



Ашигтай бичил биетний компост бордооны Сибирь Шинэс (*Larix sibirica*)-ний өсөлт, хөрсний үржил шимд үзүүлсэн нөлөөг судалсан дүн

Шагдар Эрдэнэчимэг , Мэндбаяр Мэнд-Амар , Цэрэннадмид Рэнцэнханд , Ренчиндорж
Үржинлхам , Мөнхбаяр Үүрийнтуяа , Оргил Анумандал , Балдорж ПАГМАДУЛАМ* 

Монгол Улс, Улаанбаатар, Шинжлэх ухааны академи, Биологийн хүрээлэн, Микробын нийлэгжлийн лаборатори
 *Холбоо барих зохиогч: pagmadulam_b@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0003-3749-326X>

Хураангуй. Монгол орны ойн нөөц 1246719 шоо метр байдаг ба үүний 79.3%-ийг шинэсэн ой эзэлдэг. Шинэсэн ой нь бусад ургамлын бүлгэмдлийн дотроос нарийн бүрдэл бүхий биологийн олон янз байдлын цогц нэгдэл байдаг бөгөөд үйлдвэрлэлийн үнэт түүхий эд учир түүнийг хамгаалах, нөхөн сэргээх, улмаар шинэсэн ойн талбайн хэмжээг нэмэгдүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Тиймээс ойн нөхөн сэргээлт болон мод үржүүлэг, ойжуулалтын талбайн хөрсний үржил шим, ургамалд ашиглагдах бодисын хангамжийг нэмэгдүүлэх, хөрсний биологийн идэвхийг сайжруулах зорилгоор “Урга” шингэн биобордоог ашиглан бүрэн ялзарсан бууц, хивэг, шавжийн биомасс, модны унасан навч зэрэг органик материалуудыг багсарч компост бордоо гарган авсан. Компост бордооны pH 7.43 ± 0.5 , цахилгаан дамжуулах чадвар 2.19 ± 0.1 ds/m, органик үлдэгдэл $82.23 \pm 5\%$, үнс $7.87 \pm 5\%$, чийг $24.22-40.0\%$, NO₃ 14.6 ppm, K₂O 127.0 ppm агууламжтай байна. Компост бордоогоор бордсон талбайн хөрсний микробиологийн болон агрохимийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж харьцуулахад ашигтай бичил биетний тоо өссөн, pH болон хөдөлгөөнт фосфорын агууламж 1.3 мг-аар, хөдөлгөөнт калийн агууламж 30 мг-аар нэмэгдсэн байна. Компост биобордоог хэрэглэх үед Сибирь Шинэс (*Larix sibirica*) модны жилийн дундаж өсөлт хяналтын бүлэгтэй харьцуулахад 15.2 см/жил ($p < 0.005$)-р нэмэгдсэн байна. Энэхүү судалгааны үр дүнд бүтээмжит бичил биетний “Урга” шингэн биобордоог ашиглан органик хаягдлыг компост бордоо болгон туршихад хөрсний үржил шим, ургамлын өсөлтөд эергээр нөлөөлж байна.

Түлхүүр үгс: ашигтай бичил биетэн, шим бордоо, компост, хөрсний үржил шим

Хүлээн авсан 2024.09.30; хянан тохиолдуулсан 2024.12.20; зөвшөөрсөн 2024.12.30

© 2024 Зохиогч(д). [CC BY-NC 4.0 лиценз](#).

Оршил

Сүүлийн жилүүдэд хүн амын өсөлт, хог хаягдал, хүлэмжийн хийн ялгарал ихээр нэмэгдэж байгаа учраас дэлхийн улс орнууд хог хаягдлаа дахин боловсруулах талын судалгаа ихээр хийж байна [1]. Үүний нэг нь биологийн идэвхт бичил биетэн ашиглан органик хаягдлыг дахин боловсруулж, шим бордоо гарган авч, газар тариалан болон биологийн нөхөн сэргээлтэд ашиглах боломжийг судлах явдал юм [2].

