



Таримал өсвөр нарсан (*pinus sylvestris* L.) ойн амьдралт, өсөлтөнд уур амьсгалын үзүүлэх нөлөө

Г.Батсайхан¹, П.Баттулга¹, Ж.Бат-Эрдэнэ², С.Гэрэлбаатар³, Ж.Цогтбаатар^{1*}

¹-Газарзүй-геоэкологийн хүрээлэн, ШУА, Улаанбаатар, Монгол Улс

²-Агроэкологийн сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

³-Хэрэглээний шинжлэх ухаан, инженерчлэлийн сургууль, МУИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

*Холбоо барих хаяг: tsogtbaatar_jamsran@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Тус судалгааг Сэлэнгэ аймгийн Алтанбулаг, Шаамар сумын нутагт ойжуулалтаар тарьж ургуулсан таримал нарсан ойд гүйцэтгэв. Судалгааны ажлын зорилго нь таримал ойн моддын амьдралт, өсөлтөнд уур амьсгалын үзүүлэх нөлөөг судлахад оршино. Судалгаанд 2003-2007 онуудад ойжуулсан таримал ойн мониторинг судалгааг 2003 -2017 онуудад жил бүр тасралтгүй гүйцэтгэлээ. Ойжуулсан талбай бүрд 50 x 20 м (1000 м²) хэмжээтэй дээж талбайг байгуулан, түүнд таримал модны эрүүл байдал, ишний өндөр, диаметрийн өсөлт болон титмийн өндрийг хэмжив. Ишний шинжилгээний дээжид модны өндрийн болон диаметрийн өсөлтийн хэмжилтийг хийсэн ба уур амьсгалын үзүүлэлтэд судалгааны талбайд хамгийн ойр (10 км) орших Сэлэнгэ аймгийн цаг уурын ажиглалтын “Сүхбаатар” станцын 2003-2017 оны хугацаанд дахь цаг уурын мэдээг ашиглав. Хэмжилтийн статистик үзүүлэлтүүдийг боловсруулахад нэг хүчин зүйлт вариансийн шинжилгээ (ANOVA), модны өндөр, диаметрийн өсөлтийн явц болон уур амьсгалын үзүүлэлтүүд хоорондын хамаарлыг Персоны корреляцын коэффициентээр илэрхийлэв. Судалгааны үр дүнгээс үзвэл, ялгаатай цаг хугацаанд ойжуулсан талбайн моддын амьдралт статистикийн хувьд ялгаатай ($F=28.4$, $p<0.001$), ялангуяа 5-р сарын хэт хуурайшилттай өдрийн үргэлжлэх хугацаа ($r=-0.76$), ургамал ургалтын хугацааны агаарын температур, хур тунадасны нийлбэр (5-р сар $r=0.71$, 6- сар $r=0.41$, 7- сар $r=0.46$) - тэй хүчтэй, эерэг хамааралтай байна. Ойжуулалтанд шилжүүлсний дараах тарьцын хоёр болон гурав дахь жилийн нийлбэр өндрийн өсөлт, жилийн дундаж агаарын температур ($r=0.47$), диаметрийн өсөлт нь жилийн нийлбэр хур тунадастай ($r=0.72$) эерэг, хүчтэй хамааралтай байна.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Ойжуулалт, өндөр, диаметр, цаг уур, хамаарал

ОРШИЛ

Таримал ойг ургуулах нь доройтсон ойг нөхөн сэргээх [1], хөрсийг элэгдэл, эвдрэлээс хамгаалах, нүүрстөрөгчийг шингээх [2], хадгалах [3], ургамлын зүйлийн олон янз байдлыг нэмэгдүүлэх [4], хөрсийг элэгдэл, эвдрэлээс хамгаалах [5] зэргээр ойн экосистемийн үйлчилгээг нэмэгдүүлэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Таримал ой үүсэн бүрэлдэхэд ялангуяа ойжуулалт хийсний

дараах эхний жилүүдэд таримал ойн амьдралт буурах, мал амьтны нөлөөнд нэрвэгдэх, өсөлт удаан явагдах зэрэг ихээхэн бэрхшээл тулгардаг. Ойжуулалтын ажлын үр дүн ойжуулалтын арга технологи [6], тарьц суулгацын чанар [7,8], тарилт хийх хугацаа [9], мал амьтан [10] болон цаг уур [11,12] зэрэг олон хүчин зүйлсээс хамаардаг болохын эрдэмтдийн судалгаа нотлон харуулдаг.

