

ХӨРСНИЙ ХӨДӨЛГӨӨНТ ФОСФОР ТОДОРХОЙЛОХ АРГУУДЫГ ХАРЬЦУУЛАХ НЬ

Х.ЗОЛЖАРГАЛ^{1*}, Б.НАМУУН²

¹Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА.

² Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль
zoljargalk@gmail.com

Comparison of soil available phosphorus analyse methods

Phosphorus is an essential nutrient in plants required for root establishment. There are many methods for the extraction of available forms; however the choice is dependent on several factors among them soil pH. Forty nine samples were collected from three different sites from Bayankhongor, Orkhon aimag and Ulaanbaatar city. The samples were air dried, sieved, under 2 mm sieve and stored in sample bags for subsequent analysis. Phosphorus extractions of were carried out using a basic extractants. The extracts of Machigin and Olsen were measured colorimetrically by the hydrazine method and ascorbic acid method at 630 nm and 880 nm wavelength respectively. The soils had a pH range of between 6.98-7.80; phosphorus, 3.70-71.4 mg P/ kg by Machigin and 2.22-21.37 mg P/kg by Olsen. The methods were linearly correlated ($r=0.82$).

Түлхүүр үг: Хөрсний хөдөлгөөнт фосфор, Мачигины арга, Олсены арга

Оршил

Хөрсөнд агуулагдаж байгаа шим тэжээлийн бодисуудыг ургамалд ашиглагдахгүй (усанд уусахгүй, шингэцгүй), ургамалд ашиглагдах (усанд уусдаг, шингэцтэй) хэлбэрийн гэж хоёр хувааж үздэг. Хөрсөн дэх шим тэжээлийн бодисын ихэнхи нь шим болон эрдэс нэгдлийн байдлаар усанд уусахгүй хэлбэртэй байдаг. Зөвхөн багахан хэмжээний тэжээлийн бодисууд усанд уусдаг давс хэлбэрээр ургамлын хооллолтонд ашиглагддаг. Фосфор нь ургамал, хөрсөнд аль алинд нь зайлшгүй шаардлагатай гол шим тэжээлийн бодис юм. Ялангуяа өсөлт хөгжилтийн эхний үе шатуудад залуу ургамлын өсөлт хөгжилт, үндэсний нэвтрэх чадварт фосфор чухал нөлөөтэй. Фосфор эсийн мембраныг бүрдүүлэхээс гадна энерги шилжих процесст гол үүрэг гүйцэтгэнэ (Tisdale and Nelson., 1975). Үүнээс гадна фосфор нь хөрсний амьд организмуудыг идэвхжүүлэх ба улмаар идэвхжсэн микроорганизмын нөлөөгөөр шим тэжээлийн бодисын ургамалд ашиглагдах үйл явц сайжирдаг. Хөрсний фосфор хөрсний салхины элэгдэл, усны эвдрэлээр алдагдахаас гадна ургацаар алдагдана. Тариалангийн эдэлбэр газрыг усны эвдрэлд нэрвэгдэхээс урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Фосфор нь хөдөлгөөнтэй хэлбэрт

* ZOLJARGAL Khavtgai. Institute Geography-Geoecology, MAS

муу шилждэг учраас хөдөлгөөнт хэлбэрт байгаа хэмжээг тодорхойлох хэцүү. Олсены арга нь хөрсний фосфорыг бикарбонатаар үйлчилж хялбархан уусдаг кальцийн фосфат болгон хөдөлгөөнт хэлбэрийг нь тодорхойлно. Мачигины аргын хувьд фосфор нь молибден хүчлийн аммонитой хүчиллэг орчинд (рН=2.4-н) хөх өнгөтэй нэгдэл үүсгэх бөгөөд энэ өнгөт нэгдлийн гэрлийн нягт, уусмал дахь фосфор хоёрын хэмжээ шууд хамааралтайг ашиглан гэрлийн нягтыг хэмжих замаар фосфорын хэмжээг тодорхойлно.

Судалгааны материал арга зүй

Судалгаа явуулсан газар, дээж авалт

Судалгаанд 2019 оны 6-р сард Баянхонгор аймгийн Баянговь сумын нутгаас авсан 31 , Орхон аймгийн Баян-Өндөр сумаас авсан 10 , Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргээс авсан 8 нийт 49 дээжийг ашиглав. Хөрсний дээжийг 0-10, 10-30, 30-50, 50-100 болон 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 см-ийн гүнээс нийт 17 зүсэлтийн 49 хөрсний дээжийг тус бүр 2 давталттайгаар авав. Зүсэлт бүрээс эзлэхүүн жингийн дээжийг 15 см-ийн гүнд авлаа.