1988 онд Японы эрдэмтэн Тиро Хига нь EM /Effective microorganisms/ технологийг боловсруулсан нь олон төрлийн биобордоо, биобэлдмэлийн эхлэлийг тавьсан [3], [4]. Энэхүү технологи нь үржил шимгүй хөрсөнд хэрэгтэй байгаа ашигт бичил биетнүүдийг доминант болгон, амьдрах таатай орчин нөхцөлийг

хангаж өгвөл хөрсний хэвийн микрофлор ашигт шинж чанарт шилжинэ гэсэн ойлголтод үндэслэсэн байдаг [3]. Байгаль орчныг хамгаалах, хөдөө аж ахуйн болон хотын хог хаягдлыг илүү үр дүнтэй боловсруулахад бичил биетнийг сүүлийн жилүүдэд амжилттай ашиглаж ирсэн [5].

Монгол орны ойн нөөцийн 93.3%-ийг шилмүүст ой эзэлж байгаагаас 85%-ийг шинэсэн ой, 9.5%-ийг хушан ой, 5.4%-ийг нарсан ой тус тус эзэлж байна. Шинэсэн ой нь бусад ургамлын бүлгэмдлийн дотроос нарийн бүрдэл бүхий биологийн олон янз байдлын цогц нэгдэл байдаг бөгөөд үйлдвэрлэлийн үнэт түүхий эд учир түүнийг хамгаалах, нөхөн сэргээх, улмаар шинэсэн ойн талбайн хэмжээг нэмэгдүүлэх шаардлагатай [6], [7].

Бидний урьд хийгдсэн судалгааны дүнгээс

харахад компост бордоо нь Ойн нарс (*Pinus sylvestris*), Үхрийн нүдний бут (*Ribes nigrum* L.)-д үзүүлэх нөлөөг туршихад ойн нарсны жилийн дундаж өсөлтийг хяналттай харьцуулахад 8.57 см/жил, үхрийн нүдний бутанд 14.07 см/жил илүү ургалттай, мөн жимсний бутны баг цэцгийн тоо 2 дахин ихэссэн буюу статистик боловсруулалтын дүнгээр ургалтад эерэг нөлөө үзүүлж байгааг тогтоосон [3]. Биологийн идэвхт бичил биетэн ашиглан гарган авсан шим бордоо нь (азот, фосфор, кали г.м) эмгэг төрүүлэгчдийг хянах, биологийн нөхөн сэргээлт, ойжуулалт, газар тариалан, ногоон байгууламжийн бүтээмжийг нэмэгдүүлэхэд чухал ач холбогдолтой юм [8].

Манай улсын хувьд малын өтөг бууц, хонины ноосоор компост бордоо хийн худалдаанд гаргаад байгаа боловч бусад органик хаягдлыг хараахан ашиглахгүй байна. Бидний судалгааны ажлын зорилго нь органик хаягдлыг “Урга” шингэн биобордоогоор боловсруулан компост бордоо гарган авч, Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-ний өсөлт, хөрсний үржил шимд хэрхэн нөлөөлж буйг судлах юм.

Судалгааны материал, аргазүй

Хөрсний эрүүл ахуй, микробиологийн шинжилгээг тус хүрээлэнгийн Микробын нийлэгжлийн лабораторид MNS 6341:2012 [9], MNS ISO 4831:1999, MNS ISO 6579-1:2020, MNS ISO 18400-105:2022 [10] стандарт аргазүйн дагуу хийж гүйцэтгэв. Хөрсний агрохимийн үзүүлэлт, ялзмагийн агууламжийг Тюрингийн аргаар, хөдөлгөөнт фосфорын агууламжийг Мачигины аргаар, хөдөлгөөнт калийн агууламжийг 1%-ийн нүүрс хүчлийн аммоны уусмалд дөлийн фотометрийн аргаар, солилцох сууриудыг комплексметрийн аргаар, хөрсний урвалын орчныг рН метрээр, цахилгаан дамжуулах чадварыг усан ханданд ионмерийн аргаар тус тус тодорхойлов.

Компост бордооны үндсэн үзүүлэлтүүдийн урвалын орчныг рН метрээр, нийт азот, фосфор, калийн агууламжийг нойтон үнсжүүлэлтийн аргаар хүхрийн хүчилд шатааж, нийт азотыг Кельдалын аргаар, нийт калийн агууламжийг дөлийн фотометрээр, хөдөлгөөнт фосфор, калийг 1%-ийн нүүрс хүчлийн аммонийн ханданд спектрофотометрээр, хөдөлгөөнт калийг дөлийн фотометрээр, давсжилт болон цахилгаан дамжуулах чадварыг ионмерийн аргаар, нийт үнсийг шатаалтын аргаар, органик үлдэгдлийг тооцооны аргаар “Нарт консалтинг” ХХК-ийн хөрсний итгэмжлэгдсэн лабораторид тодорхойлов.

