	4.4±1.21	7.33±1.66	-
7		<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Өлчир шарилж	9.44±0.6	12.55±0.48	3.6±0.23	8.5±0.46
8		<i>Artemisia macrocephala</i> Jacq. ex Besser	Ээрэм шарилж	1.28±0.31	4.67±1.27	1.56±1.14	12±1.38
9		<i>Artemisia palustris</i> L.	Намгийн шарилж	1.3±0.38	4.59±2.41	0.8±0.44	10.44±1.31
10		<i>Neopallasia pectinata</i> (Pall.) Poljakov	Үхэр шүлхэй	0.2±0.1	1.5±0.5	3±3	6±6
11		<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kitam.	Шүүрэн шарилж	0.65±0.08	1.53±0.27	1.74±0.77	12.71±1.54
12		<i>Aster hispidus</i> Thunb.	Арзгар голгэсэр	0.89±0.11	1.44±0.18	0.67±0.62	10.27±1.52
13		<i>Astragalus galactites</i> Pall.	Цагаалин хунчир	0.37±0.05	1.11±0.11	3.72±0.66	-
14		<i>Astragalus miniatus</i> Bunge	Улбар хунчир	0.5±0.05	1.34±0.12	2.17±0.49	4.87±0.84
15		<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck	Дэлгээ мананхамхаг	1.51±0.28	1.41±0.21	2.46±0.86	11.18±1.91
16		<i>Bupleurum scorzonrifolium</i> Willd.	Хависхана навчит бэриш	1.1±0.21	1	-	8.78±4.64
17		<i>Caragana leocophylla</i> Pojark.	Улаан харгана	0.99±0.15	1.9±0.28	6.03±1.05	-
18		<i>Caragana pygmaea</i> (L.) DC.	Одой харгана	1.24±0.36	14.29±9.39	5.38±0.79	-
19		<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.	Ширэг өлөн	2.92±0.27	36.21±2.17	6.63±0.19	2.35±0.31
20		<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd.	Шоргор лууль	0.78±0.2	17.2±9.77	1.87±0.84	1.93±1.93
21		<i>Chenopodium album</i> L.	Цагаан лууль	0.87±0.38	10±7.51	2.17±1.48	3±3
22		<i>Cleistogenes squarrosa</i> (Trin.) Keng	Дэрвээн хазааргана	0.63±0.07	1.64±0.15	4±0.27	0.09±0.09



23		<i>Convolvulus ammannii</i> Desr.	Амманы сэдэргэнэ	2.53±0.23	15.14±1.16	3.08±0.14	0.45±0.1
24		<i>Crepidifolium tenuifolium</i> (Willd.) Sennikov	Нарийн навчит крепидиаструм	0.51±0.06	3.93±2.32	1.49±0.49	1.42±0.46
25		<i>Eragrostis minor</i> Host	Бага хургалж	1.37±0.21	113.74±27.39	1.5±0.16	-
26		<i>Festuca lenensis</i> Drobov	Лени ботууль	0.5	1	1	-
27		<i>Galium verum</i> L.	Жинхэнэ өрөмтүүл	0.2	1	1	-
28		<i>Gypsophilla davurica</i> Turcz. ex Fenzl	Дагуур тайр	0.65±0.19	2.35±0.64	0.88±0.43	4.5±0.51
29		<i>Haplophyllum dauricum</i> (L.) G. Don	Дагуур хүж-өвс	0.53±0.06	1±0	1.13±0.5	6.1±1.31
30		<i>Iris tenuifolia</i> Pall.	Нарийн навчит цахилдаг	0.83±0.17	1±0	14±2.08	-
31		<i>Oxytropis nitens</i> Turcz.	Гялгар ортууз	1.02±0.23	1.56±0.34	3.58±0.1	0.44±0.44
32		<i>Oxytropis oxyphylla</i> (Pall.) DC.	Цөөн цэцэгт ортууз	0.46±0.08	1.58±0.21	2.96±0.55	0.63±0.36
33		<i>Ptilotrichum canescens</i> (DC.) C.A. Mey.	Бууралдуу янгиц	0.91±0.21	2.17±0.53	0.21±0.21	6.85±0.6
34		<i>Pulsatilla turczaninovic</i> Kryl. & Serg.	Турчаниновын яргуй	0.8	1	1.33	-
35		<i>Salsola collina</i> Pall.	Толгодын бударгана	1.05±0.31	5.13±3.15	4.02±0.94	2.25±2.25
36		<i>Saposhnikovia divaricata</i> (Turcz.) Schischkin	Дэрэвгэр жиргэрүү	0.4	1	5	-
37		<i>Scorzonera divaricata</i> Turcz.	Дэрэвгэр хависгана	0.67±0.17	1.33±0.33	8.83±1.48	-
38		<i>Stipa capillata</i> L.	Үслиг хялгана	1.25±0.25	1±0	10.5±5.5	-
39		<i>Stipa tianschanica subsp. gobica</i> (Roshev.) D.F. Cui	Говийн хялгана	6.71±0.34	6.61±0.32	9.5±0.22	0.15±0.09
40		<i>Stipa krylovii</i> Roshev.	Крыловын хялгана	1.4±0.65	3±0.89	7.8±1.67	-
41	Нугажуу хээр	<i>Adenophora stenanthina</i> (Ledeb.) Kitag.	Нарийн цэцэгт хонхлой	0.82±0.09	2.18±0.24	0.99±0.53	25.05±1.87
42		<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertner	Саман ерхөг	2.07±0.18	3.87±0.28	9.91±0.7	29.53±2.15
43		<i>Agrostis divaricatissima</i> Mez	Ацалсан улаантолгой	2.3±2.2	1	-	33.08±3.92
44		<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	Усан үзмэрхүү улаантолгой	2.86±0.77	6.14±1.48	3.16±0.99	33.16±3.96
45		<i>Allium bidentatum</i> Fisch. ex Prokh. & Ikonn.-Gal.	Хос шүдлэг сонгино	0.5±0.05	2.45±0.26	4.13±0.58	7.24±0.81
46		<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Хүмхээл сонгино	0.5	1	-	17.33
47		<i>Amblynotus rupestris</i> (Pall. ex Georgi) Popov ex Serg.	Хадны бөгтөргөнө	0.45±0.04	5.44±0.62	0.85±0.15	2.91±0.37
48		<i>Androsace villosa var. incana</i> (Lam.) Duby	Буурал далантовч	2.09±0.16	9.62±0.65	1.22±0.06	1.58±0.27