Монгол орны ой нь Сибирийн их тайгын өмнөд төгсгөл, Төв Азийн хуурай хээрийн заагийн дагууд тархан ургах бөгөөд эх газрын эрс тэс уур амьсгалын нөлөөн доор орших эмзэг тогтоцтой экосистем юм [9]. Статистик мэдээллээр, сүүлийн зуун жилийн хугацаанд Монгол орны ойн сангийн талбайн 40 гаруй хувь нь хүний буруутай үйл ажиллагааны нөлөөнд өртжээ [13]. Монгол улсад ойжуулалтын ажил 1971 оноос эхэлсэн бөгөөд ойжуулалтын ажлын үр дүн бүс нутаг бүрт харилцан адилгүй байна. Манай оронд мод үржүүлгийн газарт үрээр тарьж ургуулсан ил үндэсний системтэй шинэс (*Larix sibirica* L.), Эгэл нарсны (*Pinus sylvestris* L.) 2 -3 настай тарьцыг хавар V сарын эхний хагаст шилжүүлэн суулгах замаар ойжуулалтыг хийсээр ирлээ. Монгол

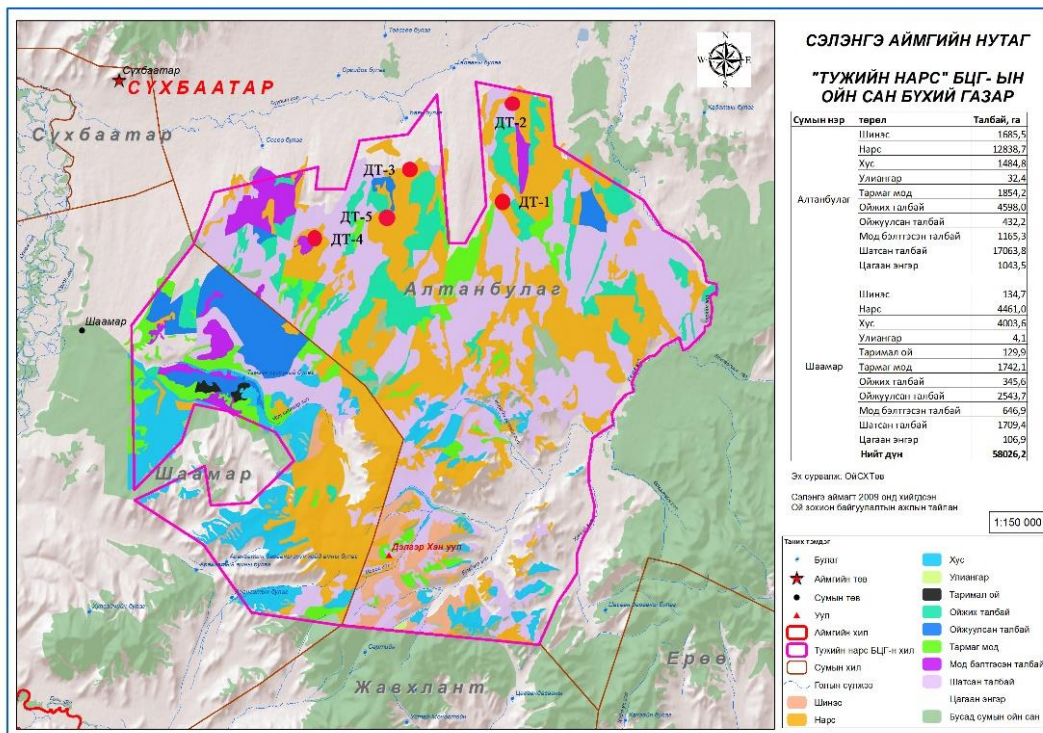
орны байгалийн нарс, шинэсэн ойн өсөлт [14,15,16], нөхөн сэргэх чадварт [17,18,19,20,21] цаг уурын хүчин зүйлс хамгийн хүчтэй нөлөө үзүүлдгийг эрдэмтдийн судалгаа харуулж байна. Таримал ойн амьдралт, моддын өсөлт хөгжилтөнд үзүүлэх хүчин зүйлийн судалгаа байгаль цаг уурын ялгаатай бүс нутгуудад хийгдсээр ирсэн бөгөөд манай орны уур амьсгал, байгаль цаг уурын нөхцөлд энэ чиглэлийн судалгаа хийгдээгүй байна. Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь (1) ойжуулалтанд шилжүүлэн тарьсан таримал моддын амьдралт, өсөлтийн явцыг үнэлэх (2) таримал ойн амьдралт, өсөлтөнд цаг уурын хүчин зүйлийн үзүүлэх нөлөөг судлахад оршино.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Судалгаа явуулсан газар

Судалгааг Сэлэнгэ аймгийн Тужийн нарсны Байгалийн Цогцолборт газарт 2003-2007 онуудад ойжуулсан таримал нарсан ойд хийж гүйцэтгэв. Тужийн нарсанд 1973 оноос эхлэн

өнөөг хүртэлх хугацаанд 21000 га талбайг нөхөн сэргээсэн бөгөөд Монгол орны ойжуулалт, нөхөн сэргээлтийн ажил, түүний үр дүн, тулгарч буй бэрхшээлийг судлах нэн тохиромжтой бүс нутаг юм.



