Mongolian Journal of Botany, 2024, 06 (32): 67-83

Бариулт бүйлэс (*Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim) ургамлын тархацыг Монгол орны хэмжээнд Maxent ашиглан загварчлах нь

Мөнхтөрийн Даваагэрэл*, Индрээгийн Түвшинтогтох, Нямжанцангийн Нямбаяр

Монголын Шинжлэх Ухааны Академи, Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, Улаанбаатар, 13330, Монгол улс

**И-мэйл:* davaagerel_m@mas.ac.mn, https://orcid.org/0000-0002-5924-0258

https://doi.org/10.5564/mjb.v6i32.3821

Хүлээн авсан: 2024.05.31 Хянасан: 2024.10.01 Хэвлэлтэнд: 2024.10.10

Хураангуй: 21-р зууны эцэс гэхэд дэлхийн дундаж температур 3.7°C нэмэгдэнэ. Өвслөг болон сөөг ургамлын төрөл зүйлүүд уур амьсгалын өөрчлөлтөд маш мэдрэмтгий учир тэдгээрийн ургах талбайн хэмжээ хумигдах эсвэл тэлэх, бүр цаашилбал устахад хүрч байна. Бариулт бүйлэс нь Сарнайтан овгийн 2 м хүртэл өндөр ургадаг сөөг бөгөөд Монгол орон болон Хятадын баруун хойд хэсэг, Оросын Сибирьт тархан ургадаг. Энэхүү сөөг нь салхины хамгаалалт, элсний нүүдлийг тогтоох хаалт болдог экологийн чухал үүрэгтэйгээс гадна гоёл чимэглэлийн, хүнсний зэрэг эдийн засгийн ач холбогдолтой ургамал юм. Гэвч сүүлийн үед байгаль цаг уурын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагаа зэргээс Бариулт бүйлэсний тархалт мэдэгдэхүйц буурч байна. Иймээс бид Maxent загварыг ашиглан Бариулт бүйлэс ургамлын Монгол орны хэмжээнд тааламжтай ургах орчинг зураглан загварчилж, ирээдүйн чиг хандлагыг тодорхойлох зорилго тавьж ажиллаа. Бид 2013-2021 онд хийсэн өөрсдийн судалгааны материал болон ургамлын ажиглалтын цэгийг бүртгэдэг сайтаас (https://www.inaturalist.org/) нийт 787 ширхэг Бариулт бүйлэсний тархцын цэгэн мэдээллийг ашигласан. Орчны хүчин зүйлийн 19 хувьсагч дээр боловсруулалт хийж хэтэрхий хүчтэй хамааралтай хувьсагчуудыг хасаж, газрын өндөршил болон хэвгий налууг нэмэн нийт 11 хүчин зүйл дээр загварчлал гаргалаа. Судалгааны үр дүнд Бариулт бүйлэсний тархацад 6-8 сарын зуны улирлын хур тунадас 26.8 хувь, улирлын температурын хазайлт 17.4 хувь, жилийн дундаж температур 15.5 хувь, өндөршил 14 хувь, газрын хэвгий 12.3 хувь, үлдсэн 6 хүчин зүйл нь нийлээд 10 хувийг эзэлж байна. Одоогийн байдлаар Бариулт бүйлэсний ургах тохиромжтой газар Монгол орны нийт газар нутгийн 21 хувийг эзэлж байгаагаас 1.1 хувьд нь хамгийн тохиромжтой (ургах орчин эсвэл газрын нөхцлийг тодруулж оруулах), 1.8 хувьд өндөр тохиромжтой. Харин үлдсэн 79 хувьд нь ургах боломжгүй байна. Уур амьсгалын өөрчлөлт нь Бариулт бүйлэсний ургах таатай газар нутгийн хэмжээг нэмэгдүүлэх чиг хандлагатай байна.

Түлхүүр үг: Maxent загвар, Бариулт бүйлэс, уур амьсгалын өөрчлөлт, тархац

Эшлэл авахдаа: Даваагэрэл М*., Түвшинтогтох И., Нямбаяр Н. 2024. Бариулт бүйлэс (*Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim) ургамлын тархацыг Монгол орны хэмжээнд Maxent ашиглан загварчлах нь. *Монголын ботаникийн сэтгүүл*, 06 (32): 67-83.

Удиртгал

Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй сөрөг нөлөө нь биологийн олон янз байдалд бусад хүчин зүйлүүдтэй харьцуулахад урт хугацаанд үйлчилдэг. Харин хүний үйл ажиллагааны нөлөө богино болоод дунд хугацаанд үйлчилж байна. Үүнд газар ашиглалт болон ургамал бүрхэвчийн өөрчлөлт (мал бэлчээрлэлт, уул уурхай, газар тариалан, дэд бүтэц, ургамал түүж бэлтгэх), хөрс, агаарын бохирдол, харь зүйлийн ургамлыг нутагшуулах зэрэг хамаарна. Газрын бүрхэвч өөрчлөгдөх нь хуурай газрын гадаргуу болоод биосфер ба агаар мандлын харилцан үйлчлэл, биологийн олон янз байдал, биогеохимийн эргэлт, мөн байгалийн нөөцийг тогтвортой ашиглахад шууд нөлөө үзүүлнэ (Lambin & Ehrlich, 1997).

2100 он гэхэд дэлхийн агаарын дундаж температур 1900 онтой харьцуулахад 1.4-5.8 хэмээр нэмэгдэх хандлагатай гэж тооцоолсон (*UNITED Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2008). Бүр тодруулбал 21-р зууны эцэс гэхэд CO_2 (RCP) ялгарлын чиг хандлагаар загварчилж үзэхэд дэлхийн дундаж температур 3.7°C нэмэгдэнэ гэж үзсэн байна (Lee et al., 2020). Өвслөг болон сөөг ургамлын төрөл зүйлүүд уур амьсгалын өөрчлөлтөд маш мэдрэмтгий (Kane et al., 2017) учир тэдгээрийн ургах талбайн хэмжээ хумигдах эсвэл тэлэх, цаашилбал устахад хүрч байна (Parmesan et al., 2000; Bustamante et al., 2006; Grabherr, 2007). Бидний сонгосон Бариулт бүйлэс нь Сарнайтан овгийн 2 м хүртэл өндөр ургадаг сөөг ургамал юм. Монгол орон болон Хятадын баруун хойд хэсэг, Оросын Сибирьт тархан ургадаг (Production & Ecology, 2022). Монгол орны ургамал-газарзүйн мужлалаар Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Ховд, Монгол-Алтай (дорнод), Дундад Халх, Дорнод Монгол, Их нууруудын хотгор, Олон нуурууд, Говь-Алтай, Алтайн өвөр говь (дорнод), Алашаа говийн тойргуудын чулуурхаг, сайрын ёроол, намхан толгод, элсэрхэг газар, болон хад асгатай орчинд ургадаг (Грубов, 2008). Бариулт бүйлэс нь ганд тэсвэртэй, голлосонүндэсний системтэй, ургах орчны нөхцөлд дасан зохицох чадвартай (Yanwu et al., 2020). Энэхүү сөөг нь салхины хамгаалалт, элсний нүүдлийг тогтоох хаалт болдог экологийн чухал үүрэгтэйгээс гадна гоёл чимэглэлийн, хүнсний зэрэг эдийн засгийн ач холбогдолтой ургамал юм (Jing et al., 2013). Гэвч сүүлийн үед байгаль цаг уурын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагаа зэргээс Бариулт бүйлэсний тархалт мэдэгдэхүйц буурч байна (Chu et al., 2017; Ma et al., 2019). Иймд бид Бариулт бүйлэсний талбайн хэмжээг тодорхойлох, уур амьсгалын өөрчлөлтөд хэрхэн хариу үзүүлж буйг тогтоох зорилго тавилаа. Монгол орон уудам дэлгэр нутагтай тул зүйл ургамлын тархцыг илрүүлэх, талбайн хэмжээг тодорхойлох хээрийн судалгаа нь өндөр өртөгтэй бөгөөд цаг хугацаа ч их шаардлагатай байдаг. Иймд зүйлийн тархалтыг судлах, ирээдүйн газарзүйн тархалтыг урьдчилан таамаглахад зүйлийн тархацын цэгэн мэдээлэл болон хүрээлэн буй орчны мэдээлэл дээр тулгуурладаг, хамгийн өргөн хэрэглэгддэг Maxent амьдрах орчны загварчлалыг ашигласан. Хүрээлэн буй орчны мэдээлэл дээр үндэслэн зүйлийн газарзүйн тархалтыг урьдчилан таамаглах нь ургамал бүлгэмдлийн судалгааны үндэс суурийг тавихаас гадна тухайн зүйлийг нутагшуулах, тархалтыг шинэчлэх, хамгаалах, тогтвортой ашиглах арга зүйг