49	<i>Eremogone capillaris</i> (Poir.) Fenzl	Хялгасан дэвхэргэнэ	1.02±0.13	4.22±0.52	1.42±0.16	10.59±0.68
50	<i>Artemisia commutata</i> Besser	Солигдонги шарилж	1.57±0.13	5.17±0.49	5.43±0.4	11.51±1.07
51	<i>Artemisia dracuncululus</i> L.	Ишгэн шарилж	2.98±0.45	7.31±0.9	15.75±1.76	10.23±3.07
52	<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Өлчир шарилж	7.02±0.72	6.52±0.54	4.36±0.21	7.01±0.84
53	<i>Artemisia lacinata</i> Willd.	Цуулбар шарилж	2.63±0.18	18.94±1	8.59±0.33	4.19±0.91
54	<i>Artemisia pubescens</i> Ledeb.	Үсэрхэг шарилж	1.07±0.33	3.58±0.89	4.43±0.39	13.07±2.35
55	<i>Aster alpinus</i> L.	Тагийн голгэсэр	1.77±0.23	7±1.12	4.37±0.48	5.09±1.06
56	<i>Aster hispidus</i> Thunb.	Арзгар голгэсэр	2.71±0.25	15.21±1.04	4.22±0.35	5.04±0.52
57	<i>Astragalus adsurgens</i> Pall.	Нумраа хунчир	1.33±0.15	2.05±0.17	5±0.51	4.66±1.08
58	<i>Astragalus melelitoides</i> Pall.	Хошоонхой хунчир	0.85±0.26	1.17±0.17	2.39±0.84	0.17±0.17
59	<i>Astragalus membraceni</i> (Fisch.) Bunge	Сарьслаг хунчир	1	1	-	20
60	<i>Astragalus scaberrimus</i> Bunge	Ширүүн хунчир	1.27±0.24	2.33±0.56	8.69±2.2	4.42±3.05
61	<i>Bupleurum bicaule</i> Helm.	Хоёр ишт бэриш	1.96±0.2	7.01±0.66	2.1±0.43	12.5±0.55
62	<i>Bupleurum scorzonrifolium</i> Willd.	Хависхана навчит бэриш	1.85±0.16	7.89±0.7	1.65±0.44	17.85±0.65
63	<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.	Ширэг өлөн	4.53±0.33	77.3±5.3	5.11±0.29	4.27±0.43
64	<i>Carex korshinsky</i> Kom.	Коржинскийн өлөн	2.67±1.17	5±1.15	12±6.02	13.78±7.02
65	<i>Carex pediformis</i> C.A. Mey.	Зогдор өлөн	1.3±0.46	3.2±1.11	8.3±1.57	-
66	<i>Cerastium arvense</i> L.	Хөдөөний тооронцор	0.5	2	-	24.5
67	<i>Chamaeroides erecta</i> (L.) Bunge	Цэх түмэнтана	0.71±0.27	3.53±0.98	1.32±1.1	8.32±1.56
68	<i>Chenopodium album</i> L.	Цагаан лууль	0.4±0.16	3.5±1.66	6.58±2.23	-
69	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbich	Завадскийн нарцаг	0.4±0.16	2±0.55	4±0.78	-
70	<i>Cleistogenes squarrosa</i> (Trin.) Keng	Дэрвээн хазааргана	2.23±0.18	7.61±0.56	5.44±0.19	0.54±0.2
71	<i>Crepidiastrum akagii</i> (Kitag.) J.W. Zhang & N. Kilian	Акагийн крепидиаструм	1	3	5.67±0.5	-
72	<i>Cymbaria dahurica</i> L.	Дагуур хатныцэцэг	0.67±0.07	6.12±0.74	6.57±0.48	0.31±0.22
73	<i>Potentilla fruticosa</i> L.	Сөөгөн гичгэнэ	19.76±3.07	3.92±0.55	9.57±1.66	13.33±1.84
74	<i>Draba nemorosa</i> L.	Тужийн хамбил	0.47±0.27	4.67±2.03	-	15.44±3.09
75	<i>Echinopsis latifolius</i> Tausch	Өргөн навчит тайжийнжинс	1.41±0.16	2.27±0.28	11.21±1.08	2.79±1.42
76	<i>Ferulopsis hystrix</i> (Bunge ex Ledeb.) Pimenov	Шивүүрт хаврагхан	0.5	6	4.5±1.2	6
77	<i>Festuca lenensis</i> Drobov	Лени ботууль	4.2±0.29	12.09±0.79	5.83±0.2	11.09±1.03

78	<i>Filifolium sibiricum</i> (L.) Kitam.	Сибирь зүр-өвс	0.1	1	8.25±1.75	-
79	<i>Ptilotrichum canescens</i> (DC.) C.A. Mey.	Гандуу янгиц	0.17±0.03	4±2.52	1.11±0.59	0.56±0.56
80	<i>Galium verum</i> L.	Жинхэнэ өрөмтүүл	1.39±0.14	3.85±0.56	8.9±1.61	8.58±1.82
81	<i>Gentiana decumbens</i> L.	Хэвтээ дэгд	1.46±0.15	12.78±1.52	3.55±0.96	16.44±1.47
82	<i>Gentiana macrophylla</i> Pall.	Том навчит дэгд	0.8±0.2	1±0	2.5±2.5	4.83±4.83
83	<i>Gentiana aquatica</i> var. <i>pseudoaquatica</i> (Kusn.) S. Agrawal	Хуурамч усан дэгд	1.42±0.22	11.46±1.39	0.85±0.16	2.79±0.42
84	<i>Gentiana squarrosa</i> Ledeb.	Дэрвээн дэгд	1.33±0.4	10.14±2.08	-	5.76±0.82
85	<i>Gentianopsis barbata</i> (Froel.) Ma	Сормууст дэгдэнцэр	0.57±0.18	3.66±0.87	4.23±1.31	7.08±2.36
86	<i>Geranium pratense</i> L.	Нугын шимтгэлэй	0.45±0.2	2.75±1.18	4.75±1.3	-
87	<i>Gypsophilla davurica</i> Turcz. ex Fenzl	Дагуур тайр	1.79±0.27	4.41±0.55	1.6±0.49	19.99±1.7
88	<i>Haplophyllum dauricum</i> (L.) G. Don	Дагуур хүж-өвс	0.5	2	6.33±0.5	-
89	<i>Helictotrihon hookery</i> (Scribn.) Henrard	Гүүкерийн бутнуур	1.52±0.2	4.46±0.96	3.43±1.03	40.46±2.43
90	<i>Iris tigridia</i> Bunge ex Ledeb.	Барцоохор цахилдаг	0.6±0.09	2.72±0.36	9.65±0.6	0.29±0.21
91	<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	Томцэцэгт дурваа	5.34±0.33	14.23±0.64	5.54±0.21	21.72±1.15
92	<i>Leontopodium ochroleucum</i> Beauverd	Шаргал цагаантүрүү	3.25±0.24	13.18±0.86	2.11±0.24	14.42±0.49
93	<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	Нангиад түнгэ	3.87±0.28	31.25±1.51	17.7±0.57	6.97±1.34
94	<i>Linaria buriatica</i> Turcz. ex Benth.	Буриад зажлуургана	0.36±0.18	1.8±0.58	8.53±2.26	-
95	<i>Nepeta multifida</i> L.	Цуулбар мийнхумс	0.61±0.11	2.61±0.39	1.7±0.26	0.13±0.13
96	<i>Orostachys malacophylla</i> (Pall.) Fisch.	Зөөлөн навчит үлд-өвс	0.77±0.62	2.33±1.33	1.78±1.61	4.56±4.56
97	<i>Oxytropis filiformis</i> DC.	Утсан ортууз	1.01±0.18	2.43±0.41	4.3±0.58	3.39±1.18
98	<i>Oxytropis myriophylla</i> (Pall.) DC.	Түмэн навчинцарт ортууз	1.38±0.43	2±0.41	5.65±2.82	8.67±5.03
99	<i>Oxytropis nitens</i> Turcz.	Гялгар ортууз	0.9±0.27	1.65±0.26	3.86±1.22	6.31±1.35
100	<i>Oxytropis oxyphylla</i> (Pall.) DC.	Цөөн цэцэгт ортууз	0.85±0.12	1.83±0.21	2.62±0.86	6.17±1.13
101	<i>Plantago depressa</i> Willd.	Навтгар тавансалаа	1.11±0.24	5.66±1.08	2.18±0.24	2.21±0.64
102	<i>Plantago major</i> L.	Их тавансалаа	3.08±2.31	8.5±7.5	4.79±0.84	5.88±3.64
103	<i>Poa attenuata</i> Trin.	Сунагар биелэг	1.87±0.16	6.61±0.37	1.08±0.51	28.94±0.94
104	<i>Polygala sibirica</i> L.	Сибирь зүрхэлж	0.53±0.18	2±0.71	-	10.68±1.24
105	<i>Polygala tenuifolia</i> Willd.	Нарийн навчит зүрхэлж	0.1	1	-	12±6