1-р зураг. Судалгааг гүйцэтгэсэн дээж талбайн байршил

Судалгаанд хамрагдсан нутаг нь хахир мужид багтах [22] ба агаарын дундаж хүйтэн өвөл, чийглэгдүү хүйтэвтэр зунтай температур 0.4 °C, жилд унах хур тунадас

275.7 мм бөгөөд түүний ихэнх нь зуны улиралд унадаг. Тужийн нарсанд бүхэлдээ элсэн хурдсан дээр үүссэн ойн-ширэгт

элсэнцэр хөрс тархана. [23]. Судалгааны дээж талбайн мэдээллийг Хүснэгт 1-д нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Судалгааны дээж талбайн мэдээлэл					
Үзүүлэлт	ДТ-1	ДТ-2	ДТ-3	ДТ-4	ДТ-5
Газрын нэр	Баянбулаг	Мойлт гуу	Баянбулаг	Талын нуруу	Согоо булаг
Хөрс	Элсэнцэр	Элсэнцэр	Элсэнцэр	Элсэнцэр	Элсэнцэр
Ойжуулсан он	2003, хавар	2004, хавар	2005, хавар	2006, хавар	2007, хавар
Солбицол	N50°11'27.2"	N50°10'10.1"	N50°11'24.6"	N50°12'16.2"	N50°09'42.2"
	E106°26'30.8"	E106°24'52.5"	E106°26'41.6"	E106°32'47.9"	E106°32'20.1"
Өндөршил, м	720	705	698	694	703
Нөөц, м ³	22.6	18.8	10.9	6.6	5.3
Шигүүрэл шир/га	1950	2720	2210	1720	1640
Диаметр (см)	7.3 ±0.1	6.1±0.1	5.3 ±0.1	5.1 ±0.1	5 ±0.1
Дундаж өндөр (м)	5 ±0.04	4.2±0.03	3.6±0.04	3.3±0.02	3.1±0.05

Хээрийн болон лабораторийн хэмжилтийн аргазүй

Судалгааны дээж талбайг 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 онуудад тус тус ойжуулсан таримал ойд 50 х 20 м (1000 м²) хэмжээтэй талбай байгуулан тусгаарлав. Дээж талбай дахь бүх таримал модыг амьд, үхсэн гэж ангилан тоолж, модны диаметрийг электрон хэмжигч ацаар, нийт өндөр болон сүүлийн жилийн өндрийн өсөлтийг өндөр хэмжигч рейк (Fiberglass telescoping Measuring Rods)-ээр тус тус хэмжив. Хэмжилтийг 2003-2017 оныг дуустал хугацаанд жил бүр ургамал ургалтын хугацааны төгсгөлд давтан хийж гүйцэтгэв. Дундаж үзүүлэлт бүхий модноос ишний шинжилгээний дээж авч, лабораторийн нөхцөлд диаметрийн өсөлтийг “Lintab 6” багажаар хэмжин, үр дүнг дендрохронологийн арга зүйн дагуу боловсруулав.

Статистик боловсруулалт

Судалгааны талбай дахь таримал нарс моддын амьдралт, өндөр, диаметрийн

өсөлтийн ялгааг нэг хүчин зүйлт вариансийн шинжилгээгээр тодорхойлов (One Way ANOVA). Ишний шинжилгээний хэрчим дээж (D₀)-ийн хэмжилтийн дүнг боловсруулахад “TsapWin-4.64” статистик программыг ашиглав. Таримал нарсан ойн насыг ёзоорын дээж хэрчим (D₀) дээрх жилийн цагиргийн тоогоор тодорхойлсон ба амьдралтын хувийг дээж талбай дахь амьд модны тоог анх таригдсан нийт модны тоонд харьцуулан хувиар илэрхийлэв. Ойн дундаж диаметрийг дундаж хөндлөн огтлолын аргаар тодорхойлсон бол ойн дундаж өндрийг модны өндөр ба цээжний өндөр дэх диаметрийн хамаарлыг харуулах өндрийн муруйн аргаар тус тус тодорхойллоо. Түүнчлэн, таримал моддын өндөр, диаметрийн өсөлт болон жилийн болон ургамал ургалтын хугацааны цаг уурын үзүүлэлтүүдийн хоорондын хамаарлыг Персоны корреляцын коэффициент [24]-ээр илэрхийлэв. Агаарын харьцангуй чийг < 30% өдрийг хэт хуурай өдөрт тооцов.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Уур амьсгал ба таримал ойн амьдралт