төлөвлөхөд маш чухал юм (Merow and Jr, 2014; Zhang et al., 2020). Хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс нь төрөл зүйлийн газарзүйн тархалтыг тодорхойлох суурь өгөгдөл болох бөгөөд зүйлийн цар хүрээг ихэвчлэн биоцаг уурын (bioclimatic) хүрээгээр тодорхойлдог.

Иймээс бид Maxent загварыг ашиглан Бариулт бүйлэс ургамлын Монгол орны хэмжээнд тааламжтай ургах орчинг зураглан загварчилж, ирээдүйн чиг хандлагыг тодорхойлох зорилготой дараах зорилтуудыг дэвшүүлж байна: (1) Бариулт бүйлэсний тархцад нөлөө үзүүлж буй орчны хүчин зүйлүүдийг тодруулах (2) Бариулт бүйлэсний одоогийн тархалтын талбайг тодорхойлох (3) Ирээдүйн уур амьсгалын өөрчлөлт нь Бариулт бүйлэсний ургах орчинд үзүүлэх нөлөөг таамаглах

Судалгааны материал аргазүй

Монгол орон нь Сибирийн тайгын урд зах, Төв Азийн цөлийн хойд хил болох маш өвөрмөц байгалийн хэв шинжийг агуулдаг орон юм (Bayarsaikhan et al., 2009). Тайгын ойн бүслүүр, өндөр уулын бүслүүр, ойт хээрийн бүслүүр, хуурай хээрийн бүс, цөлийн хээрийн бүс болон цөлийн бүс гэсэн 7 бүс бүслүүрээс тогтдог. Хээрийн бүс бүх нутгийн 27.2 хувь, ойт хээрийн бүс 25.1 хувь, тайгын бүслүүр 4.1 хувь, харин тагийн бүслүүр 3 хувийг эзэлж байна. Монгол орны агаарын жилийн дундаж температур олон жилийн дунджаар авч үзвэл -6°-аас +4°-ын хооронд хэлбэлзэх бөгөөд хойд ууархаг газарт хасах, өмнөд тал хээр, говьд нэмэх байдаг байна. Жилийн хамгийн хүйтэн сар нь Монгол орны аль ч газарт 1-р сард ажиглагдах бөгөөд агаарын дундаж температур хойд хэсэгт -34~-25°C, тал, говь нутагт -25~-15°C харин хамгийн дулаан нь 7-р сард ажиглагдах ба агаарын дундаж температур хойд хэсэгт +15~20°C, тал говь нутагт +20~25°C хооронд хэлбэлзэж тухайн газрын хотгор гүдгэрийн байдлаас ихээхэн шалтгаалдаг байна (Жамбаажамц, 1986). Харин хур тунадас ерөнхийдөө бага унадаг Хангайн нуруу, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсаар 300-400 мм, Монгол Алтай болон ойт хээрийн бүслүүрт 250-300 мм, хээрийн бүсэнд 150-250 мм, говь цөлийн бүсэнд 150-50мм хур тунадас унадаг байна. Монгол орны газрыг гадаргын нэг онцлог шинж бол уул нурууд төв хэсгээрээ цулхийж тогтсон бөгөөд нутгийн баруун хэсэгтээ баруун хойшоо, төв хэсэгт өргөргийн дагуу буюу түүнтэй ойролцоо, зүүн хэсэгтээ зүүн хойшоо чиглэн сунаж тогтсон байдаг.

Бариулт бүйлэс ургамлын тухай:

Морфологи шинж чанар: дэрвэгэр олон салаатай, 25-80 см өндөр ургадаг сөөг. Богиносмол өргөс бүхий саарал улаан хальстай бяцхан мөчрүүд дэрэвгэр байрлалтай. Навчис захаараа хотон бараг үл мэдэгдэх шүдлэг, зууван, урвуу өндгөрхүү-дугуйвтар, сарьслаг нүцгэн. Цэцэг цайвар ягаан суумал навчлахын өмнө дэлгэрдэг. Жимс суумал (Грубов, 2008; Лигаа, 2015)

Ургах орчин: Хээрийн ба цөлийн бүсийн чулуурхаг хажуу, сайрын оёор болон зах, хурдсын овоолго, элсний зах, хад асганд ургадаг.

Хэрэглээ: Эмийн, гоёл чимэглэлийн (Лигаа, 2015)

Тархац /ургамал-газарзүйн тойргоор/: Хэнтий, Хангай, Монгол Дагуур, Ховд, Монгол-Алтай, Дундад Халх, Дорнод Монгол, Их нуур, Олон нуур, Дорнод говь, Говь-Алтай, Алашаа говь (Грубов, 2008; Baasanmunkh et al., 2022).

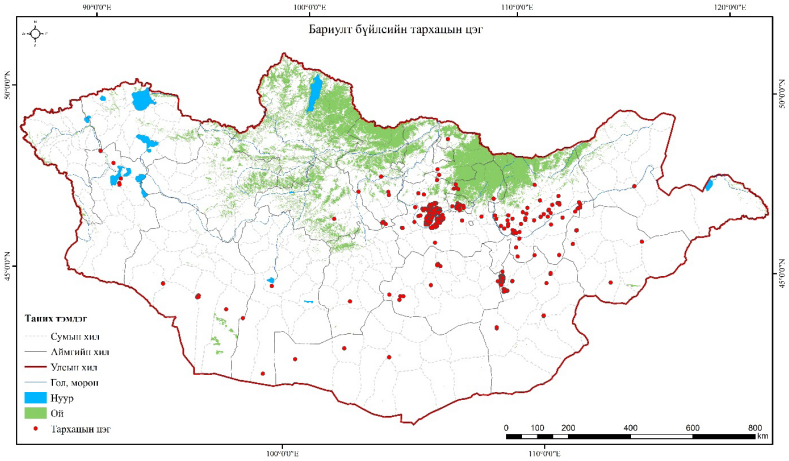
Зураг 1. Бариулт бүйлэс (Зургийг Н.Нямбаяр)

Ашигласан материал:

Бариулт бүйлэсний тархцын цэгэн мэдээллийг хээрийн судалгааны өгөгдөл болон мэдээллийн сан гэсэн 2 эх сурвалжаас цуглуулан нийт 787 тархцын мэдээллийг нэгтгэсэн (Зураг 2). Үүнд:

Хээрийн судалгааны мэдээлэл: 2013 онд Хустайн байгалийн цогцолбор газарт хийсэн ургамлын аймаг, ургамалжлын судалгаа, 2014 онд хийсэн Их Нартын байгалийн нөөц газрын ургамлын аймаг, ургамалжлын судалгаа (Түвшинтогтох нар., 2014), 2020 онд хийсэн Хэнтийн уулын тайга, Монгол Дагуурын уулын ойт хээрийн тойргийн ургамлын тархац, нөөцийг тогтоох судалгаа (Түвшинтогтох нар., 2020) болон 2021 онд хийсэн Нэн ховор, ховор ургамлын талаарх судалгаа (Түвшинтогтох нар., 2021)-ны хүрээнд цуглуулсан тархцын мэдээлэл.