Компост хийх арга: Органик хог хаягдал болох бүрэн боловсорсон өтөг бууц, хөнөөлт шавжийн биомасс, улаан буудайн хивэг, модны унасан навчийг C/N-ийн харьцаа 25-30, анхны чийгийн агууламж 40-65% байхаар тооцож [2], [11], [12], [13], [14] бүтээмжит бичил биетний “Урга” шингэн биобордоогоор боловсруулав. “Урга” биобордоо нь Монгол орны экосистемээс ялгасан, биологийн өндөр идэвхт бактери, дрожж, мөөгөнцөр, актиномицет, бичил замгийн хоршлыг биотехнологийн аргаар боловсруулсан шингэн биобордоо юм.

MNS 6507:2015 стандарт хангасан компост бордоог Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн Гачууртын Хар Усан тохойд байрлах ойжуулалтын талбайд тарималжуулсан Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-д туршсан бөгөөд MNS 6139:2010 стандартын дагуу сонгов. Туршилтад 1 м.кв талбайд 0.5 кг [15], [16] компост бордоо хэрэглэхээр тооцон Сибирь шинэсний 5-7 настай 60 ширхэг суулгацыг ашиглав. Сибирь Шинэс (*Larix sibirica*)-ний эхний 30 ш тарьцыг хяналтаар, дараагийн 30 ш тарьцыг компост бордоогоор бордож хоёр жилийн хугацаанд 4 удаагийн хэмжилт хийсэн. Сибирь шинэсний тарьц бүрийн өндрийн хэмжилтийг 0.1 мм нарийвчлалтай метрээр [15], [17] гараар хэмжиж үр дүнг нэгтгэв. Үр дүнг One-Way ANOVA ашиглан статистик боловсруулалт хийв.

Судалгааны үр дүн, хэлэлцүүлэг

Манай улсад тарьц суулгацыг бордох талаар судалгаа шинжилгээний ажлыг доктор Базарсад хийсэн байдаг. Судлаачдын шинжилгээ судалгааны үр дүнгээс үзэхэд шилмүүст мод, түүний дотор шинэсний тарьц ургуулахад бордооны ашигтай тун хэмжээ нь тухайн бүс нутгийн онцлог, хөрсний нөхцөлөөс хамааран харилцан адилгүй байдаг. Аливаа ургамалд 16 орчим химийн бодис шаардлагатай байдаг бөгөөд тэдгээрийн бүтцэд нүүрстөрөгч, азот, фосфор, кали гэх мэт элементүүд агуулагддаг. Гэвч эдгээр бодис нь байгаль дээр тэр болгон хүрэлцээтэй, ургамал ашиглахад хялбар хэлбэрт байдаггүй, ургамал ашиглахын хирээр тэдгээрийн хэмжээ багасаж, хөрсний үржил шим мууддаг байна. Иймээс тодорхой нутаг орны хөрс цаг уурын өвөрмөц нөхцөл, ургамлын биологийн онцлогоос шалтгаалан бордох тун хэмжээг тогтоох шаардлага урган гарч байдаг [18], [19]. Бид лабораторийн материаллаг бааз дээр үндэслэн “Урга” шингэн биобордоогоор боловсруулсан компост бордооны агрохимийн үндсэн үзүүлэлтийг тодорхойлон үр дүнг тооцоолов.

1-р хүснэгт. Компост бордооны агрохимийн зарим үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	pH	ЦДЧ, ds/m	Давс, ppm	Чийг, %	Органик үлдэгдэл, %	Үнс, %
1	7.43	2.19	0.98	24.22	82.23	7.87

2-р хүснэгт. Компост бордооны агрохимийн зарим үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	Хөдөлгөөнт элементүүд, мг/100г			Нийт бүрэлдэхүүнд, (%)		
	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	79.00	14.6	127	1.13	0.76	0.89