Судалгаанд хамрагдсан харилцан адилгүй онуудад ойжуулсан таримал ойн амьдралт статистикийн хувьд ялгаатай ($p < 0.001$, $F = 28.4$) байна (Хүснэгт 2). Мониторинг судалгааны дээж талбай бүрт хийгдсэн таримал ойн амьдралтын хувийн харьцуулалтаас үзвэл, ойжуулалт хийсэн эхний жилд тарьцын хорогдол хамгийн өндөр

байх ба 2 дахь жилээс эхлэн амьдралт харьцангуй тогтворжиж байна. Судалгааны үр дүнгээс харвал, 2003 (ДТ-1), 2004 (ДТ-2) онуудад таримал ойн амьдралт харьцангуй өндөр байсан бол 2006 (ДТ-4) онд ойжуулсан таримал ойн амьдралт хамгийн доогуур (66.7 %) байна. Таримал нарсан ойн амьдралтын давтан хэмжилтийн (2003-2017 онд) үр дүнг Хүснэгт 2-г нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 2

Таримал нарсан ойн амьдралтын хувь ба түүний өөрчлөгдөл

Дээж талбай	Хэмжилт хийсэн хугацаа (жил)														
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ДТ-1	97.9	97.6	97.6	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
ДТ-2		92.6	92.4	92.3	92.3	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	91.1	91.0	91.0	91.0	91.0
ДТ-3			78.5	78.2	78.2	78.2	78.1	78	77.6	76.6	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8
ДТ-4				66.7	66.5	61.5	61.4	61.4	61.4	58.3	55.4	53.7	53.7	53.7	53.4
ДТ-5					76.2	76.2	76.0	75.9	75.7	75.7	75.6	75.5	74.5	74.5	74.5

Таримал ойн амьдралт, өсөлтийн мониторинг судалгаа хийгдсэн хугацаанд унасан хур тунадас маш их ялгаатай ($p < 0.001$, $F = 4.8$) төдийгүй агаарын температурын хувьд ялгаатай ($p = 0.007$, $F = 9.5$) байжээ. Судалгааны үр дүнгээр таримал ойн амьдралтанд V ($r = 0.71$), VI ($r = 0.41$), VII ($r = 0.46$) саруудад унах хур тунадасны хэмжээ, агаарын температур эерэг нөлөө үзүүлэх бөгөөд ургамал ургалтын хугацааны хэт хуурай өдрийн тоо ба таримал ойн амьдралтын хооронд хүчтэй корреляци хамаарал оршиж байна. Ялангуяа V ($r = -0.76$), VI ($r = -0.69$) сард тохиох хэт хуурай өдрийн тоо таримал ойд хүчтэй хөнөөл учруулах ба V болон VI сард унах хур тунадасны хэмжээ, түүнтэй уялдан бий болох хэт хуурайшилттай өдрийн үргэлжлэх хугацаа таримал ойн амьдралтыг үндсэнд нь тодорхойлогч хүчин зүйл болж байна.

Таримал өсвөр нарсан ойн моддын өсөлтөнд цаг уурын үзүүлэх нөлөө

Ойжуулалтанд шилжүүлэн тарьсан тарьцын өсөлт хөгжилтийн бүхий л үе шатанд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн үзүүлэх нөлөө онцгой байр суурийг эзэлдэг. Ойжуулалт хийсэн эхний жилд тарьцын өндөр (4.8 ± 1.2 аас 7.5 ± 1.6 см), диаметрийн өсөлт (0.34 ± 0.18 аас 0.91 ± 0.21 мм) хамгийн удаан явагдах ба цаашид өсөлт улам эрчимжих зүй тогтолтой байна. Ойжуулалт хийсний дараах 2 болон 3 дах жилийн өсөлтийг жилийн болон ургамал ургалтын хугацаа (УУХ)-ны хур тунадас, агаарын температур, агаарын харьцангуй чийг (АХЧ), хэт хуурай өдрийн тоо (ХХӨТ) болон хуурайшилтын индекс тэй (ХИ) харьцуулан тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг нэгтгэн үзүүлэв (хүснэгт 3).