Мэдээллийн сан: Ургамлын ажиглалтын цэгийг бүртгэдэг судлаачдын нэгдсэн https://www.inaturalist.org/ платформаас татаж авсан.



Зураг 1. *Prunus pedunculata (*Pall.) Maxim. Бариулт бүйлэсний цэгэн тархацын мэдээлэл

Орчны хүчин зүйлс:

Агаарын температур, хур тунадас зэрэг уур амьсгалын хүчин зүйлүүд нь төрөл зүйлийн тархцад нөлөөлдөг гол үзүүлэлтүүд юм (Li et al., 2020). Доорх уур амьсгалын 19 хүчин зүйлс, өндөршил болон хэвгийн налуу (цаашид орчны хүчин зүйл) (Хүснэгт 1) зэргийг судлаачид зүйлийн тархцын загварчлалд хамгийн чухал хувьсагчууд гэж үзэн голчлон ашигладаг (Guisan and Zimmermann, 2000; Yang et al., 2013). Одоо үе (1950-2020), ирээдүй (2021-2040, 2041-2060) оны хүрээлэн буй орчны 19 хүчин зүйлс (Bio1-Bio19), болон өндөршлийг WorldClim албан ёсны цахим мэдээллийн сүлжээнээс (https://www.worldclim.org/) татаж авсан. Ирээдүйн загварыг таамаглахын тулд бид хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын хамгийн бага хувилбарыг (RCP2.6) сонгосон. Энэ загварт ашигласан орчны бүх хүчин зүйлс нь 30 секундийн (ойролцоогоор 1 км^2) орон зайн нарийвчлалтай.

Хүснэгт 1. Орчны хүчин зүйлүүд

Д/д	Хүчин зүйлс	нэгж	Уур амьсгалын хүчин зүйлсийн №
1	Жилийн дундаж температур	^{0}C	Bio 1
2	Хамгийн их дундаж температур	^{0}C	Bio 2
3	Изотермизм (bio2/bio7) (× 100)	хувь	Bio 3
4	Улирлын температурын хазайлт (стандарт хазайлт x 100)	^{0}C	Bio 4
5	7 сарын хамгийн их температур	^{0}C	Bio 5
6	1 сарын хамгийн бага температур	^{0}C	Bio 6
7	Жилийн температурын хязгаар (bio5-bio6)	^{0}C	Bio 7
8	Намрын улирлын дундаж температур (9-11 сар)	^{0}C	Bio 8
9	Хаврын улирлын дундаж температур (3-5 сар)	^{0}C	Bio 9
10	Зуны улирлын дундаж температур /6-8 сар/	^{0}C	Bio 10
11	Өвлийн улирлын дундаж температур /12-2 сар/	^{0}C	Bio 11
12	Жилийн нийлбэр хур тунадас	мм	Bio 12
13	8 дугаар сард хур тунадас	мм	Bio 13

14	3 дугаар сард орсон хур тунадас	мм	Bio 14
15	Улирлын хур тунадасны хазайлт (вариацын коэффициент)	хувь	Bio 15
16	Намрын улирлын хур тунадас /9-11 сар/	мм	Bio 16
17	Хаврын улирлын хур тунадас /3-5 сар/	мм	Bio 17
18	Зуны улирлын хур тунадас /6-8 сар/	мм	Bio 18
19	Өвлийн улирлын хур тунадас /12-2 сар/	мм	Bio 19
20	Газрын өндөршил /д.т.д/	м	Elevation
21	Газрын хэвгий	градус	Slope

Тархцын загварчлал:

Maxent нь тархцын хамгийн их энтропийн (орчны хүчин зүйлийн хувьсагч бүр нь тухайн зүйл ургамлын тархацын загварчлалыг урьдчилан таамаглаж, загварт хамгийн их нөлөөтэй эсэхийг тооцоолдог) магадлалыг олж авдаг ба өөрөөр хэлбэл бүх нөхцөлд жигд тархацтай хамгийн ойр байх тархцыг илрүүлдэг, мөн тодорхой байршлын мэдээг цуглуулсан өгөгдөлд зориулсан хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлийн хамаарлыг тооцолдог загварчлалын хамгийн найдвартай, дэвшилтэт программуудын нэг юм (Reese et al., 2005; Phillips et al., 2006). Хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийн параметрийн тохиргоонд Jackknife аргыг ашигласан. Jackknife утга нь хувьсагч бүрийн үүрэг оролцоог гаргаж ирдэг. Үүний тулд загварын гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд 25 хувийг туршилтын, үлдсэн 75 хувийг Maxent загварыг загварчлахад ашигласан бөгөөд энэ нь загварчлалыг илүү найдвартай болгодог байна (Merow et al., 2013).

Загварчлалын нарийвчилсан тест:

Загварын нарийвчлал буюу зөв зурагласан эсэхийг үнэлэхийн тулд хүлээн авагч операторын муруй (Receiver Operation Curve-ROC) болон муруй доорх талбай (The area under the curve-AUC) ашигладаг. Ерөнхийдөө AUC-ийн утга 0-1-ийн хооронд хэлбэлздэг бөгөөд AUC 0.5 нь санамсаргүй тохиолдол буюу загварыг гүйцэтгэл хангалттай сайн хийгдээгүйг илэрхийлдэг бол 1.0 утга нь төгс гүйцэтгэлтэй загварчлалыг илэрхийлдэг (Swets, 1988). Тохиромжтой байдлын зургийг Maxent-ийн логистикийн үр дүнг ашиглан тооцоолсон бөгөөд энэ нь 0-ээс 1-ийн хооронд хэлбэлздэг. Цаашлаад тархцын зургийг хийхийн тулд бид Maxent-ийн үр дүнг ArcGIS 10.7-д оруулж, амьдрах орчны тохиромжтой байдлын зургийг 5 түвшинд хуваасан: тохиромжгүй (0<AUC≤0.10), бага (0.11<AUC≤0.30), дунд (0.31<AUC≤0.50), өндөр (0.51<AUC≤0.70), болон маш өндөр буюу хамгийн тохиромжтой амьдрах орчин (0.71<AUC≤1.00(Zhao et al., 2022).

Орчны хүчин зүйлсийн урьдчилсан боловсруулалт:

Орчны хүчин зүйлүүд хоорондын хамаарал хэтэрхий хүчтэй хамааралтай, эсвэл загварчлалын үр дүн буруу гарах зэрэг үр дагавар гарах нь их байдаг (Sillero, 2011) учраас бид орчны хүчин зүйлсийн үүрэг оролцоог Maxent 3.4.4 (https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/, 2023 оны,

1 сард татаж авсан) программын Jackknife тестээр эхэлж үнэлэв. Дараагаар нь корреляцийн шинжилгээг R studio 3.3.0 программ дээр, хийж өндөр хамааралтай (утга>0.90; (Sharma et al., 2018) орчны хүчин зүйлүүдийг хассан. Эцэст нь одоогийн болоод, ирээдүйн уур амьсгалын нөхцөлд Бариулт бүйлэсний тархалтыг загварчлахын тулд хүрээлэн буй орчны 11 хүчин зүйлс (жилийн дундаж температур bio 1, хамгийн их дундаж температур bio 2, изотеризм bio 3, улирлын температурын хазайлт bio 4, намрын улирлын дундаж температур bio 8, өвлийн улирлын дундаж температур bio 11, улирлын хур тунадасны хазайлт bio 15, зуны улирлын хур тунадас bio 18, өвлийн улирлын хур тунадас bio 19), газрын өндөршил, болон хэвгий налууг ашигласан (https://earthexplorer.usgs.gov/).