10 6	<i>Polygonum angustifolium</i> Pall.	Нарийн навчит тарна	1.8±1.08	4.6±2.2 9	9.43±4. 13	-
10 7	<i>Potentilla acaulis</i> L.	Ишгүй гичгэнэ	4.49±0.56	20.94± 2.93	1.71±0. 08	-
10 8	<i>Potentilla bifurca</i> L.	Имт гичгэнэ	0.89±0.18	3.46±0. 83	4.75±0. 97	1.62±1.4
10 9	<i>Potentilla betonicifolia</i> Poir.	Бетон навчит гичгэнэ	0.5±0.06	2.72±0. 41	3.28±0. 34	0.04±0.0 4
11 0	<i>Potentilla multifida</i> L.	Хигмэл гичгэнэ	0.45±0.09	1.73±0. 24	4.3±1.0 5	4.89±1.8
11 1	<i>Potentilla sericea</i> L.	Торгон гичгэнэ	1.04±0.4	3.55±0. 9	4.45±0. 41	4.64±2.1 7
11 2	<i>Potentilla strigosa</i> Pall. ex Pursh	Нүцгэн ишт гичгэнэ	0.62±0.1	2.29±0. 38	5.46±1. 34	5.29±2.5 5
11 3	<i>Potentilla tanacetifolia</i> Willd. ex Schlecht.	Маралзгана навчит гичгэнэ	0.52±0.08	1.93±0. 41	5.07±1. 6	1.47±1.2
11 4	<i>Potentilla verticillaris</i> Stephan ex Willd.	Тойруулгат гичгэнэ	0.44±0.08	2.1±0.3 1	5.21±1. 17	-
11 5	<i>Alyssum tenuifolium</i> Steph.	Нарийн навчит шардэмэг	0.51±0.06	5.04±0. 63	3.08±0. 29	2.33±0.7 7
11 6	<i>Pulsatilla bungeana</i> C.A. Mey.	Бунгийн яргуй	0.51±0.08	2.29±0. 4	6.32±0. 78	-
11 7	<i>Pulsatilla turczaninovii</i> Kryl. & Serg.	Турчаниновын яргуй	0.76±0.22	2.6±0.5 1	6.68±1. 22	-
11 8	<i>Rheum rhabarbarum</i> L.	Долгионт гишүүнэ	0.8	2	11±0.3	-
11 9	<i>Rumex acetosella</i> L.	Бага хурганчих	0.92±0.12	6.35±1. 12	4.07±0. 9	15.34±1. 85
12 0	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Эмийн сөд	2.53±0.19	8.1±0.4 7	10.65± 0.56	18.42±2. 01
12 1	<i>Scabiosa comosa</i> Fisch. ex Roem. & Schult.	Цомцогт бааварцэцэг	1.26±0.15	3.9±0.4 8	6.52±0. 66	10.45±2. 09
12 2	<i>Scorzonera radiata</i> Fisch.	Цацрагт хависгана	1.96±0.48	44.58± 28.36	5.65±0. 99	-
12 3	<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	Австрийн хависгана	0.5±0	1±0	21.5±3. 5	-
12 4	<i>Sibbaldia adpressa</i> Bunge	Налчгар хэрээхэй	0.89±0.12	3.59±0. 35	2.47±0. 2	0.41±0.2 4
12 5	<i>Silene jensseensis</i> Willd.	Енисейн шээрэнгэ	1.54±1.05	3.27±1. 54	0.14±0. 14	22.11±2. 68
12 6	<i>Silene repens</i> Patrin	Мөлхөө шээрэнгэ	0.89±0.25	2.14±0. 46	1.86±0. 9	15.79±5. 09
12 7	<i>Stellera chamaejasme</i> L.	Одой далангүрүү	8.93±0.45	11.71± 0.55	9.17±0. 82	14.06±0. 91
12 8	<i>Stipa krylovii</i> Roshev.	Крыловын хялгана	5.03±0.37	10.84± 0.48	17.68± 0.79	33.01±1. 8
12 9	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Эмийн багваахай	0.51±0.07	1.72±0. 27	4.4±0.8 4	1.75±0.9 9
13 0	<i>Thalictrum foetidum</i> L.	Өмхий буржгар	0.6±0.4	3±1	3±0.33	-
13 1	<i>Thalictrum minus</i> L.	Бага буржгар	1.43±0.17	7.48±0. 53	4.62±0. 24	3.04±0.7 6
13 2	<i>Thalictrum petiloideum</i> L.	Дэлбээрхүү буржгар	2.84±0.48	7.34±0. 76	7.68±0. 84	6.39±2.5 9
13 3	<i>Thermopsis dahurica</i> Czefr.	Дагуур тарваганшийр	0.97±0.22	3±0.41	13.99± 1.57	-
13 4	<i>Thesium repens</i> Ledeb.	Мөлхөө майлангар	0.5	1	-	18
13 5	<i>Thesium refractum</i> C.A. Mey.	Хугачаа майлангар	0.5	1	3	-

136		<i>Thymus dahuricus</i> Serg.	Дагуур ганга	2.66±1.45	3.2±1.1 1	0.27±0.27	2.6±0.68
137		<i>Thymus gobicus</i> Czern.	Говийн ганга	4.29±0.94	2.09±0.51	2.43±0.36	3.76±0.47
138		<i>Trifolium lupinaster</i> L.	Шошлойрхог хошоонгор	1.25±0.32	2±1	-	13.75±3.13
139	Хуурай хээр	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertner	Саман ерхөг	1.56±0.19	1.51±0.19	10.07±1.02	7.38±2.36
140		<i>Allium anisopodium</i> Ledeb.	Сарвуун сонгино	0.1	1	-	25
141		<i>Allium bidentatum</i> Fisch. ex Prokh. & Ikonn.-Gal.	Хос шүдлэг сонгино	0.5	1	7	9
142		<i>Allium ramosum</i> L.	Салаархаг сонгино	0.4±0.1	1.67±0.67	9.67±1.67	-
143		<i>Allium senescens</i> L.	Хижээл сонгино	0.55±0.12	1.88±0.52	12.19±1.74	-
144		<i>Allium tenuissimum</i> L.	Турьхан сонгино	1±0.28	2±0.58	4.67±3.59	18.74±4.97
145		<i>Artemisia commutata</i> Besser	Солигдонги шарилж	0.65±0.15	1±0	8±8	17±17
146		<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Өлчир шарилж	5.7±0.33	4.62±0.27	6.16±0.23	10.43±0.93
147		<i>Artemisia palustris</i> L.	Намгийн шарилж	0.31±0.07	1.57±0.43	2.29±2.29	9.38±2.83
148		<i>Artemisia pubscens</i> Ledeb.	Үсэрхэг шарилж	0.1	1	11	-
149		<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kitam.	Шүүрэн шарилж	0.54±0.17	2.38±0.44	1.21±0.65	18.76±2.52
150		<i>Aster hispidus</i> Thunb.	Арзгар голгэсэр	2.35±0.4	3.64±0.49	3.68±0.69	11±1.12
151		<i>Astragalus adsurgens</i> Pall.	Нумраа хунчир	2.63±0.62	1.5±0.22	4.67±1.72	8.9±4.1
152		<i>Astragalus scaberrimus</i> Bunge	Шируун хунчир	2.36±0.47	1.65±0.23	4.38±1.16	13.34±3.87
153		<i>Astragalus melilotoides</i> var. <i>tenuis</i> Ledeb.	Зээрэн шилбэ хунчир	1.58±0.13	2.13±0.18	4.11±1.49	30.45±2.63
154		<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck	Дэлгээ мананхамхаг	1.25±0.22	1.32±0.26	6.04±2.44	13.16±4.98
155		<i>Caragana microphylla</i> Lam.	Жижиг навчит харгана	7.45±2.16	4.14±0.93	17.95±2	0.61±0.61
156		<i>Caragana pygmaea</i> (L.) DC.	Одой харгана	5.25±2.2	2.33±0.95	23.14±1.76	-
157		<i>Caragana stenophylla</i> Pojark.	Нарийн навчит харгана	4.92±1.25	2.54±0.69	17.97±3.05	5.92±4.02
158		<i>Carex duriuscula</i> C.A. Mey.	Ширэг өлөн	1.96±0.21	21.09±1.38	10.54±0.39	0.18±0.18
159		<i>Carex korshinskyi</i> Kom.	Коржинскийн өлөн	2.79±0.64	10.96±2.13	16.83±1.54	2.12±1.1
160		<i>Chamaeroides erecta</i> (L.) Bunge	Цэх түмэнтана	1.34±0.47	1.92±0.34	3.49±0.57	3.58±2.07
161		<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd.	Шоргор лууль	0.68±0.12	8.43±2.03	3.21±0.92	9.73±3.24
162		<i>Chenopodium album</i> L.	Цагаан лууль	0.1	5±2	1.82±1.42	-
163	<i>Dysphania aristata</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Шовгор дусфаниа	0.42±0.05	7.93±1.05	2.01±0.39	1.5±0.49	
164	<i>Cleistogenes squarrosa</i> (Trin.) Keng	Дэрвээн хазааргана	11.63±0.48	14.63±0.46	8.94±0.23	2.85±0.56	