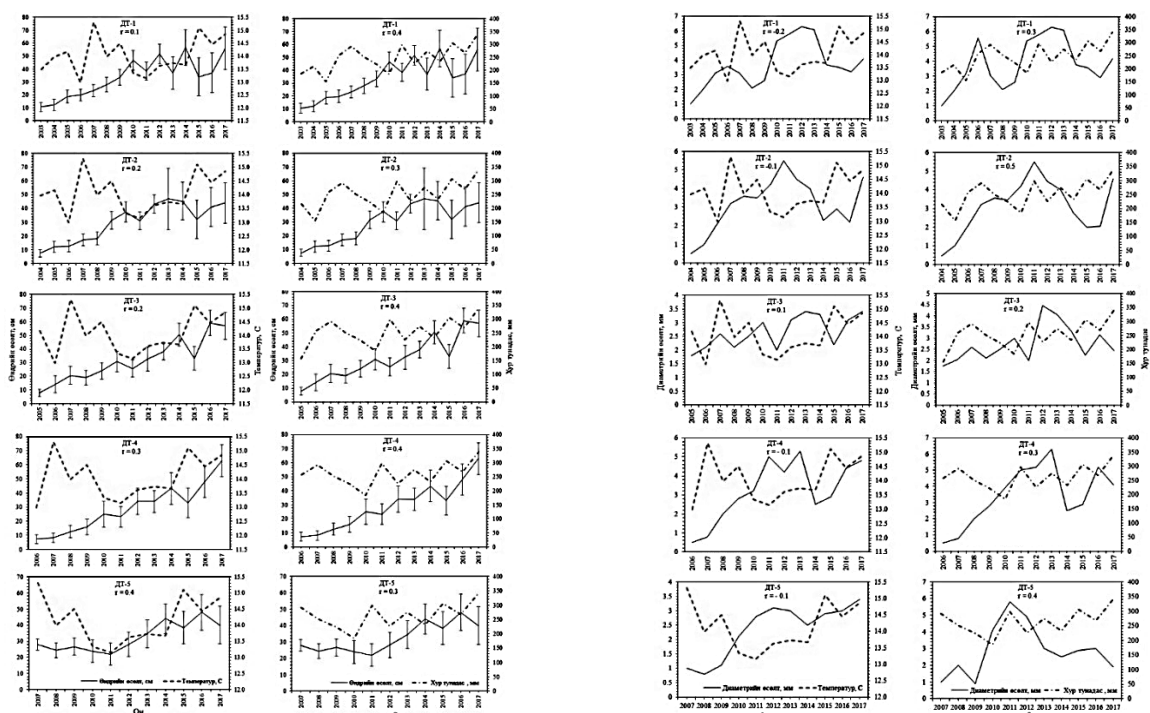
Хүснэгт 3

Ойжуулсаны дараах 2 болон 3 дах жилийн өсөлт ба цаг уурын үзүүлэлтүүдийн харилцан хамаарал /Персоны корреляц/

	Хур тунадас, мм (жилийн)	Хур тунадас, мм (УУХ)	Агаарын температур °C (жилийн)	Агаарын температур °C (УУХ)	АХЧ (жилийн)	АХЧ (УУХ)	XXӨТ (жилийн)	XXӨТ (УУХ)	ХИ (Торнгвайгаар)
Өндрийн өсөлт	0.28	0.13	0.47*	0.11	0.24	0.27	- 0.21	- 0.17	- 0.4
Диаметрийн өсөлт	0.72*	0.59	0.64	0.10	0.60	0.73*	- 0.25	- 0.26	- 0.4

Судалгааны үр дүнгээс таримал моддын диаметрийн өсөлт жилд болон УУХ-нд унах агаарын тунадас ($r=0.72$), жилийн дундаж температур ($r=0.64$), УУХ-ны АХЧ-ээс ($r=0.73$) хүчтэй эерэг хамааралтай болохыг харж болно. Таримал модны өндрийн өсөлт эрчимтэй явагдах бөгөөд тэрээр агаарын жилийн дундаж температураас хамааралтай ($r=0.47$) байна. Судалгааны дээж талбай тус бүрээс сонгон авсан загвар модонд өсөлтийн шинжилгээ хийн, тухайн модны жил бүрийн өсөлтийг тухайн жилийн агаарын дундаж температур болон хур тунадасны нийлбэртэй давхцуулан хамаарлыг зургаар үзүүлэв (Зураг

2). Таримал ойн өсөлтийн зүй тогтлоос харвал, таримал ойн моддын диаметрийн өсөлт өндрийн өсөлттэй харьцуулбал цаг уурын үзүүлэлтэд илүү мэдрэг бөгөөд таримал ойн нас нэмэгдэх тутам хамаарал буурах хандлага илэрч байна (Зураг 2, Хүснэгт 3). Тэрээр агаарын температураас сөрөг, сул ($r=-0.1$ ээс $r=-0.2$) хамаарах ба хур тунадаснаас эерэг сул ($r=0.2$ –оос $r=0.5$) хамаарч байна. Энэ нь таримал ойн моддын орчиндоо сайтар дасан зохицох, түүний үндэсний системийн хөгжил эрчимжиж буйг гэрчилнэ.