Дээрх хүснэгтээс үзэхэд урвалын орчин буюу pH нь 7.43 буюу сул шүлтлэг байна. Органик үлдэгдэл нь 82.23%, нийт азот 1.13%, хөдөлгөөнт фосфор 0.76%, хөдөлгөөнт калийн агууламж 0.89% байна. Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн Гачууртын Хар Усан тохойд байрлах ойжуулалтын талбайд тарималжуулсан Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)–ийг тариалсан талбайн хөрсийг компост бордоогоор бордон туршилтын талбайг хяналтын талбайтай харьцуулсан агрохимийн шинжилгээний дүнг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв. Хөрсний 0-25 см-ийн гүнээс дээж авч агрохимийн шинжилгээ хийсэн үр дүнг хяналттай харьцуулахад pH сул саармаг орчноос саармаг буюу компост бордооны нөлөөгөөр 7.78 болж нэмэгдсэн байна. Цахилгаан дамжуулах чадвар (ЕС) нь 0.371 ds/m-ээр, ялзмагийн агууламж 0.21%-р нэмэгдсэн байна. Ургамалд зайлшгүй шаардлагатай хөдөлгөөнт фосфорын агууламж 1.3 мг-аар, хөдөлгөөнт калийн агууламж 30 мг-аар тус тус нэмэгдсэн нь компост

бордоо хөрсний үржил шимд нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.

Ойжуулалтын талбайн Сибирь шинэсний ургалтад компост бордоог турших ажлыг эхлүүлэхийн өмнө компост бордоо, туршилтын талбайн хөрсний микробиологийн шинжилгээг хийж гүйцэтгэсэн. Уг шинжилгээний хариуг компост бордоогоор бордсоны дараах шинжилгээний хариутай харьцуулахад хөрс ашигт бичил биетнээр баяжсан. Тухайлбал 2019 онд ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Ойн нөөц, ой хамгааллын салбарын туршилт судалгааны мод үржүүлгийн талбайн Сибирь шинэсний ургалтад “Урга” шингэн биобордоог туршсан Сайнбилэг нарын судалгааны дүнд азотобактерийн тоо 0.5 дахин нэмэгдэж байсан бол энэ судалгааны ажлын үр дүнд 3.8 дахин нэмэгдсэн. Компост бордоо болон туршилт, хяналтын талбайн хөрсний микробиологийн шинжилгээний харьцуулсан дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3-р хүснэгт. Хөрсний агрохимийн шинжилгээний үр дүн

Хувилбар	pH	ЦДЧ, ds/m	Давс, %	Ялзмаг, %	Шингээгдэх сууриуд, мг-экв/100г		Шим тэжээлийн элементүүд, мг/100г	
					Ca ⁺²	Mg ⁺²	P ₂ O ₅	K ₂ O
Хяналт	6.75	0.033	0.22	3.45	15.4	3.0	1.3	14
Туршилт	7.78	0.404	0.20	3.66	11.4	5.2	2.6	44

4-р хүснэгт. Компост бордоо болон туршилтын талбайн хөрсний микробиологийн үзүүлэлт

№	Бичил биетний нийт тоо	Компост бордоо (10 ⁶)	Хяналт (10 ⁶)	Компост бордоогоор бордсон талбайн хөрс (10 ⁶)	
				2023 он	2024 он
1	Бактери	52.0	6.0 ± 3.4	23.0±9.2	20.0±8.2
2	Азотобактери	4.5	5.0 ± 3.4	12.0±4.4	19.0±3.3
3	Актиномицет	2.5	8.0 ± 3.4	13.0±3.8	18.±3.0
4	Дрожж	3.0	3.0 ± 3.4	7.0±3.0	1.3±0.3
5	Сүүн хүчлийн бактери	-	0.1 ± 3.4	0.3±0.11	0.2±0.1

(p<0.005)

Дээрх хүснэгтээс үзэхэд компост бордоогоор бордсон талбайг хяналтын талбайн хөрсний бичил биетний тоон үзүүлэлттэй харьцуулахад 2024 онд бактерийн нийт тоог 3.3 дахин, азотобактерийн нийт тоог 3.8 дахин, актиномицетийн нийт тоог 2 дахин нэмэгдүүлснээр хөрсний үржил шимийг сайжруулж байгаа нь харагдаж байна.