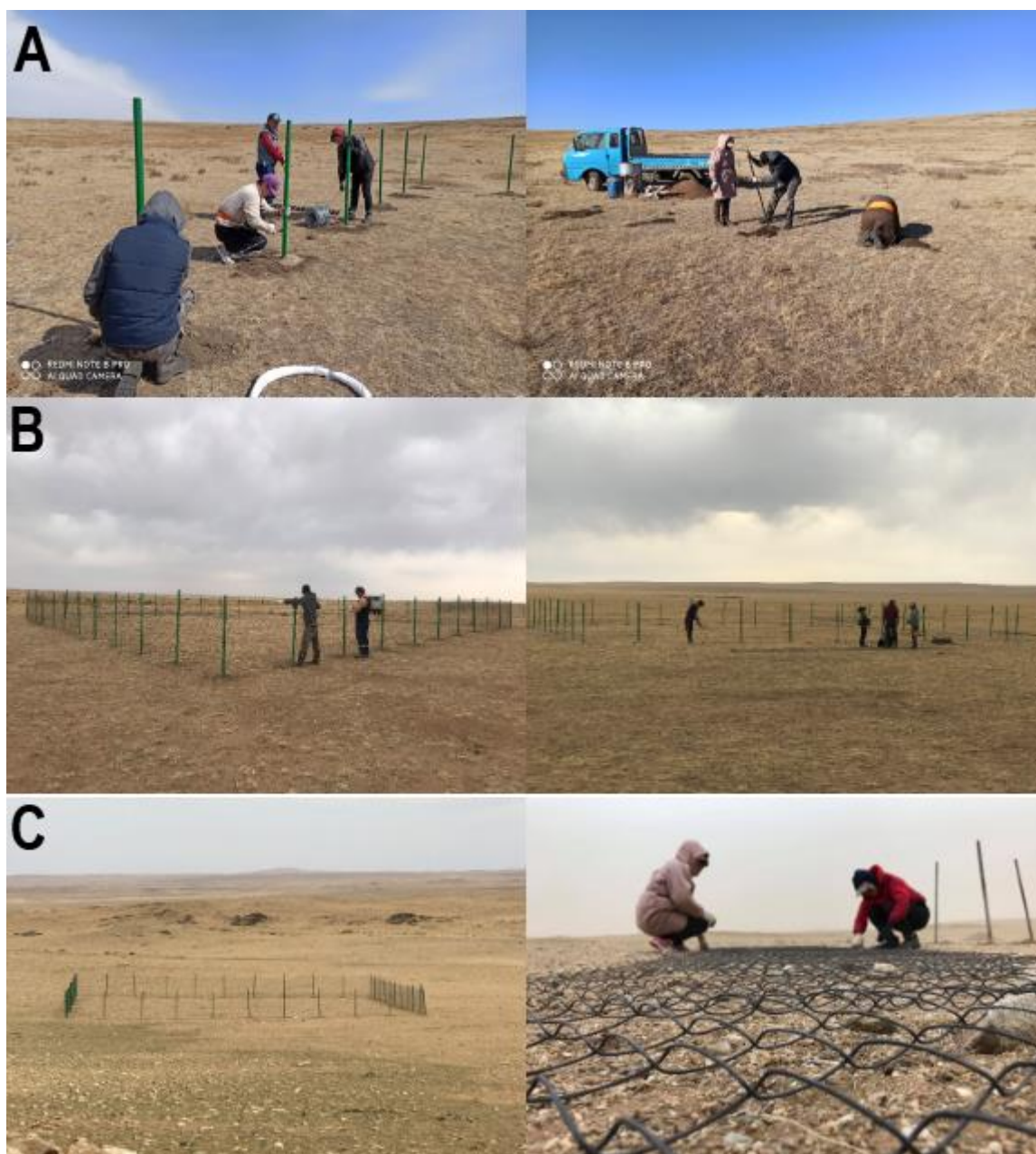
16 5	<i>Crepidifolium tenuifolium</i> (Willd.) Sennikov	Нарийн навчит крепидиаструм	0.5	1	-	19
16 6	<i>Cymbaria dahurica</i> L.	Дагуур хатныцэцэг	2.6±0.36	17.87±1.84	9.35±0.49	0.44±0.31
16 7	<i>Dontostemon integrifolium</i> (L.) C.A. Mey.	Бүтэн навчит багдай	0.75±0.18	1.84±0.38	2.43±0.76	6.48±1.07
16 8	<i>Ephedra sinica</i> Stapf	Нангиад зээргэнэ	1.38±0.42	3.13±0.81	11.43±1.7	-
16 9	<i>Eragrostis minor</i> Host	Бага хургалж	0.3±0.15	2.33±0.33	2.75±2.75	6.06±3.46
17 0	<i>Euphorbia esula</i> L.	Цагаан сүүт-өвс	2.26±0.84	4.93±1.6	8.56±1.43	3.16±1.72
17 1	<i>Festuca lenensis</i> Drobov	Лени ботууль	0.5	1	16	-
17 2	<i>Galium verum</i> L.	Жинхэнэ өрөмтүүл	3.38±0.7	2.06±0.51	2.64±1	18.25±3.57
17 3	<i>Goniolimon speciosum</i> (L.) Boiss.	Гоо юлт	0.9±0.1	1±0	2.38±1.5	-
17 4	<i>Gypsophilla davurica</i> Turcz. ex Fenzl	Дагуур тайр	1.49±0.17	5.83±0.43	4.99±0.36	10.23±1.68
17 5	<i>Haplophyllum dauricum</i> (L.) G. Don	Дагуур хүж-өвс	0.72±0.06	2.53±0.2	4.37±0.42	4.4±0.69
17 6	<i>Iris tenuifolia</i> Pall.	Нарийн навчит цахилдаг	0.67±0.06	1.25±0.13	24.88±2.94	-
17 7	<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	Томцэцэгт дурваа	1.7±0.36	2.71±0.43	8.67±1.02	4.02±2.14
17 8	<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	Нангиад түнгэ	6.08±0.43	35.25±2.12	17.31±0.41	7.69±1.15
17 9	<i>Linaria buriatica</i> Turcz. ex Benth.	Буриад зажлуургана	0.37±0.03	1.33±0.33	6.17±3.11	5.5±5.5
18 0	<i>Medicago ruthenica</i> (L.) Ledeb.	Орос царгас	1.92±0.23	2.02±0.22	3.89±0.57	5.47±1.11
18 1	<i>Nepeta multifida</i> L.	Цуулбар мийнхумс	2.19±0.83	2.17±0.84	3.71±0.81	9.45±4.8
18 2	<i>Oxytropis oxiphylla</i> (Pall.) DC.	Цөөн цэцэгт оргууз	0.95±0.05	1±0	7.13±3.11	3.25±3.25
18 3	<i>Poa attenuata</i> Trin.	Сунагар биелэг	1.05±0.65	1.25±0.25	5.96±5.36	10±7.07
18 4	<i>Polygonum divaricatum</i> L.	Дэрвээн тарна	1.16±0.18	1.44±0.33	9.99±1.57	-
18 5	<i>Potentilla acaulis</i> L.	Ишгүй гичгэнэ	3.4±0.31	10.81±1.3	3.34±0.13	-
18 6	<i>Potentilla bifurca</i> L.	Имт гичгэнэ	1.33±0.21	4.24±1.21	5.22±0.5	0.65±0.3
18 7	<i>Potentilla tanacetifolia</i> Willd. ex Schlecht.	Маралзгана навчит гичгэнэ	2.17±0.24	1.68±0.15	7.22±0.73	13.5±2.45
18 8	<i>Ptilotrichum dahuricum</i> Peschkova	Дагуур янгиц	1.68±0.38	10.42±1.94	4.31±0.39	0.44±0.33
18 9	<i>Pulsatilla turczaninovii</i> Kryl. & Serg.	Турчаниновын яргуй	0.83±0.2	1.25±0.25	5.83±2.09	-
19 0	<i>Rumex acetosella</i> L.	Бага хурганчих	1	2	11.5±0.3	-
19 1	<i>Salsola collina</i> Pall.	Толгодын бударгана	2.65±2.08	2.32±0.56	8.02±1.24	4.25±2.83
19 2	<i>Saposhnikovia divaricata</i> (Turcz.) Schischkin	Дэрэвгэр жиргэрүү	0.27±0.09	1±0	6.5±1.44	-

19 3	<i>Saussurea salicifolia</i> (L.) DC.	Бургас навчит банздоо	0.5±0	1±0	7.17±4.83	-
19 4	<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	Австрийн хависгана	0.2	1	25	-
19 5	<i>Scorzonera radiata</i> Fisch.	Цацрагт хависгана	0.3±0.1	1±0	14±3.06	-
19 6	<i>Serratula centauroides</i> L.	Хонгорзулдуу хонгорзалаа	5.03±0.33	4.12±0.25	9.36±0.59	20.88±1.67
19 7	<i>Sibbaldia adpressa</i> Bunge	Налчгар хэрээхэй	1.1±0.36	2±0.85	5.83±1.35	4.43±4.43
19 8	<i>Stellera chamaejasme</i> L.	Одой далантүрүү	2.19±0.56	2±0.69	10.6±3.13	6.67±6.67
19 9	<i>Stipa tianschanica</i> subsp. <i>gobica</i> (Roshev.) D.F. Cui	Говийн хялгана	3	4	15±0.6	-
20 0	<i>Stipa grandis</i> P.A. Smirn.	Том хялгана	6.95±0.39	9.75±0.39	19.19±0.5	16.33±1.9
20 1	<i>Stipa krylovii</i> Roshev.	Крыловын хялгана	6.78±0.76	7.24±0.85	27.03±1.91	17.67±4.57
20 2	<i>Stipa sibirica</i> (L.) Lam.	Сибирь хялгана	2.3±0.29	3.45±0.34	19.81±1.08	27.52±3.78
20 3	<i>Thalictrum minus</i> L.	Бага буржгар	1.02±0.52	3.4±0.93	9.33±2.42	-
20 4	<i>Thalictrum simplex</i> L.	Эгэл буржгар	1.42±0.22	2.45±0.39	8.08±1.32	5.15±3.14
20 5	<i>Thermopsis dahurica</i> Czefr.	Дагуур тарваганшийр	0.6±0.1	1±0	1.67±0.17	-