а б

2-р зураг. Таримал нарс моддын а) өндрийн өсөлт б) диаметрийн өсөлт болон цаг уурын үзүүлэлт хоорондын хамаарал. Егoгг bar-т стандарт хазайлтыг харуулав

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Таримал ойн амьдралт, өсөлт Монгол орны уур амьсгалын эрс тэс байдал, цаг уурын хүчин зүйлсээс ихээхэн хамааралтай болохыг энэхүү судалгааны үр дүн илтгэн харуулж байна. Судалгаанд хамрагдсан нутгийн хур тунадасны горим, агаарын температур ургамал ургалтын хугацааны туршид маш их хэлбэлзэлтэй. Судлаач нарын [25] дүгнэлтээр ойжуулалтанд шилжүүлэн тарьсан тарьц нь тарилтын дараагаар түүний үндэсний систем хэлбэржих, улмаар оройн нахианы өсөлтийг дэмжих хүртэл тодорхой хугацаа шаардагддагийг тодорхойлжээ. Иймд тарилтын дараах эхний саруудын цаг уурын нөхцөл таримал ойн амьдралтыг үндсэнд нь тодорхойлдгийг судалгааны үр дүн нотолж байна. Монгол орны таримал ойд тарилт хийсэн жил, түүний дараах жилд тарьцын хорогдол хамгийн ихээр явагдан, 4 жилээс үндсэндээ зогсдогийг судлаач [26] тэмдэглэжээ. Судлаачдын [5] өгүүлснээр, мод бэлтгэл явуулсан ойн талбайг нөхөн сэргээх замаар бий болгосон таримал ойн амьдралт, цаашдын өсөлт өмнө нь ойгүй байсан газрыг ойжуулахаас илүү үр дүнтэй. Бидний

судалгаа түймэрт шатсаны дараагаар мод бэлтгэсэн Эгэл нарсан ойг талбай нөхөн сэргээх зорилгоор бий болгосон таримал ойд хийгдсэн бөгөөд тухайн эх ой ургаж буй орчноос түүж бэлтгэсэн нарсны үрийг мод үржүүлгийн газарт ургуулан, 2 настай тарьцаар ойжуулсан нь ойжуулалтын ажил үр дүнтэй болох, улмаар таримал ойн амьдралт хангалттай сайн, эрчимтэй өсөлт бүхий таримал ой бүрэлдэх нөхцлийг бүрдүүлдэг болохыг нотлон харуулж байна. Мөн таримал ой үүсэн бүрэлдэхэд таримал моддын өсөлт болон ус чийгийн хүрэлцээ хооронд бодитой хамаарал орших [27,28] бөгөөд хуурайшилтын стресс [7] нь өсөлтийг хязгаарлах хамгийн хүчтэй сөрөг хүчин зүйл болдог. Судлаач [11] нар уур амьсгалын дулаарал нь Эгэл нарсан ойн амьдралт, өсөлтөнд хүчтэй сөрөг нөлөө үзүүлэх хандлагатайг дурдсан ба бидний судалгаагаар хур тунадасны хомстлоос үүдэлтэй хэт хуурай өдрийн тоо тарьц суулгацын амьдралыг эрс бууруулж буйгаар нотлогдож байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Таримал моддын амьдралт ургамал ургалтын хугацааны агаарын температур, хур тунадасны нийлбэр (5-р сар $r=0.71$, 6-сар $r=0.41$, 7- сар $r=0.46$) - тэй хүчтэй, эерэг, харин 5-р сарын хэт хуурайшилттай өдрийн үргэлжлэх хугацаатай сөрөг, хүчтэй ($r=-0.76$), хамааралтай байна.
2. Ойжуулалтанд шилжүүлсний дараах тарьцын хоёр болон гурав дахь жилийн нийлбэр өндрийн өсөлт, жилийн дундаж агаарын температур ($r=0.47$) болон диаметрийн өсөлт жилийн нийлбэр хур тунадас ($r=0.72$) хооронд эерэг, хүчтэй хамааралтай байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг гүйцэтгэх боломж, удирдлагаар хангасан Монголын Ойн Чуулганы тэргүүн, доктор (Ph.D) Ж.Цогтбаатар, судалгааг газар дээр нь