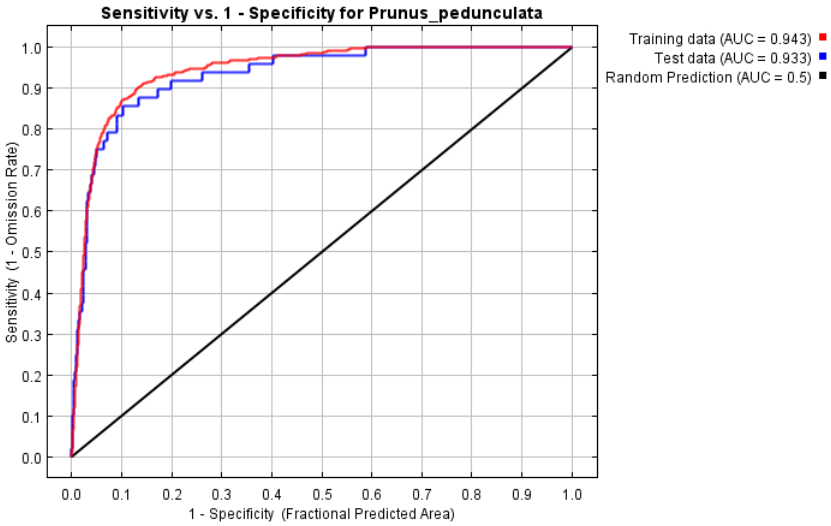
Хүснэгт 2. Уур амьсгалын 19 хүчин зүйлүүдийн хоорондын хамаарал

	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19
bio1	1	-0.18	-0.28	0.03	0.91	0.82	0.06	0.94	0.86	0.94	0.87	-0.66	-0.60	-0.54	0.18	-0.61	-0.60	-0.61	-0.59
bio2	-0.18	1	0.50	0.33	0.05	-0.44	0.51	-0.05	-0.27	-0.05	-0.31	0.43	0.48	0.19	0.33	0.48	0.21	0.48	0.20
bio3	-0.28	0.50	1	-0.63	-0.44	0.03	-0.48	-0.47	-0.03	-0.47	0.08	0.39	0.43	0.05	0.27	0.43	0.05	0.43	0.00
bio4	0.03	0.33	-0.63	1	0.42	-0.52	0.97	0.36	-0.32	0.36	-0.47	0.03	0.03	0.18	-0.02	0.03	0.21	0.03	0.27
bio5	0.91	0.05	-0.44	0.42	1	0.53	0.46	0.99	0.66	0.99	0.60	-0.55	-0.50	-0.42	0.21	-0.50	-0.45	-0.50	-0.43
bio6	0.82	-0.44	0.03	-0.52	0.53	1	-0.51	0.60	0.90	0.60	0.98	-0.60	-0.55	-0.56	0.15	-0.55	-0.62	-0.55	-0.64
bio7	0.06	0.51	-0.48	0.97	0.46	-0.51	1	0.39	-0.27	0.39	-0.43	0.06	0.07	0.17	0.05	0.07	0.19	0.07	0.24
bio8	0.94	-0.05	-0.47	0.36	0.99	0.60	0.39	1	0.70	1.00	0.65	-0.60	-0.54	-0.44	0.18	-0.55	-0.48	-0.55	-0.46
bio9	0.86	-0.27	-0.03	-0.32	0.66	0.90	-0.27	0.70	1	0.70	0.92	-0.65	-0.58	-0.60	0.22	-0.59	-0.64	-0.59	-0.64
bio10	0.94	-0.05	-0.47	0.36	0.99	0.60	0.39	1.00	0.70	1	0.65	-0.60	-0.54	-0.44	0.18	-0.55	-0.48	-0.55	-0.46
bio11	0.87	-0.31	0.08	-0.47	0.60	0.98	-0.43	0.65	0.92	0.65	1	-0.59	-0.53	-0.57	0.19	-0.54	-0.63	-0.54	-0.65
bio12	-0.66	0.43	0.39	0.03	-0.55	-0.60	0.06	-0.60	-0.65	-0.60	-0.59	1	0.98	0.66	0.20	0.99	0.70	0.99	0.65
bio13	-0.60	0.48	0.43	0.03	-0.50	-0.55	0.07	-0.54	-0.58	-0.54	-0.53	0.98	1	0.57	0.34	1.00	0.60	1.00	0.55
bio14	-0.54	0.19	0.05	0.18	-0.42	-0.56	0.17	-0.44	-0.60	-0.44	-0.57	0.66	0.57	1	-0.36	0.58	0.95	0.58	0.93
bio15	0.18	0.33	0.27	-0.02	0.21	0.15	0.05	0.18	0.22	0.18	0.19	0.20	0.34	-0.36	1	0.33	-0.39	0.33	-0.40
bio16	-0.61	0.48	0.43	0.03	-0.50	-0.55	0.07	-0.55	-0.59	-0.55	-0.54	0.99	1.00	0.58	0.33	1	0.60	0.98	0.56
bio17	-0.60	0.21	0.05	0.21	-0.45	-0.62	0.19	-0.48	-0.64	-0.48	-0.63	0.70	0.60	0.95	-0.39	0.60	1	0.60	0.99
bio18	-0.61	0.48	0.43	0.03	-0.50	-0.55	0.07	-0.55	-0.59	-0.55	-0.54	0.99	1.00	0.58	0.33	0.94	0.60	1	0.56
bio19	-0.59	0.20	0.00	0.27	-0.43	-0.64	0.24	-0.46	-0.64	-0.46	-0.65	0.65	0.55	0.93	-0.40	0.56	0.99	0.56	1

Судалгааны үр дүн

Загварчлалын гүйцэтгэл болон орчны хүчин зүйлүүдийн үүрэг оролцоо:

Бариулт бүйлэс ургамлын тархцын загварчлалын үр дүн туршилтын өгөгдөл болон сургалтын өгөгдлийн дундаж (AUC)-г үнэлэхэд утга нь 0.943 (±0.001) байсан нь бидний гаргасан загварын үр дүн маш сайн байгааг харуулж байна (Зураг 3). Иймд бид цаашдын ирээдүйн загварчлалыг хийхэд тохиромжтой гэж үзсэн. Өргөн тархацтай зүйлийн хувьд AUC утга бага байх хандлагатай байдаг (Mcpherson & Jetz, 2007).