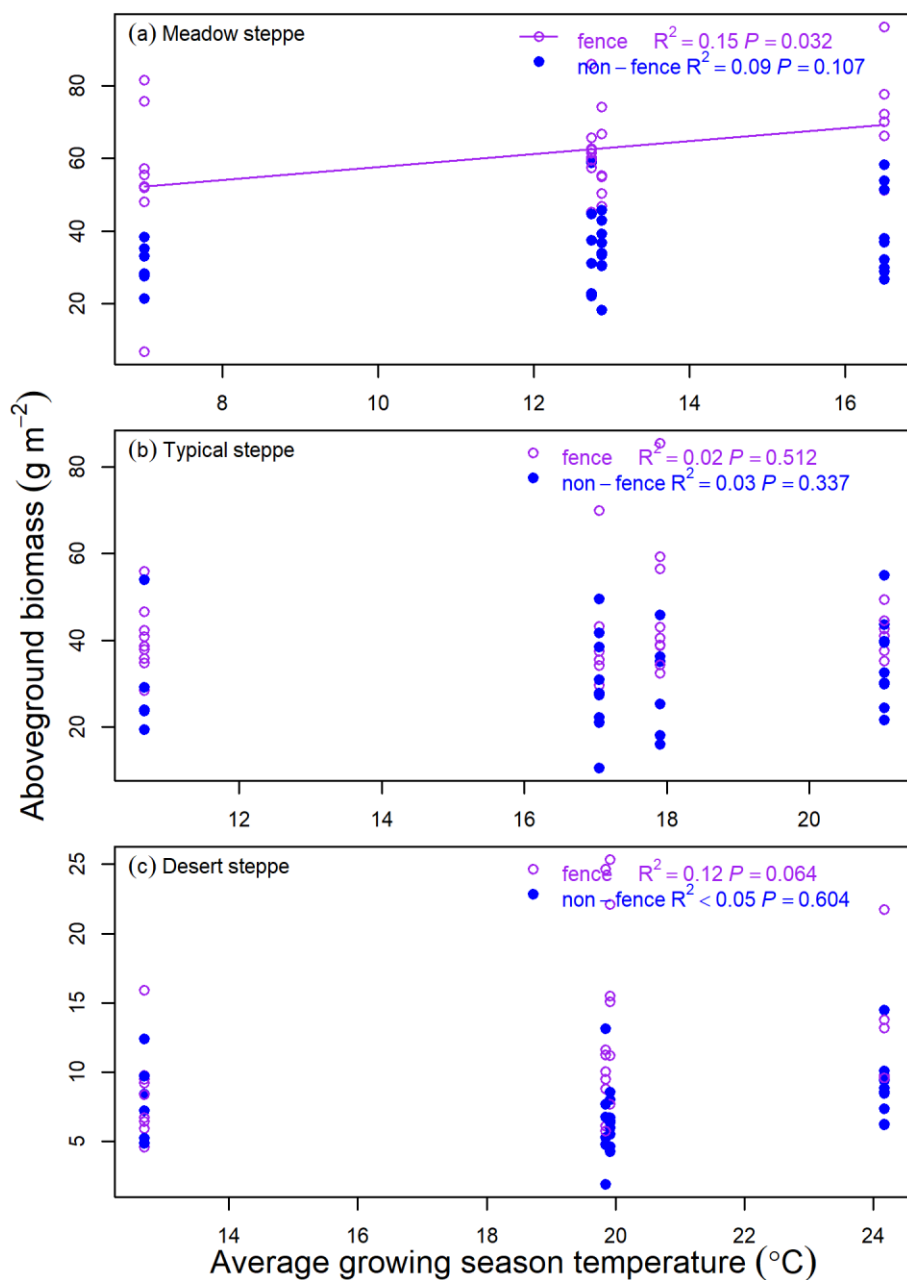
**Хүснэгт 5.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн хашсан, хашаагүй талбай тус бүрийн зонхилогч зүйл ургамлын 0.2 мм-ээс бага диаметртэй үндэсний урт (дундаж±стандарт алдаа)

№	Хээрийн экосистем	Талбай	Зүйлийн латин нэр	Үндэсний урт (см)	
1	Нугажуу хээр	Хашсан талбай	<i>Adenophora stenanthina</i>	1.38±0.14	
2			<i>Agropyron cristatum</i>	1.66±NA	
3			<i>Aster alpinus</i>	1.81±0.06	
4			<i>Bupleurum bicaule</i>	2.21±0.17	
5			<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	3.25±0.48	
6			<i>Festuca lenensis</i>	2.62±0.14	
7			<i>Gypsophila dahurica</i>	1.94±0.25	
8			<i>Koeleria macrantha</i>	1.75±0.09	
9			<i>Leontopodium ochroleucum</i>	1.36±0.05	
10			<i>Leymus chinensis</i>	3.34±0.54	
11			<i>Potentilla fruticosa</i>	2.19±0.15	
12			<i>Scabiosa comosa</i>	1.51±0.1	
13			<i>Stellera chamaejasme</i>	4.58±0.51	
14			<i>Stipa baicalensis</i>	3.11±0.12	
15		Хашаагүй талбай	<i>Agropyron cristatum</i>	3.24±0.16	
16			<i>Artemisia dracunculus</i>	1.75±0.16	
17			<i>Artemisia frigida</i>	1.57±0.11	
18			<i>Carex duriuscula</i>	1.23±0.1	
19			<i>Festuca lenensis</i>	1.64±0.06	
20			<i>Koeleria macrantha</i>	1.83±0.13	
21			<i>Leontopodium ochroleucum</i>	1.56±0.06	
22			<i>Leymus chinensis</i>	1.29±0.09	
23			<i>Potentilla acaulis</i>	1.46±0.08	
24			<i>Potentilla fruticosa</i>	1.88±0.13	
25			<i>Sanguisorba officinalis</i>	2.09±0.27	
26			<i>Stellera chamaejasme</i>	1.12±0.12	
27	Хуурай хээр	Хашсан талбай	<i>Artemisia frigida</i>	4.68±0.24	
28			<i>Cleistogenes squarrosa</i>	5.6±0.23	
29			<i>Leymus chinensis</i>	2.68±0.15	
30			<i>Potentilla acaulis</i>	3.55±0.43	
31			<i>Serratula centauroides</i>	3.67±0.2	
32			<i>Stipa grandis</i>	3.16±0.11	
33		Хашаагүй талбай	<i>Artemisia frigida</i>	4.4±0.24	
34			<i>Cleistogenes squarrosa</i>	4.22±0.19	
35			<i>Leymus chinensis</i>	2.83±0.17	
36			<i>Serratula centauroides</i>	3.26±0.17	
37			<i>Stipa grandis</i>	3.19±0.12	
38			Хашсан талбай	<i>Allium polyrhizum</i>	4.54±0.2
39				<i>Artemisia frigida</i>	3.97±0.5
40				<i>Convolvulus ammannii</i>	6.40±0.23
41	<i>Stipa gobica</i>	5.68±0.15			
42	Хашаагүй талбай	<i>Allium polyrhizum</i>		4.24±0.17	
43		<i>Artemisia frigida</i>		4.42±0.2	
44		<i>Convolvulus ammannii</i>		6.65±0.45	
45		<i>Stipa gobica</i>	3.88±0.12		