гүйцэтгэхэд үнэлж баршгүй дэмжлэг үзүүлсэн ТНБЦГ-ын С.Бямбаа даргатай хамт олонд талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] FAO. 2010. Forests and Climate Change in the Asia-Pacific Region. Forest and Climate Change Working Paper 7, 126 pp.
- [2] Kongsager R, Napier J, Mertz O. 2013. The carbon sequestration potential of tree crop plantations. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18: 1197-1213.
- [3] Chen Y, Liu Z, Rao X, et al. 2015. Carbon storage and allocation pattern in plant biomass among different forest plantation stands in Guangdong, China. *Forests*, 6: 794-808.
- [4] Eycott AE, Watkinson AR, Dolman PM. 2006. Ecological patterns of plant diversity in a plantation forest managed by clearfelling. *Journal of Applied Ecology*. 43(6): 1160-1171.
- [5] Lawson SS, Michler CH. 2014. Afforestation and regeneration – Not all trees are created equal. *Journal of Forestry Research*, 25(1): 3-20.
- [6] Cheryl Talbert and David Marshall. 2005. Plantation Productivity in the Douglas-Fire Region Under Intensive Silvicultural Practices: Results from Research and Operations. *Journal of Forest*.
- [7] Dulamsuren Ch, Hauk M, Leuschner C (2013) Seedling emergence and establishment of *Pinus sylvestris* in the Mongolian forest-steppe ecotone. *Plant Ecology* 214 (1): 139-152. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-012-0152-z>
- [8] Steven C. Grossnickle and Joanne E. MacDonald. 2018. Seedling quality: History, Application, and Plant Attributes. *Journal of Forests*. <https://doi.org/10.3390/f9050283>
- [9] Mühlenberg M, Batkhishig T, Dashzeveg Ts, Drößler L, Neusel B, Tsogtbaatar J (2006) Lessons From Tree Planting Initiatives in Mongolia. *Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department*. Washington, D.C.: World Bank, 38 p. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/143891468059947579/pdf/377950MOG01e>
- ssling0P09260901PUBLIC1.pdf (accessed on 28 November 2017).
- [10] George R. Staebler, Paul Lauterbach, A.W. Moore. 1954. Effect of Animal Damage on a Young Coniferous Plantation in Southwest Washington. *Journal of Forestry*. <https://doi.org/10.1093>
- [11] Reich PB, Oleksyn J (2008) Climate warming will reduce growth and survival of Scots pine except in the far north. *Ecology letters* 11(6): 588-597. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01172.x>
- [12] Battles JJ, Robards T, Das A, et al. 2008. Climate change impact on forest growth and tree mortality: a data-driven modeling study in the mixed conifer forest of the Sierra Nevada, California. *Climatic change*, 87(1): 193-213.
- [13] Tsogtbaatar J. 2004. Deforestation and reforestation needs in Mongolia. *Forest Ecology and Management*, 201(1): 57-63.
- [14] Цогтбаатар Ж., Баттулга П. (2006). Монгол орны зарим бүс нутаг дах ган хуурайшилт ба шинэсэн ойн өсөлт. “Уур амьсгалын өөрчлөлт ба Монгол орны ой” үндэсний бага хурлын эмхэтгэл, МУИС, УБ, х. 92-94.
- [15] Battulga .P, Tsogtbaatar .J, Dulamsuren .Ch, Hauk .M. (2013). Equations for estimating the above-ground biomass of *Larix sibirica* in the forest-steppe of Mongolia. *Journal of Forestry Research* 24: 431-437.
- [16] Khansaritoreh, Elmira; Dulamsuren, Choima; Klinge, Michael; urbaatar; Bat-Enerel, Banzragch; Batsaikhan, Ganbaatar; Khenlenchimeg; Sain-Dondov, Davaadorj; Yeruult, Yolk; Tsogtbaatar, Jamsran; Tuya, Daramragchaa; Leuschner, C; Hauck, Markus. 2017. Higher climate warming sensitivity of Siberian larch in small than large forest islands in the fragmented Mongolian forest steppe. *Journal Global Change Biology Bioenergy*. DOI: 10.1111/gcb.13750. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13750/full>