Зураг 2. RUC буюу муруйд багтах талбайн (AUC) хэмжилтийн тахирмаг, 1970-2000 он

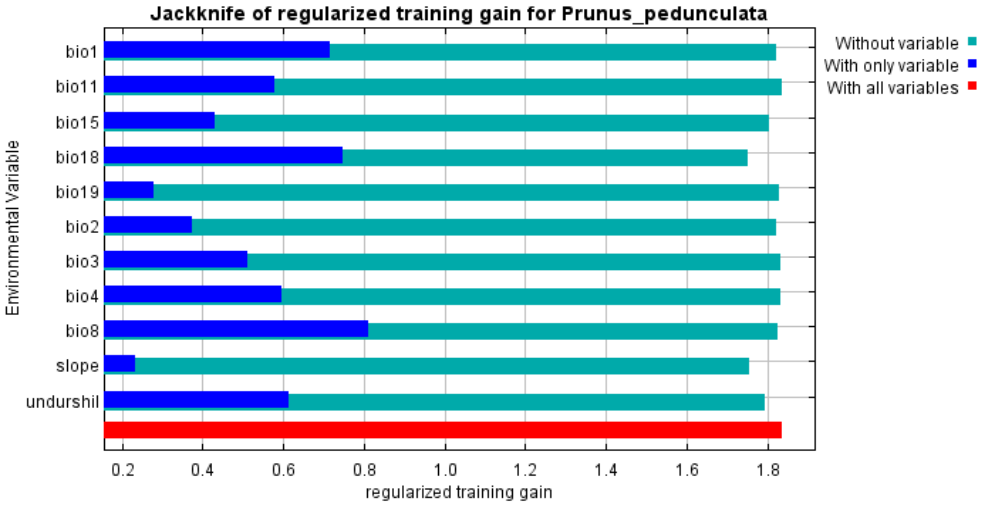
Maxent загварчлалд дараах 11 орчны хүчин зүйлийг авч үзэхэд 6-8 сарын зуны улирлын хур тунадас 26.8 хувь, улирлын температурын хазайлт 17.4 хувь, жилийн дундаж температур 15.5 хувь, өндөршил 14 хувь, газрын хэвгий налуу 12.3 хувийг эзэлж байсан. Харин бусад хүчин зүйлүүд үлдсэн хувийг эзэлж байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Бариулт бүйлэсний тархцад үзүүлж буй орчны үзүүлэлтүүд

Хүчин зүйлс	Тархцад нөлөөлөх үүргийн эзлэх хувь
Зуны улирлын хур тунадас /6-8 сар/	26.8
Улирлын температурын хазайлт (стандарт хазайлт х 100)	17.4
Жилийн дундаж температур	15.5
Газрын өндөршил	14
Хэвгийн налуу	12.3
Өвлийн улирлын дундаж температур /12-2 сар/	4
Хамгийн их дундаж температур	3.3
Улирлын хур тунадасны хазайлт (вариацын коэффициент)	3.2
Изотермизм (bio2/bio7) (× 100)	1.7
Өвлийн улирлын хур тунадас /12-2 сар/	1.3
Намрын улирлын дундаж температур (9-11 сар)	0.5

Jackknife тест нь Бариулт бүйлэс ургамлын ургах таатай орчны тархалтанд хувьсагч бүрийн нөлөөллийг тусгадаг бөгөөд 11 хүчин зүйлүүдээс хувьсагч бүрийн үүрэг оролцоог Зураг 3-т харуулж байна. Намрын улирлын дундаж температур (bio 8), зуны улирлын хур тунадас (bio 18), жилийн дундаж температур (bio 1) (>0.8) өндөр өсөлтийг харуулж байна. Энэ нь дээрх 3 хүчин зүйлүүд бусад хувьсагчдаас илүү хүчтэй нөлөө үзүүлж байна. Харин улирлын хур тунадасны хазайлт (bio 15), өвлийн улирлын дундаж температур (bio 11),

улирлын температурын хазайлт (bio 4), өндөршил болон изотермизм (bio 3) зэргийг бие даан ашиглахад дунд зэргийн өсөлттэй байсан. Бусад хүчин зүйл болох, өвлийн улирлын хур тунадас (bio 11), мөн хамгийн их дундаж температурын (bio 2) үүрэг оролцоо бага байжээ (Зураг 4).



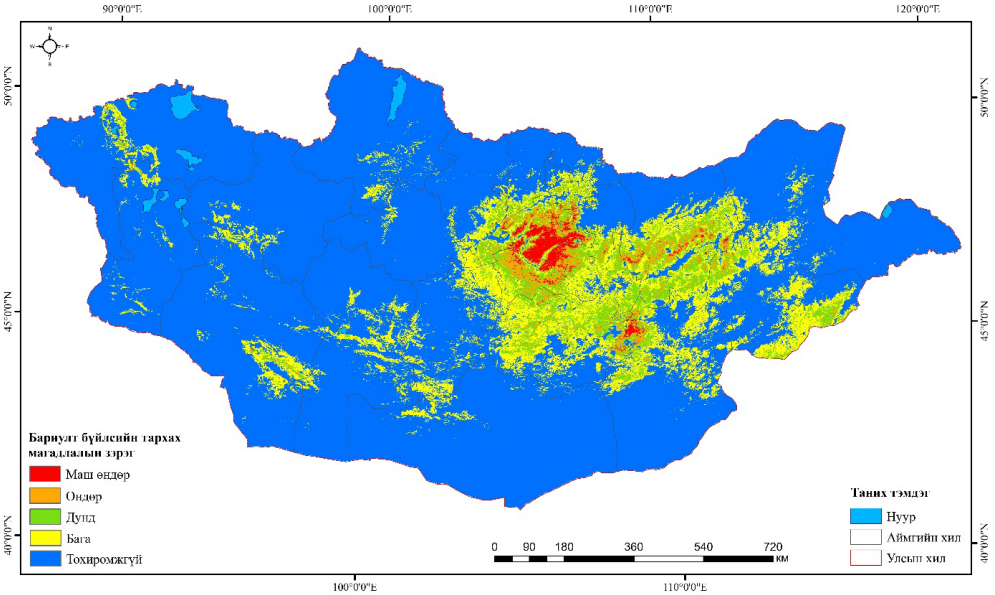
Зураг 3. Jackknife-ын үнэлгээний үр дүн

Бариулт бүйлс ургамлын одоогийн тархац:

Бариулт бүйлэс ургамал нь Монгол орны нийт нутгийн 26.5 хувьд ургах тохиромжтой, харин 73.5 хувьд нь огт ургах боломжгүй байна. Үүнээс 1.9 хувьд ургах орчны нөхцөл маш тохиромжтой бөгөөд үүнд 5 аймгийн 23 сумдын нутаг хамаарч байна. Тухайлбал, Төв аймаг Аргалант сум, Баянхангай, Батсүмбэр Баянцогт, Цээл, Жаргалант, Лүн Өндөрширээт Алтанбулаг сум, Дорноговь аймгийн Даланжаргалан Өндөршил сум, Хэнтий Дэлгэрхаан, Мөрөн, Баянхутаг, Дэлгэрхаан, Жаргалтхаан, Хэрлэн, Батноров, Баян-Овоо сум, Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт, Мөнххаан сум, Сэлэнгэ аймгийн Мандал сумын нутаг ньургах орчин хамгийн тохиромжтой газар нутаг байна (Зураг 5).