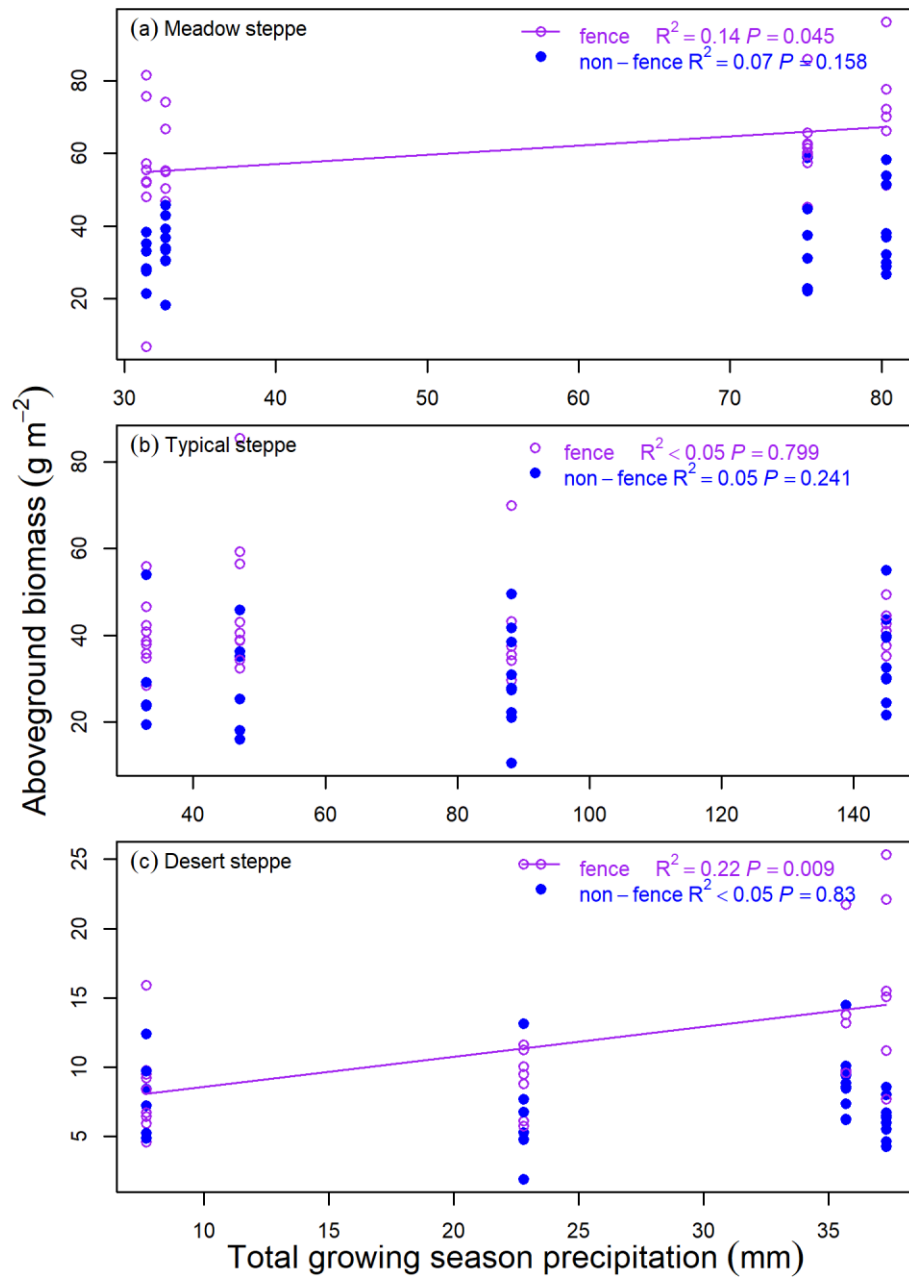




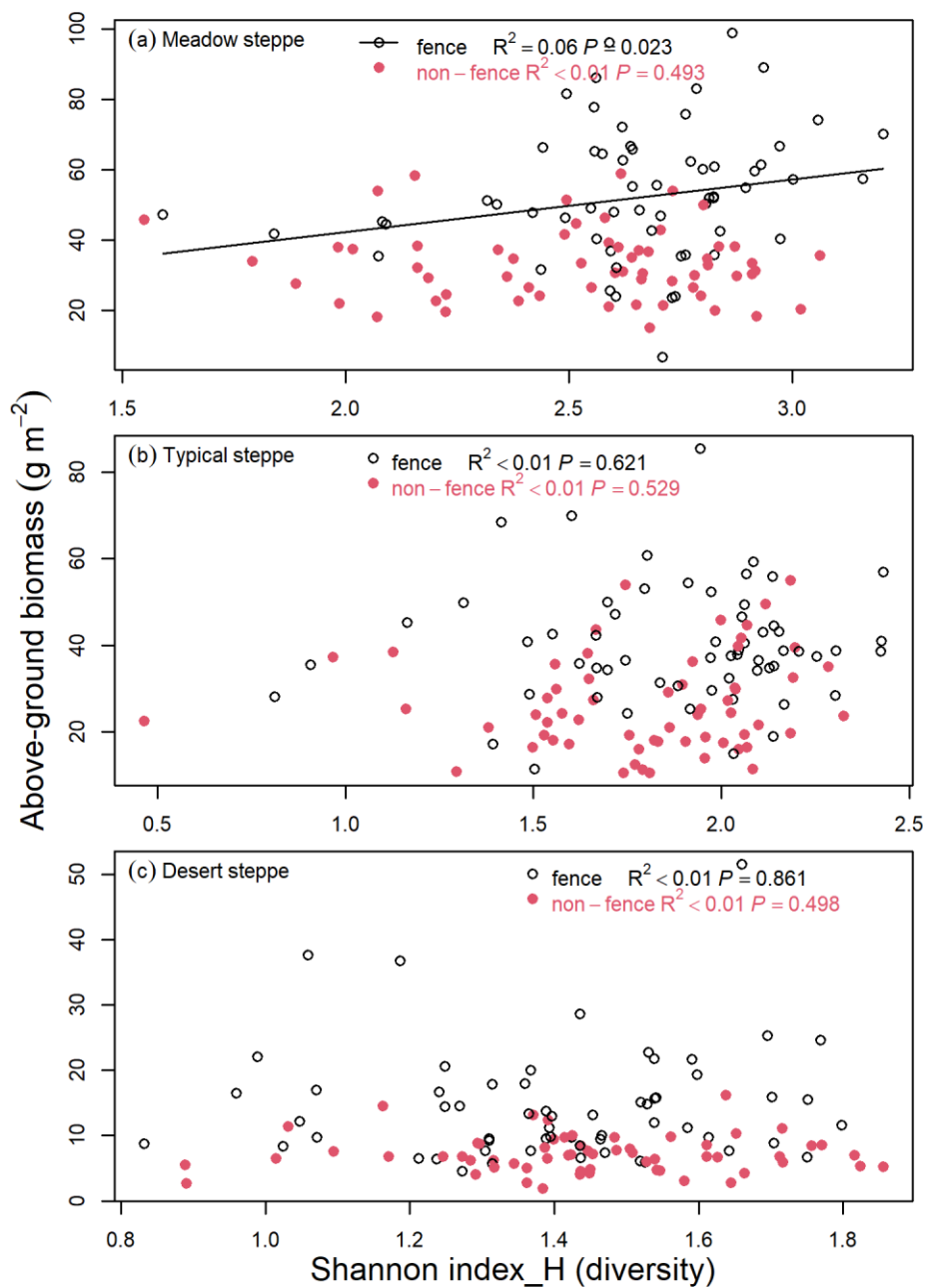
**Зураг 1.** 2020 оны 4-5 дугаар сард судалгааны талбай байгуулж буй ажлын явц. А) Нугажуу хээр, В) Хуурай хээр, С) Цөлөрхөг хээр