2019, 2020 онд Батдорж нарын Улаанбаатар хот, Гачууртын амны Шар хоолой дахь “Ойг нөхөн сэргээх төв”-д Сибирь шинэсний хоёр настай тарьцыг үртэс, бууц, модны холтос, ойгоос гарсан унаш модны өмхөрсөн масс, ургамлын масс, перлит зэрэг органик нэгдлүүдийг хөрстэй холин компост бэлтгэн сайжруулсан хөрс гарган туршсан туршилтын үр дүнд хяналтаас 1.43-8.83 см өндөр байгаа нь энэхүү сайжруулсан хөрс нь тарьцын өсөлт, биомасс бүрэлдэхэд чухал гэж үзжээ [20].

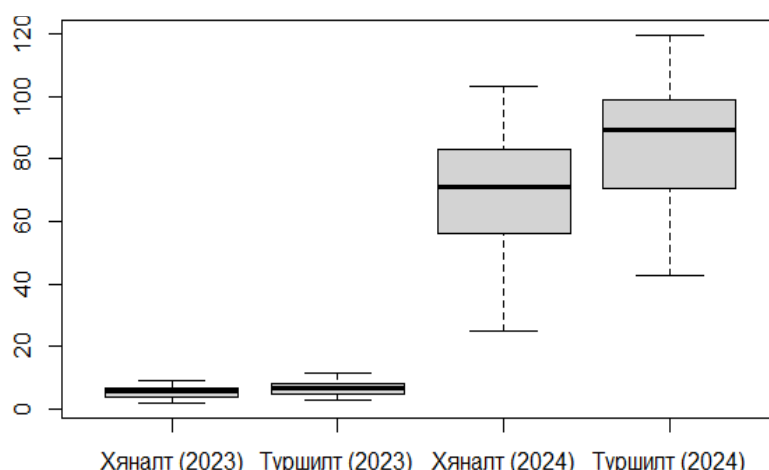
2019, 2021 онд Судражат нарын Награк, Жава, Индонез (06°6'74" S, 106°51'27" E)-ийн мод үржүүлгийн судалгааны талбайд *Neolamarckia macrophylla*, *Neolamarckia cadamba*, *Nauclea orientalis* гурван зүйл модлог ургамлыг үрээр тарилт хийж, 6 сарын дараа хээрийн нөхцөлд шилжүүлэн тариалсан. Хөдөө аж ахуйн хог хаягдал болох будааны хальс, фосфат, азотын хангамжийг сайжруулдаг ашигт мөөгөнцрийг (AMF: *Glomus sp.-1*, *Glomus sp.-2*, *Acaulospora sp* болон *Gigaspora sp*) ашиглан компост бордоо боловсруулсан. Туршилтыг гурван жилийн хугацаанд хийсэн бөгөөд жил бүр ургамал тус бүрийг 3кг/тун нормоор бордсон. Туршилтын дүнд гурван настай ургамлын өндөр, мөчрийн диаметр, титэм өргөнийг тодорхойлоход *N. cadamba* нь хамгийн өндөр өсөлтийг үзүүлсэн буюу 10.87 м ургасан нь хяналтаас 84%-иар их, диаметр нь 13.45 см байсан нь хяналтаас 45%-иар их, *N.orientalis* болон *N.macrophylla* нь 9.27-8.15 м буюу хяналтаас 67-69%-иар өндөр ургасан, диаметр нь 12.71-10.31 см буюу хяналтаас 45-100%-иар илүү байгааг үзүүлжээ [21].

2016, 2017 онд Тонг нар Бээжин (116°18' E, 39°30' N) дахь Дасин дүүргийн Юфад байрладаг тэгш тал ойжуулалтын төслийн талбайд тарьсан *Styphnolobium japonicum* модыг бордон туршсан. Ойжуулалтын ногоон хог хаягдал түүхий эдийг мочеви́н болон ашигт мөөгөнцрийн *Trichoderma spp*-ийн холимог (60%, v/v) болон *Phanerochaete chrysosporium* Burdsall (40%, v/v) зэрэг ашигтай бичил биетний хослолоор боловсруулав. Компост бордоог 42 хоногийн турш боловсруулсан. Компост бордоог 3 хувилбараар

бордсон туршилтын үр дүнг хяналттай харьцуулахад хөрсний pH-г 7.28-7.48 болгон бууруулж, хөрсний нийт азот, хөдөлгөөнт фосфор, хөдөлгөөнт кали тус бүр 25-28%, 200-400%, 80-177% тус тус нэмэгдсэн байна [22].

Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-ний тарьцыг бордсон “Урга” биобордоог олон төрлийн ашигтай бичил биетнийг ашиглан гарган авсан. Ашигт бичил биетүүд нь бие биеийнхээ идэвхийг дэмжин идэвхтэй өсөж үрждэг учраас тус бүрийн тодорхой үүргийг гүйцэтгэн үржил шим багатай хөрсийг баяжуулж, ургамлын өсөлт хөгжлийг дэмждэг [16]. 2015, 2016 онд Сайнбилэг нарын Төв аймгийн Баянчандмань сумын “Мянган хурга” нэртэй газарт байрлах “Мон-Агроник” ХХК-ийн мод үржүүлгийн талбай дахь Сибирь нарсанд (*Pinus sibirica*) хийсэн туршилтаас харахад компост бордоогоор бордсон модны дундаж өндрийг хяналтын бүлэгтэй харьцуулахад 1.37 см/жил, шингэн “Урга” биобордоогоор бордсон үед 8.57 см/жилээр тус тус нэмэгдсэн. Харин бидний судалгаагаар туршилтын 2 дахь жилд (2024 он) Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-г компост бордоогоор бордоход модны дундаж өндөр хяналтын бүлэгтэй харьцуулахад 15.18 см/жилээр нэмэгдсэн нь статистикийн хувьд эрс ялгаатай байв. Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-ний хяналтын бүлгийн жилийн өсөлт 69 см/жил, компост бордоогоор бордсон үед 84.18 см/жил байв. Компост бордоогоор бордсон модны өсөлтийн дундаж үзүүлэлтийг туршилт эхлэх үеийн хэмжилтийн дундаж утгатай харьцуулахад Р утга нь 0.005 буюу Сибирь шинэсний ургалтад компост бордоо нөлөөлж байгааг харуулж байна (1-р зураг).

Сибирь шинэс (*Larix sibirica*) өсөлт, см/жил



1-р зураг. Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-г компост бордоогоор бордсон үр дүн

Дүгнэлт

1. Сибирь шинэс (*Larix sibirica*)-г компост бордоогоор бордоход модны жилийн дундаж өсөлт нэмэгдэж, хөрсний эрүүл төлөв байдалд эерэг нөлөө үзүүлж байна.
2. Органик хог хаягдал зэрэг түүхий эдийг бичил биетнээр боловсруулан компост бордоо үйлдвэрлэх нь хөрсний үржил шимийг сайжруулж, бохирдлыг бууруулах, биобүтээмжийг нэмэгдүүлэхэд чухал ач холбогдолтой байна.

Талархал

Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэх нөхцөл боломжийг олгосон БСШУЯ, Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан, ШУА-ийн Биологийн Хүрээлэн, “Дэлхийн Цэцэрлэгт хүрээлэн Монголд” ТББ-н хамт олонд талархаж байгаагаа илэрхийлье.

Ашигласан бүтээл

- [1] J. Singh and A. S. Kalamdhad, “Assessment of compost quality in agitated pile composting of water hyacinth collected from different sources” International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, vol. 4, no. 3, pp. 175-183, Sep. 2015, <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0097-z>
- [2] Z. Wang, Y. Xu, T. Yang, Y. Liu, T. Zheng, and C. Zheng, “Effects of biochar carried microbial agent on compost quality, greenhouse gas emission and bacterial community during sheep manure composting” Biochar, vol. 5, no. 1, Dec. 2023, <https://doi.org/10.1007/s42773-022-00202-w>
- [3] “Биотехнологийн хөгжил ба генетик нөөцийн ашиглалт” Онол-практикийн бага хурлын эмхэтгэл. 2018.

[4] Ганхуяг. Ш, ЭМ технологи. 2008.

[5] D. Hidalgo, F. Corona, and J. M. Martín-Marroquín, “Manure biostabilization by effective microorganisms as a way to improve its agronomic value” Oct. 01, 2022, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02428-x>

[6] Монгол орны ойн салбарын нэгдсэн лавлах, “Ногоон лавлах,” 2024.