Хүснэгт 1. Бариулт бүйлэс ургамлын одоогийн болон цаашдын тархах магадлалтай газрын хэмжээ

Д/д	Магадлалын зэрэг	1950-2020 он, талбай		2021-2040 он, талбай		2041-2060 он, талбай		Өөрчлөгдсөн талбай
		га	хувь	га	хувь	га	хувь	га
1	Маш өндөр	1170328.129	1.1	2135100.837	1.5	3089821.34	1.9	1919493.211
2	Өндөр	2815027.69	1.8	4831826.793	3.09	5029098.32	3.2	2214070.63
3	Дунд	7067800.952	4.5	8771683.576	5.6	9538138.5	7.11	2470337.548
4	Бага	20301376.54	13	22753997.78	14.5	23586698.46	14.39	3285321.92
5	Тохиромжгүй	124710836.7	79	117572761	75.3	114821613.4	73.4	-9889223.3
	Нийт	**156065370**	**100**	**156065370**	**100**	**156065370**	**100**	

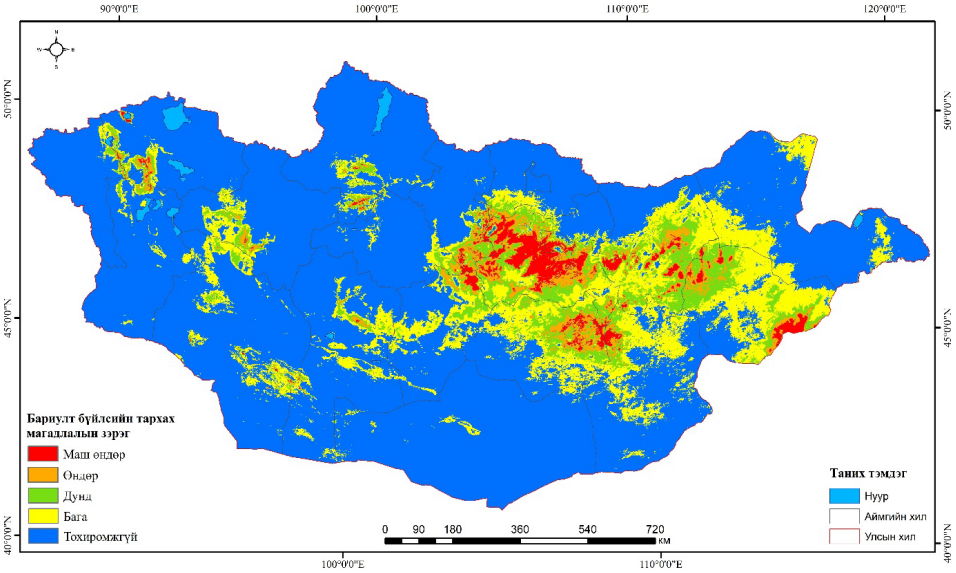


Зураг 4. Монгол орны хэмжээнд Бариулт бүйлэс ургамал тархах магадлалтай бүс нутаг

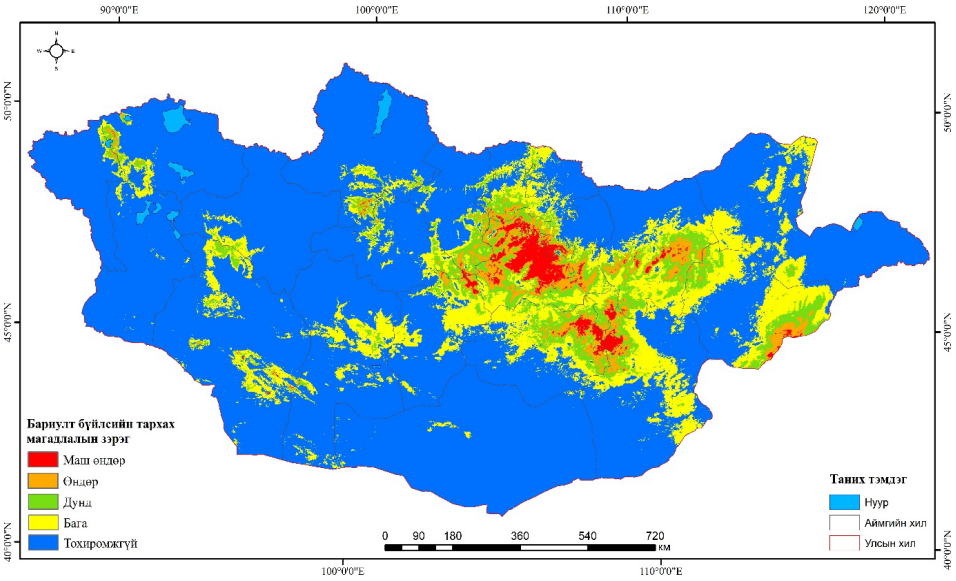
Бариулт бүйлэс ургамлын тархцын цаашдын чиг хандлага:

Бариулт бүйлэс ургамлын тархцын талбай цаашид хэрхэн өөрчлөгдөхийг (2021-2040, 2041-2060) онд жилийн дундаж температур (bio 1), хамгийн их дундаж температур (bio 2), изотеризм (bio 3), улирлын температурын хазайлт (bio 4), намрын улирлын дундаж температур (bio 8), өвлийн улирлын дундаж температур (bio 11), улирлын хур тунадасны хазайлт (bio 15), зуны улирлын хур тунадас (bio 18), өвлийн улирлын хур тунадас (bio 19), өндөршил, болон хэвгий налууг ашиглан тооцоолж үзлээ.

Бариулт бүйлэс ургамлын тархцын цаашдын чиг хандлагыг 2021-2060 он хүртэл загварчилж үзэхэд: ургах маш өндөр тохиромжтой газар нутгийн хэмжээ 1,919,493 га, өндөр тохиромжтой 2,214,070 га, бага тохиромжтой 2,470,337 га, дунд тохиромжтой 3,285,321 га талбайгаар тус тус ихсэх, ургах орчин тохиромжгүй газар нутгийн хэмжээ -9,889,223 га талбайгаар багасах төлөвтэй байна (Хүснэгт 4). Үүнээс үзэхэд уур амьсгалын өөрчлөлт нь Бариулт бүйлэсний ургах орчинд эерэг нөлөө үзүүлж, тархац нутгийн хэмжээ тэлэх хандлагатай байна.



Зураг 5. Бариулт бүйлэс ургамлын 2021-2040 оны тархцын чиг хандлага



Зураг 6. Бариулт бүйлэс ургамлын 2041-2060 оны тархцын чиг хандлага

Хэлэлцүүлэг

Бариулт бүйлэс ургамлын газарзүйн тархцад орчны хүчин зүйлийн нөлөөллийг Монгол орны хэмжээнд Maxent загварчлалыг ашиглан ургах таатай орчинг амжилттай загварчиллаа. Одоогийн тархцын зураглал нь газар ашиглалтын менежментийг төлөвлөх, шинэ ургамлын популяцийг илрүүлэх,

тухайн ургамлын судалгаанд хамрагдах тохиромжтой газар нутаг, мөн ургах орчныг сэргээх зэрэг үр дүнтэй хамгаалах тэргүүлэх чиглэлийг тогтооход тусална. Цаашид MaxEnt загварчлалыг биологийн төрөл зүйлийн амьдрах орчин, тархалтад хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс хэрхэн нөлөөлж байгааг, аль хүчин зүйл хамгийн өндөр нөлөөлөлтэй байгааг оновчтой тогтооход ашиглахад тохиромжтой (Даваагэрэл et al., 2023).