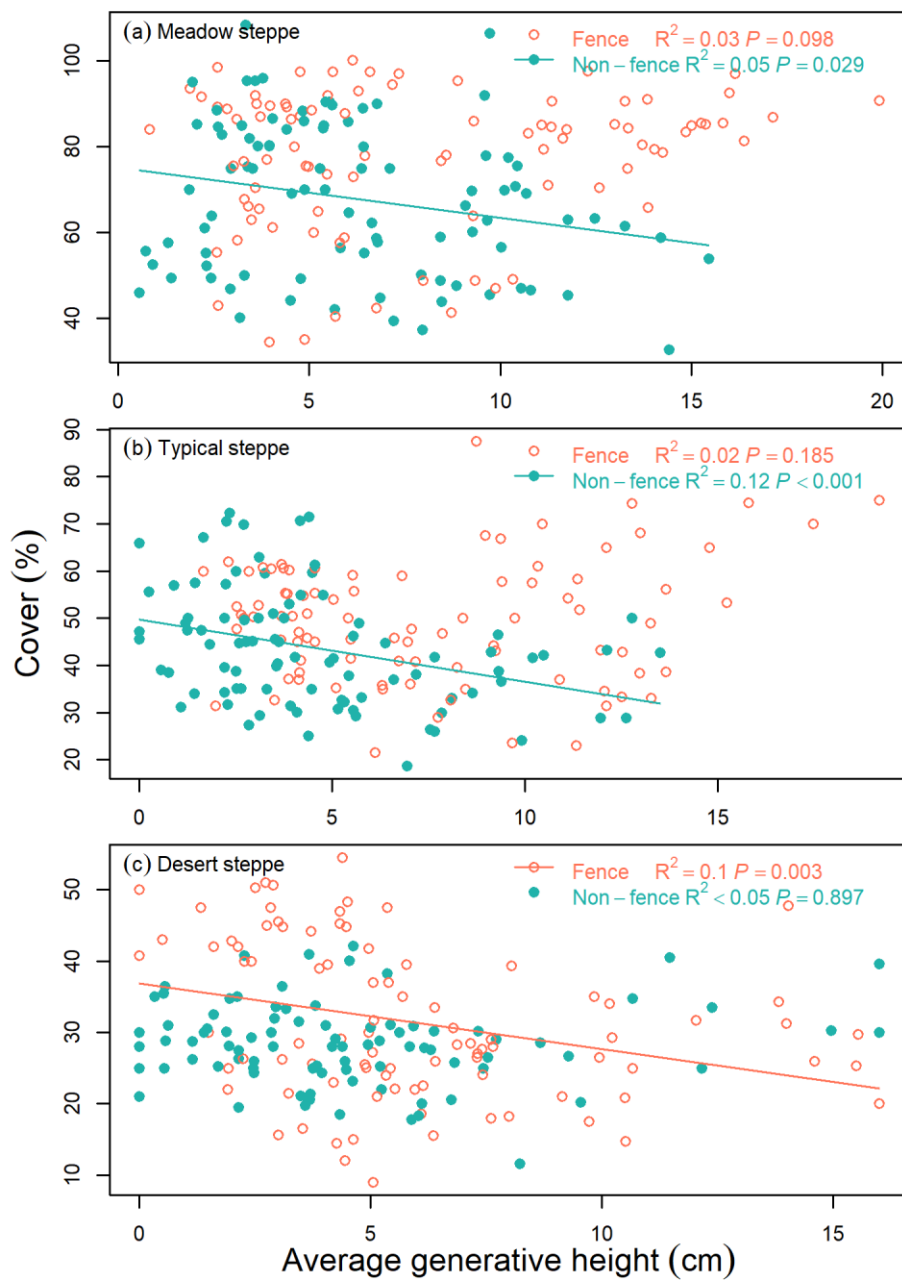
**Зураг 2.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх биомасс болон ургамал ургалтын үеийн дундаж температур хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linear regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



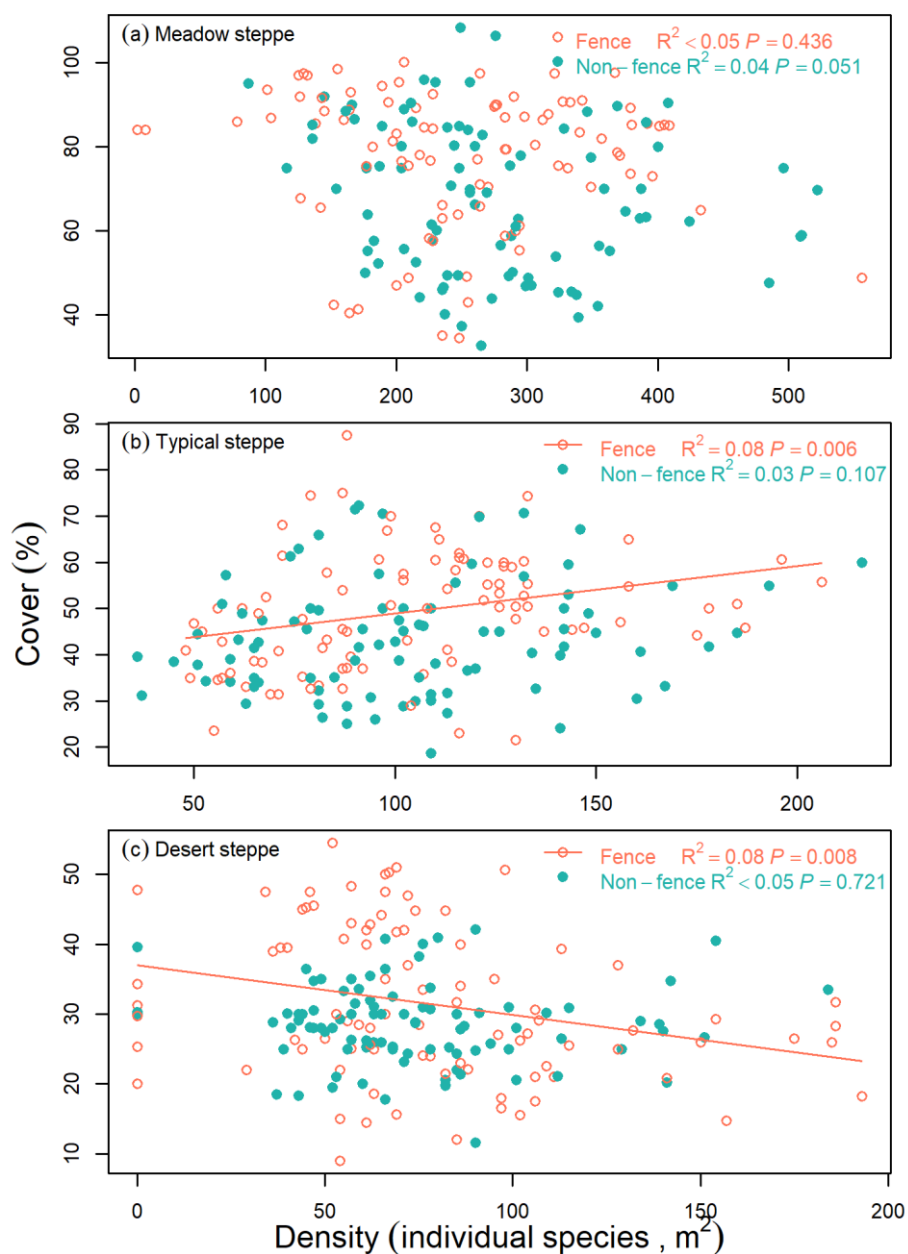
**Зураг 3.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх биомасс болон ургамал ургалтын үеийн нийлбэр хур тунадас хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linear regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



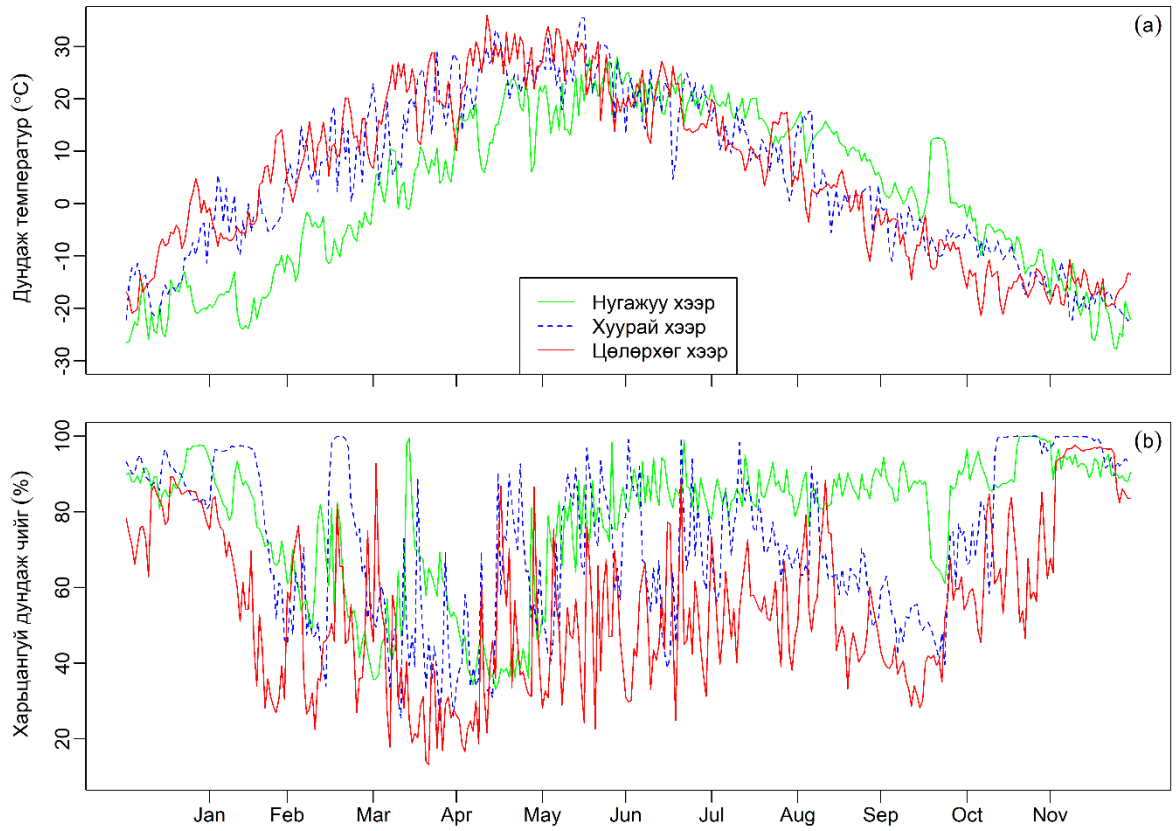
**Зураг 4.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн газрын дээрх биомасс болон зүйлийн олон янз байдал хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linier regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