- [17] Бат-Эрдэнэ Ж. (2000). Тайгархаг ойн мод бэлтгэсэн, түймэрт шатсан талбайг ойжуулах нь. (Эг, Хантай, Сэлэнгийн хошууны ой-ургамалжилтын жишээгээр) ХААН-н ухаанаар Ph.D горилсон бүтээл. УБ, 137 х.
- [18] Дугаржав Ч., (2006). Монгол орны шинэсэн ой. Бемби сан хэвлэлийн газар, УБ, 318 х.
- [19] Цогт З., Данилин И.М. (2012). Монгол орны залуу шинэсэн ой үүсэн бүрэлдэх явц ба өсөлтийн зарим онцлог. Шинжлэх Ухааны Академийн Мэдээ. №03 (203). х. 50-63.
- [20] Mookhor Khishigjargal, Choimaa Dulamsuren, Hanns Hubert Leuschner, Christop Leuschner. Climate effects on inter- and intra – annual larch stemwood anomalies in the Mongolian forest-steppe. Journal of Acta Oecologica. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.12.003>
- [21] Gerelbaatar S., Baatarbileg N., Batsaikhan G. (2015). Density and growth performance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) understory saplings in logged forests of Tujiin Nars National Park in the Western Khentii Mountains, Case study from Northern Mongolia. Global Advanced Research Journal of Agricultural Science (ISSN: 2315-5094) Vol. 4(1) pp. 017-025, January, Available online <http://garj.org/garjas/index.htm> Copyright © 2015 Global Advanced Research Journals.
- [22] Доржготов Д. 2009. Монгол улсын үндэсний атлас. Шинжлэх ухааны академийн газарзүй-геоэкологийн хүрээлэн. УБ. х. 110.
- [23] JICA. (1998). The forest resources management study in Selenge province. Final report. 116 pp.
- [24] Edwards A L. 1976. "The Correlation Coefficient." Ch.4 in An introduction to Linear regression and Correlation. San Francisco, CA: W. H. Freeman, pp. 33-46.
- [25] Brunner Ivano, Claude Herzog, Melissa A Dawes et al. 2015. How tree roots respond to drought. Frontiers in Plant Science, 6: 1-16.
- [26] Дашзэвэг Ц. (2000), “Ойжуулах талбайн орчин зүйн нөхцөл, ойжуулалтын ажлын үр дүн”, ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл, УБ., X. 41-51
- [27] Babushkina EA, Belokopytova LV (2014) Climatic signal in radial increment of conifers in forest-steppe of southern Siberia and its dependence on local growing conditions. Russ. J. Ecol. 45(5), 325-332.
- [28] Demina AV, Belokopytova LV, Andreev SG, Kostyakova TV, Babushkina EA Radial increment dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) as an indicator of hydrothermal regime of the Western Transbaikalia forest steppe. Contemporary Problems of Ecology 10 (5): 476-487. Available online: <https://link.springer.com/article/10.1134%2F51995425517050031> (accessed on 24 March 2018).

Effect of climate factors on survival and growth of planted trees in scots pine (*pinus sylvestris l.*) plantations

Batsaikhan G.¹, Battulga P.¹, Baterdene J.², Gerelbaatar S.³, Tsogtbaatar J.^{1*}

¹-Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia.

²-School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia.

³-School of Engineering and Applied Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia.

*Corresponding author: tsogtbaatar_jamsran@yahoo.com

ABSTRACT

This study was conducted in planted forests located in the Tujiin Nars National Park territory of Selenge province, Mongolia. We aimed at studying the effect of climate factors on seedling survival and tree growth at the Scots pine plantations. A total of five 50 x 20 m (0.1 ha) sized square sample plots were established at the plantations, planted between 2003 and 2007. All field measurements and data collection were carried out annually in September and October between 2003 and 2017. Annual field measurements of seedlings included: tree health status, diameter at stem basis, total height and annual height increments. We used climate data taken from the closest meteorological station (8-15 km to the north-west), "Sukhbaatar" located in Sukhbaatar Soum of Selenge province. To calculate the statistical analysis of the survival rate and seedling growth, we used the one-way analysis of variance (ANOVA) method to determine statistically significant differences in means among variables between the sites. An F-test and Pearson's correlation coefficient were used to assess the relationships between climate variables and survival and tree growth. Our findings showed a significant difference ($F=28.4$, $p<0.001$) between seedling survival among plantations planted in different years of plantation establishment. The study revealed that there is a strong negative correlation ($r=-0.76$) between seedling survival and number of critical dry days, and contrary, strong positive correlation ($r =0.71$) with the precipitation for May. The increment of planted trees was more sensitive to air temperature ($r = 0.47$), annual rainfall ($r = 0.72$), air relative humidity and number of dry days during the first three years than in subsequent years.

KEY WORDS: Reforestation, height, diameter, relationship, correlation