Уур амьсгалын өөрчлөлтөд ургамал бүр өөр өөр хариу үзүүлдэг ялангуяа хүлэмжийн хийн ялгаралтын хэмжээ ихсэм тусам тухайн зүйлийн тархцын талбайн хэмжээ тэлэх, аль эсвэл хумигддаг. Манай Монгол оронд хийгдсэн судалгаануудаас Орос Махирс (*Lycium ruthenicum* Murray.) ургамлын хувьд одоо тархаж буй талбайн хэмжээ 2080 он хүртэл буюу 60-аад жилийн хугацаанд ургах боломжтой газар нутгийн хэмжээ 15 дахин ихсэх хандлагатай байна (Мандарь, 2020). Говийн Их Дархан Цаазат газрын А хэсэгт хийгдсэн Мазаалай баавгайн гол идэш тэжээлийн ургамал болох Шивлээхэй зээргэнэ (*Ephedra equisetina* Bge.), Хармагийн зүйлүүд (*Nitraria spp* L.), болон Намхан гишүүнэ (бажууна, *Rheum nanum* Seivers.) ургамлуудын ургах орчин уур амьсгалын өөрчлөлтөнд зүүн урд зүг рүү тэлэх хандлага ажиглагдсан байна (Qin et al., 2020). Эдгээр зүйлүүд экологийн бүлгээрээ хуурайсаг бүлэгт багтдаг тул уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицож, тархцын талбайн хэмжээ нэмэгдэх боломжтой юм (Түвшинтогтох, 2014).

Wang болон бусад судлаачид (2021) 26 хүрээлэн буй орчны хувьсагчаар Бүйлэс ургамлын 6 зүйлийн ургах орчинг загварчилж үзэхэд улирлын хур тунадасны хазайлт (Bio 15) 39.8 хувь хамгийн их нөлөө үзүүлсэн байна (Wang et al., 2021). Бидний судалгааны хувьд 6-8 сарын хур тунадас бусад хүчин зүйлүүдээс хамгийн их буюу 26.8 хувь нөлөө үзүүлж, харин улирлын хур тунадасны хазайлт (bio 15)-ийн үүрэг оролцоо дунд зэрэг байсан бөгөөд энэ нь хур тунадас нь сөөгийн тархцад ихээхэн чухал гэдэг нь харагдаж байна. Хятад улсад хийсэн судалгаанд Бариулт бүйлэс ургамлын ургах орчин ирээдүйд тэлэх хандлагатай гэсэн ижил үр дүн гарчээ (*Forest Research*, 2022). Хур тунадасны өөрчлөлтийн явцыг ямар хугацааны хооронд авав гэдгээс хамаарч ирээдүйн хур тунадасны тренд өөрчлөгддөг. Монгол орны цаг уурын хувьд хуурайшлын үе явагдаж дараагаар нь хур тунадас элбэг орох үечлэл үүсэж байна гэж үзсэн байна. Ургамжлын бүс бүслүүрээр хур тунадасны хэмжээг загварчилж бодоход 2020-2050 оны хооронд өссөх хандлагатай байна (Батима & Мягмаржав, 2005). Түүнчлэн Бариулт бүйлэс нь чулуусуу-чийгсүү-хуурайсаг (Түвшинтогтох, 2014) бүлгийн ургамал бөгөөд баруун-дагуур-монгол-умард-говь-хойд хятадад тархалттай, манай орны хуурай хээр болон цөлөрхөг хээрийн бүсэд уул, цав толгодоор, цөлийн бүсэд сайраар голчлон ургадаг (Түвшинтогтох, 2024) тул уур амьсгалын дулаарал нь түүний ургах орчинд таатай нөлөө үзүүлж байна.

Дүгнэлт

Бариулт бүйлэсний тархцад хүрээлэн буй орчны 21 үзүүлэлтээс 11 хүчин зүйл нь чухал нөлөө үзүүлдгийг тогтоов. Үүнд: 6-8 сарын зуны улирлын хур тунадас 26.8 хувь, улирлын температурын хазайлт 17.4 хувь, жилийн дундаж

температур 15.5 хувь, газрын өндөршил 14 хувь, газрын хэвгий налуу 12.3 хувийг эзэлж байна.

Бариулт бүйлэсний одоогийн болон ирээдүйд ургах таатай орчны тархцыг тооцоолон зураглаж, талбайн хэмжээг тооцов. Одоогийн Бариулт бүйлсийн ургах тохиромжтой газар Монгол орны нийт газар нутгийн 21 хувийг эзэлж байгаагаас 1.1 хувь нь хамгийн тохиромжтой, 1.8 хувь өндөр тохиромжтой. Харин 79 хувь нь ургах боломжгүй байна.

Бариулт бүйлэс ургамлын тархац 2021-2060 онд тохиромжгүй талбайн хэмжээ 5.5 (-9,889,223 га) хувиар багасах, харин тааламжтай талбайн хэмжээ 0.8 (1,919,439 га) хувиар нэмэгдэх хандлагатай байгаа нь уур амьсгалын өөрчлөлт нь түүний ургах орчинд эерэг нөлөө үзүүлж байна.

Эшилсэн бүтээл

Baasanmunkh, S., Urgamal, M., Oyuntsetseg, B., Sukhorukov, A. P., Tsegmed, Z., Son, D. C., Erst, A., Oyundelger, K., Kechaykin, A. A., Norris, J., Kosachev, P., Ma, J. S., Chang, K. S., & Choi, H. J. 2022. Flora of Mongolia: annotated checklist of native vascular plants. *PhytoKeys*, *192*, 63–169. https://doi.org/10.3897/phytokeys.192.79702

Bayarsaikhan, U., Boldgiv, B., Kim, K. R., Park, K. A., & Lee, D. 2009. Change detection and classification of land cover at Hustai National Park in Mongolia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *11*(4), 273–280. https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.03.004

Bustamante, R., Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M. P. L., Puschendorf, R., Foster, P. N., Marca, E. La, Masters, K. L., Ron, S. R., & Sa, G. A. 2006. *Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming*. *January*. https://doi.org/10.1038/nature04246

Chu, J., Li, Y., Zhang, L., Li, B., Gao, M., Tang, X., Ni, J., & Xu, X. 2017. *Potential distribution range and conservation strategies for the endan- gered species*. *25*(8), 799–806. https://doi.org/10.17520/biods.2015218

Forest Research. 2022. 180–187. https://doi.org/10.13275/j.cnki.lykxyj.2022.005.020

Grabherr, G. 2007. *Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps : observations 1994 – 2004 at the GLORIA * master site Schrankogel, Tyrol, Austria*. 147–156. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x

Guisan, A., & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, *135*(2–3), 147–186. https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9

Jing, Z., Cheng, J., Guo, C., & Wang, X. 2013. Seed traits , nutrient elements and assessment of genetic diversity for almond (Amygdalus spp .) endangered to China as revealed using SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, *49*, 51–57. https://doi.org/10.1016/j.bse.2013.03.015

Kane, K., Debinski, D. M., Anderson, C., Scasta, J. D., Engle, D. M., Miller, J. R., & Carey, J. 2017. *Using Regional Climate Projections to Guide Grassland*

Community Restoration in the Face of Climate Change. *8*(May), 1–11. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00730

Lambin, E. F., & Ehrlich, D. 1997. Land-cover changes in Sub-Saharan Africa 1982-1991: Application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. *Remote Sensing of Environment*, *61*(2), 181–200. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00001-1

Lee, H. K., Lee, S. J., Kim, M. K., & Lee, S. D. 2020. *Prediction of Plant Phenological Shift under Climate Change in South Korea*.

Ma, S. M., Nie, Y. Bin, Jiang, X. L., Xu, Z., & Ji, W. Q. 2019. *Genetic structure of the endangered , relict shrub Amygdalus mongolica (Rosaceae) in arid northwest China*. 128–139.

Mcpherson, J. M., & Jetz, W. 2007. *Effects of species ' ecology on the accuracy of distribution models*. *November 2006*, 135–151. https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04823.x

Merow, C., & Jr, J. A. S. 2014. *A comparison of Maxlike and Maxent for modelling species distributions*. *i*, 215–225. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12152

Merow, C., Smith, M. J., & Silander, J. A. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, *36*(10), 1058–1069. https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x

Parmesan, C., Root, T. L., & Willig, M. R. 2000. *Impacts of Extreme Weather and Climate on Terrestrial Biota *. October 1999*, 443–450.