**Зураг 5.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий тусгагийн бүрхэц болон ургамлын үржлийн өндөр хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linear regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. a) Meadow steppe - Нугажуу хээр, b) Typical steppe - хуурай хээр, c) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



**Зураг 6.** Гурван ургамал бүлгэмдлийн ерөнхий тусгагийн бүрхэц болон ургамлын арви хоорондын харилцан хамаарал шугаман регрессээр (ordinary linier regression) харуулав. fence – хашсан талбай; non-fence – хашаагүй талбай. а) Meadow steppe - Нугажуу хээр, б) Typical steppe - хуурай хээр, в) Desert steppe - цөлөрхөг хээр



**Зураг 7.** Хээрийн гурван ургамал бүлгэмдлийн ургамлын навчны задралын туршилт судалгааны талбайн газрын гадарга дээрх дундаж температур ( $^{\circ}\text{C}$ ) болон харьцангуй дундаж чийгшил (%)



**Зураг 8.** Цөлөрхөг хээрийн навчны задралын судалгааны туршилтын талбай. А) Туршилтын хувилбар тус бүрд дээжийг дөнгөж байршуулсан байдал; В) Туршилтын эхний 6 сарын дараах байдал. Гэрэлтэй талбай дахь ууттай дээж дотор салхины нөлөөгөөр элс нэвчин орсон байдал



## II. ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН САНХҮҮГИЙН ЗАДАРГАА

Төслийн гэрээний дугаар: ШуГх(БНХАУ) 2019/28

Төслийн төрөл: Гадаадтай хамтарсан төсөл

Санхүүжүүлэгч байгууллага: Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан

Захиалагч байгууллага: БШУЯ

Төслийн нийт эрдэм шинжилгээний зардал: 50,000.0 мянган төгрөг

Үүнээс: Гэрээт ажилтнуудын ажлын хөлс: мянган төгрөг

Томилолтын зардал: 4,500.0 мянган төгрөг

Эрдэм шинжилгээний зардал: 45,000.0 мянган төгрөг

Хяналтын зардал: 500.0 мянган төгрөг

/Эрдэм шинжилгээний зардлыг нэмэлт маягтаар бөглөж хавсаргана/

Огноо	Санхүүгийн задаргаа /мян.төг/				Нийт дүн /мян.төг/
	Гэрээт ажилтнуудын хөлс	Эрдэм шинжилгээний зардал	Томилолт	Хяналтын зардал /1%/	
2019	-	-	-	-	-
2020	-	19,800.0		200.0	20,000.0
2021	-	12,350.0	2,500.0	150.0	15,000.0
2022	-	12,850.0	2,000.0	150.0	15,000.0
Дүн	-	<b>45,000.0</b>	<b>4,500.0</b>	<b>500.0</b>	<b>50,000.0</b>

### Эрдэм шинжилгээний зардлын задаргааны маягт

№	Эрдэм шинжилгээний зардлын задаргаа	Төлөвлөлт, мян. төг	Гүйцэтгэл, мян. төг (2020 он)	Гүйцэтгэл, мян. төг (2021 он)	Гүйцэтгэл, мян. төг (2022 он)
1	Гэрээт ажилтнуудын ажлын хөлс				
2	Гаднын байгууллагаар хийж гүйцэтгүүлсэн ажил, үйлчилгээний зардал	500.0			500.0
3	Мэдээлэл худалдан авах зардал	1,000.0	1,000.0		
4	Эрдэм шинжилгээний хурал, семинар үзэсгэлэн зохин байгуулах зардал /эмхэтгэл хэвлүүлэх, хурлын залны түрээс, бичиг, хэргийн зардал гэх мэт/	3,500.0		2,000.0	1,500.0
5	Гадаадын эрдэмтэн судлаачдыг Монголд байх хугацааны үйлчилгээний зардал				
6	Орчуулгын зардал	500.0		500.0	
7	Ном бүтээлийн хэвлэлийн эх бэлтгэл				
8	Судалгааны ажлын тайлан бичихтэй холбогдсон зардал /бичиг хэрэг, хэвлүүлэх, редакци, гэх мэт/	500.0		500.0	
9	Социологийн болон хээрийн судалгааны зардал	19,000.0	9,160.5	6,250.0	7,350.0

10	Дээж авчрах, шинжлүүлэх зардал	1,000.0			1,000.0
11	Урвалж бодис худалдан авах зардал				
12	Туршилтын мал амьтан худалдан авах, устгаж аюулгүй болгох зардал				
13	Патентын төлбөр /тухайн судалгааны ажилтай холбогдох/				
14	Сэлбэг хэрэгсэл, лабораторийн хэрэгсэл худалдан авах зардал	6,500.0	1,641.5	1,100.0	
15	Ургамлын үр сорт худалдан авах зардал				
16	Микро организм, өсгөвөр худалдан авах зардал				
17	Гадаад, дотоодын томилолтын зардал	4,500.0			4,500.0
18	Судалгааны тоног төхөөрөмжийн хэмжилт, суурилуулалт, засвар үйлчилгээний зардал	2,000.0		2,000.0	
19	Компьютерийн программ хангамж зохиох, худалдан авах, засвар үйлчилгээ хийлгэх зардал	8,000.0	7,998.0		
20	Олон улсын хурлын төлбөр /тухайн судалгааны ажилтай холбогдох/				
21	Хөдөлмөр хамгааллын зардал	2,500.0		2,500.0	
22	Гишүүнчлэлийн төлбөр /Их сургууль, хүрээлэн, төвүүдийн лаборатори, судалгаа туршилтын бааз, багаж, тоног төхөөрөмжийг ашигласны шимтгэл/				
23	Төслийн явц, үр дүнд хяналт шинжилгээ хийх зардал /1%/	500.0	200.0	150.0	150.0
24	Туршилтын цех, үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийг худалдан авах зардал /төрийн өмчийн хорооны шийдвэр/				
	<b>Дүн</b>	<b>50,000.0</b>	<b>20,000.0</b>	<b>15,000.0</b>	<b>15,000.0</b>

### III. ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ҮР ДҮНГЭЭР ХЭВЛЭГДСЭН БОЛОН ХЭВЛЭЛТЭНД ШИЛЖҮҮЛСЭН ӨГҮҮЛЛҮҮД

1. Liu Z, Wang C, Yang X, Liu G, Cui Q, **Indree T**, Ye X, Huang Z. **2023**. The Relationship and Influencing Factors between Endangered Plant *Tetraena mongolica* and Soil Microorganisms in West Ordos Desert Ecosystem, Northern China. *Plants*. 12(5):1048. <https://doi.org/10.3390/plants12051048>
2. Congwen Wang, Wanying Yu, Linna Ma, Xuehua Ye, **Enkhmaa Erdenebileg**, Renzhong Wang, Zhenying Huang, **Tuvshintogtokh Indree**, Guofang Liu. **2023**. Biotic and abiotic drivers of ecosystem multifunctionality: evidence from the semi-arid grasslands. *Science of the Total Environment*. **Submitted. Manuscript number: STOTEN-D-23-05570**
3. Congwen Wang, Xu Pan, Wanying Yu, Xuehua Ye, **Enkhmaa Erdenebileg**, Chengjie Wang, Linna Ma, Renzhong Wang, Zhenying Huang, **Tuvshintogtokh Indree**, Guofang Liu. **2023**. Aridity and decreasing soil heterogeneity reduce microbial network complexity across the semi-arid grasslands of northern China. *Ecological Indicators*. **Submitted. Manuscript number: ECOLIND-26982**
4. Xuehua Ye, Guofang Liu, **Tuvshintogtokh Indree**, Ming Dong, **Enkhmaa Erdenebileg**, **Tumenjargal Tsogtsaihan**, Xuejun Yang, **Batzorig Tugsbayar**, Zhenying Huang. **2023**. Relationship between plant species richness and spatiotemporal stability of community structure and function across and in three contrasting steppes, Mongolia. *Ecological Indicators*. **In Submitting**