[7] Дорждэрэм. Т., Түвшинсайхан. Э., Ариунбаатар. Т., “Сибирь шинэсний (*Larix sibirica* Ldb) үрийн морфологи хэмжээг харьцуулсан судалгаа” Ерөнхий болон сорилын биологийн хүрээлэн, Эрдэм шинжилгээний бүтээл, pp. 106-112, 2017.

[8] Эрдэнэжав. Г, Атаршсан газар ба хөрсний үржил шим. 2008.

[9] Монгол Улсын Стандартчилал Хэмжил Зүйн Үндэсний Төв, “MNS 6341:2012, Хөрсний чанар, Хөрсөнд эрүүл зүйн нян судлалын шинжилгээний арга,” Улаанбаатар, 2012.

[10] Монгол Улсын Стандартчилал Хэмжил Зүйн Үндэсний Төв, “MNS ISO 18400-206:2016, Хөрсний чанар, дээж авах, савлах, тээвэрлэх стандарт.”

[11] C. Lin, N. K. Cheruiyot, X. T. Bui, and H. H. Ngo, “Composting and its application in bioremediation of organic contaminants”, 2022, Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.2017624>

[12] T. Ahmed et al., “Fertilization of Microbial Composts: A Technology for Improving Stress Resilience in Plants”, Oct. 01, 2023, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants12203550>

[13] Z. Y. Yang et al., “Composite bacterial agent increases microbial diversity and speeds up the composting process of sheep manure and tailed vegetables on

- Tibetan Plateau”, *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, vol. 30, no. 2, pp. 406-416, 2024, <https://doi.org/10.11674/zwyf.2023363>
- [14] X. Zhao, J. Li, Z. Che, and L. Xue, “Succession of the Bacterial Communities and Functional Characteristics in Sheep Manure Composting”, *Biology (Basel)*, vol. 11, no. 8, Aug. 2022, <https://doi.org/10.3390/biology11081181>
- [15] Батмагнай. Г, “Хүлэмжинд ургуулсан Сибирь шинэсний тарьцын өсөлтөнд бордооны нөлөөг судалсан дүнгээс”, *Монгол орны геоэкологийн асуудал*, pp. 96-102, 2011.
- [16] Рэнцэнханд. Ц., Цэрэндулам. Д. Сайнбилэг. П., “Бүтээмжит бичил биетний гаралтай биобордоог нарс (*Pinus sylvestris* L.) модонд туршсан дүнгээс”, *Хүрэл тогоот -2017. Биологи, ХАА-н салбар, Бүтээлийн эмхэтгэл*, pp. 106-112, 2017.
- [17] J. Bai et al., “Effects of Sewage Sludge Application on Plant Growth and Soil Characteristics at a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* Plantation in Horqin Sandy Land,” *Forests*, vol. 13, no. 7, Jul. 2022, <https://doi.org/10.3390/f13070984>
- [18] Базарсад. Ч, “Сибирь шинэсний тарьцын өсөлтөд үзүүлэх бордооны нөлөөг судалж эхэлсэн зарим үр дүнгээс”, *БНМАУ-ын Ойн нөөц сэргээх асуудалд*, Улаанбаатар, pp. 29-35, 1989.
- [19] Зулцэцэг. Ч., Наранбаяр. Э., Баяртулга. Б., Батсайхан. Г. Сайнбилэг. П., “Сибирь шинэсний (*Larix Sibirica* Ldb) тарьцанд үзүүлэх биобордооны нөлөө”, *Ургамал хамгааллын эрдэм шинжилгээний хүрээлэнгийн бүтээл*, pp. 99-104, 2019.
- [20] Батдорж. Д, Цогтбаатар. Ж., Вандандорж. С. “Монгол орны геоэкологийн асуудал”, *Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн*, vol. 42, pp. 507-513, Dec. 2021.
- [21] D. J. Sudrajat, Y. Bramasto, B. Litbang, T. Perbenihan, T. Hutan, and K. P. Putri, “Early Growth Comparison of the Fast-Growing Tree Species in Mixed-Species Plantation Planted with Agroforestry and Biofertilization”, *Article in International Journal of Agriculture and Biology*, 2024, <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2151>
- [22] J. Tong, X. Sun, S. Li, B. Qu, and L. Wan, “Reutilization of green waste as compost for soil improvement in the afforested land of the Beijing Plain”, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 10, no. 7, Jul. 2018, <https://doi.org/10.3390/su10072376>