Phillips, S. B., Aneja, V. P., Kang, D., & Arya, S. P. 2006. Modelling and analysis of the atmospheric nitrogen deposition in North Carolina. *International Journal of Global Environmental Issues*, *6*(2–3), 231–252. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Production, X., & Ecology, O. 2022. *Historical distribution patterns and environmental drivers of relict shrub*. *46*(7), 766–774. https://doi.org/10.17521/cjpe.2021.0406

Qin, A., Qin, A., Jin, K., Batsaikhan, M., & Nyamjav, J. 2020. Predicting the current and future suitable habitats of the main dietary plants of the Gobi Bear using MaxEnt modeling Predicting the current and future suitable habitats of the main dietary plants of the Gobi Bear using MaxEnt modeling. *Global Ecology and Conservation*, *22*(April), e01032. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01032

Reese, G. C., Wilson, K. R., Hoeting, J. A., & Flather, C. H. 2005. Factors affecting species distribution predictions: A simulation modeling experiment. *Ecological Applications*, *15*(2), 554–564. https://doi.org/10.1890/03-5374

Sharma, S., Arunachalam, K., Bhavsar, D., & Kala, R. 2018. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants Modeling habitat suitability of Perilla frutescens with MaxEnt in Uttarakhand — A conservation approach. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *February*, 0–1. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.02.003

Sillero, N. 2011. *What does ecological modelling model ? A proposed classification of ecological niche models based on their underlying methods*. *222*, 1343–1346. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.01.018

Swets, J. A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science (New York, N.Y.)*, *240*(4857), 1285–1293. https://doi.org/10.1126/science.3287615

UNITED Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2008. 71457.

Wang, W., Li, Z., Zhang, Y., & Xu, X. 2021. *Current Situation, Global Potential Distribution and Evolution of Six Almond Species in China Collection of Data on the Distribution*. *12*(April). https://doi.org/10.3389/fpls.2021.619883

Yang, X. Q., Kushwaha, S. P. S., Saran, S., Xu, J., & Roy, P. S. 2013. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, Justicia adhatoda L. in Lesser Himalayan foothills. *Ecological Engineering*, *51*, 83–87. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.004

Yanwu, P. E. I., Laiming, H., Ming, S., & Yinglong, Z. 2020. *Responses of Amygdalus pedunculata Pall . in the sandy and loamy soils to water stress*. *12*, 791–805.

Zhang, K., Liu, H., Pan, H., Shi, W., Zhao, Y., & Li, S. 2020. *Shifts in potential geographical distribution of Pterocarya stenoptera under climate change scenarios in China*. *June 2019*, 4828–4837. https://doi.org/10.1002/ece3.6236

Zhao, H., Xian, X., Zhao, Z., Zhang, G., Liu, W., & Wan, F. 2022. Climate Change Increases the Expansion Risk of Helicoverpa zea in China According to Potential Geographical Distribution Estimation. *Insects*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/insects13010079

Батима, П., & Мягмаржав, Б. 2005. *Уур амьсгалын өөрчлөлт, түүний цаашдын хандлага*.

Грубов, В. И. 2008. *Монгол орны гуурст ургамал таних бичиг*.

Даваагэрэл, М., Түвшинтогтох, И., & Нямбаяр, Н. 2023. *Сөөгөн боролзгоно (Dasiphora fruticosa (L .) Rydb .) ургамлын тархацыг Монгол орны хэмжээнд Maxent ашиглан загварчлах нь*. *05*(31), 66–80.

Жамбаажамц, Б. . 1986. *Монгол орны уур амьсгал*.

Лигаа, У. 2015. *Монгол орны эмийн ургамлыг өрнө дорнын анагаах ухаанд хэрэглэхүй*.

Мандарь, Д. 2020. *Орос махирс (Lycium ruthenicum Murray.) ургамлын тархацыг монгол орны хэмжээнд maxent ашиглан загварчлах нь*.

Түвшинтогтох, И. 2014. *Монгол орны хээрийн ургамалжил*.

Түвшинтогтох, И. 2024. *Дорнод Монголын ургамалжил (ангилаа, зураглал, доройтол, өөрчлөгдөл)*.

Түвшинтогтох, И., Мандарь, Д., Нямбаяр, Н., Билгүүн, Ц., Түмэнжаргал, Ц., Отгонсүх, С., Энхриймаа, Н., Энхмаа, Э., Жавхлан, Н., Намуулин, Т., Тэмүүжин, Б., Жавзандолгор, Ч., & Цэгмид, З. 2020. *Хэнтийн уулын тайга, Монгол Дагуурын уулын ойт хээрийн тойргийн ургамлын тархац, нөөцийг тогтоох*.

Түвшинтогтох, И., Мандарь, Д., Нямбаяр, Н., Билгүүн, Ц., Түмэнжаргал, Ц., Энхриймаа, Н., Энхмаа, Э., Лянхуа, Б., Даваагэрэл, М., Батзориг, Т.,

Мөнхзул, О., Гантуяа, Б., Мөнх-Эрдэнэ, Т., Энхболд, Т., & Тэмүүжин, Б. 2021. *Нэн ховор, ховор ургамлын талаарх судалгаа*.

Түвшинтогтох, И., Мандах, Б., Нямбаяр, Н., & Мандарь, Д. 2014. *Их нартын байгалийн нөөц газрын ургамлын аймаг*.

Mongolian Journal of Botany, 2024, 06 (32): 67-83

Using Maxent to model the distribution of *Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim in Mongolia

Davaagerel Munkhtur*, Tuvshintogtokh Indree, Nyambayar Nyamjantsan

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

**E-mail:* davaagerel_m@mas.ac.mn, https://orcid.org/0000-0002-5924-0258

Received: 31.05.2024 Revised: 01.10.2024 Accepted: 10.10.2024

Abstract: By the end of the 21st century, the average global temperature is projected to increase by 3.7°C. Herbaceous and shrub species are so sensitive to climate change that their growing area can reduce or expand, or even disappear. *Prunus pedunculata* is a shrub of the Rose family, (Rosaceae) that grows up to two metres tall and is found in Mongolia, northwestern China, and Siberia in Russia. In addition to its important ecological role as a barrier to wind protection and sand migration, it is also an economically important plant such as ornamental and food. Recently, however, the prevalence of *Prunus pedunculata* has been significantly reduced due to climate change and human activities. Therefore, using the Maxent model, we aimed to determine the potential geographic distribution of *Prunus pedunculata* in Mongolia and identify future trends.. We used data from our own research from 2013 to 2021 and a total of 787 *Prunus pedunculata* from the plant observation record site (https://www.inaturalist.org/). By processing 19 variables of environmental factors, removing the variables that are too strongly related, and adding the elevation and slope of the land, a total of 11 variables were modeled. According to the study, the *Prunus pedunculata* distribution is 26.8 percent of the precipitation of warmest quarter, 17.4 percent of the standard deviation of temperature seasonality, 15.5 percent of the annual mean temperature, 14 percent of elevation, 12.3 percent of thes slope, and the remaining 6 variables combined for 10 percent. At present, the *Prunus pedunculata* area occupies 21 percent of Mongolia's total land area, of which 1.1 percent is the most suitable and 1.8 percent is high. But the remaining 79 percent are unsustainable. Climate change is trending to increase the size of the *Prunus pedunculata* area.

Keywords: Maxent model, *Prunus pedunculata*, climate change, distirbution

© The Author(s). 2024 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.