Лабораторийн задлан шинжилгээ

Хөрсний дээжийг ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид (ISO 11464:2006 Soil quality-Pre-treatment of samples for physico-chemical analyses) стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатааж, 2 мм-ээр шигшиж, лабораторийн задлан шинжилгээг хийв. Лабораторийн задлан шинжилгээгээр хөрсний органик нүүрстөрөгч, ялзмаг, рН, СаСО₃, цахилгаан дамжуулах чанар (ЕС), хөдөлгөөнд фосфор, кали, мөн хөрсний ус, физик шинж чанарын үзүүлэлт болох механик бүрэлдэхүүн (элс 2-0.05 мм, тоос 0.05-0.002 мм, шавар <0.002 мм), эзлэхүүн жин, чулуу зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов. Хөрсний органик нүүрстөрөгч нь хөрсний органик бодис (ялзмаг)-ын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг болдог ба үржил шимийг илэрхийлэгч гол үзүүлэлт юм. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг шууд хэмжихэд төвөгтэй тул лабораторид тодорхойлдог.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг И.В.Тюрины аргаар тодорхойлсон ба аргын зарчим нь хөрсний органик бодисыг нүүрстөрөгчийн 0.4н бихроматын (K₂Cr₂O₇) уусмалаар исэлдүүлж, илүүдэл бихроматыг морын давсны уусмалаар титрлэхэд зарцуулагдсан уусмалын хэмжээгээр тооцоолов.

Хөрсний хөдөлгөөнт фосфор тодорхойлох Мачигины арга

Фосфорыг Мачигины аргаар тодорхойлохдоо урьдчилан шигшиж бэлтгэсэн хөрснөөс 5г дээж жигнэн авч 100мл (NH₄)₂CO₃ дээрээс нь хийж 1 цаг

сэгсэрнэ. Эсвэл 18-24 цаг хөдөлгөөнгүйгээр тавьж байлгана. Хугацаа дуусмагц шүүнэ. Шүүгдсэнээс 20мл-г авч 50мл-н хэмжээт колбонд хийж дээрээс нь 2мл 2.5 % $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ мөн 2мл 0.4н KMnO_4 нэмж 2 минут сулавтар буцалгана. Халуун байхад нь 1мл 10% глюкозын уусмал хийж ягаан өнгийг арилгаад хөргөнө. Хөргөсний дараа 1мл хүхэр хүчлийн гидразины уусмал нэмж сэгсэрч 20 минут байлгаад хуваарийн хэмжээс хүртэл нэрмэл усаар дүүргэж уусмалын гэрлийн нягтыг спектрофотометрийн багажаар $\lambda=630\text{nm}$ долгионы уртад хэмжинэ. Шинжилгээ хийх бүртээ стандарт уусмалыг бэлтгэн тодорхойлно. Үүний тулд 0.1917г KH_2PO_4 (талстжуулсан фосфорын хүчлийн хүчиллэг кали) жигнэн авч 1л-ийн хэмжээт колбонд хийж нэрмэл усаар хуваарийн зураас хүртэл дүүргэнэ. Энэ нь 1мл-тээ 0.1мг фосфор агуулна. Бараан шилэнд хадгална. Ажлын үед шууд хэрэглэх уусмалыг 10 дахин шингэлж (10мл-г авч 100мл болтол нэрмэл ус нэмнэ) хэрэглэх бөгөөд хэрэглэх өдрөө шингэлнэ. Энэ нь 1мл-тээ 0.01мг фосфор агуулна. Дараа нь стандарт уусмалынхаа гэрлийн нягтыг хэмжиж жиших муруй байгуулна. Жиших муруйг байгуулахын тулд ажлын уусмалаас тус бүр 0,0.5,1,2,3,4,5,6мл авч 50мл-н 8 ширхэг хэмжээт колбонд хийх ба 50мл-н колбон дахь фосфорын хэмжээ(мг)0.0, 0.005, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 0.05, 0.06мг болно. Эдгээр колботой уусмалууд дээрээ 20мл 1%-н $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 2мл 2.5 %-н $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ мөн 2мл 0.4N KMnO_4 уусмалуудыг хийж 2 минут сулавтар буцалгана. Буцалсны дараа халуун байхад нь 10% глюкозын уусмал 1мл хийж өнгөгүй болгоно. Хөргөөд 1мл хүхэр хүчлийн гидразины уусмал нэмж сэгсэрч 20 минут байлгаад хуваарийн хэмжээс хүртэл нэрмэл усаар дүүргэж уусмалын гэрлийн нягтыг хэмжинэ.

Хөрсний хөдөлгөөнт фосфор тодорхойлох Олсены арга

Урьдчилан 2 мм-р шигшиж хатааж бэлтгэсэн хөрснөөс 5г дээж жигнэн авч 100 мл-ийн саванд хийн дээрээс нь 0.5 мг идэвхжүүлсэн нүүрс нэмээд дээрээс нь 100мл 0.5 М NaHCO_3 (рН=8.5) хийж 30 минут сэгсрээд шүүнэ. Шинжилгээнд хэрэглэгдэх өнгө үүсгэгч буюу урвалж В-г найруулахдаа эхлээд урвалж А-г дараах байдлаар бэлтгэнэ. Үүнд: 1. 12 гр $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ жигнэн авч 250 мл нэрмэл усанд бага зэрэг халаан уусгана. 2. 0.2901 гр сурьма калийн тартрейт $(\text{KSbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ жигнэн 100 мл нэрсэн усанд уусгана. 3. 140 мл концентрацитай хүхрийн хүчлийг 1 л нэрсэн усанд бага багаар нэмж 2.5 М H_2SO_4 уусмал бэлтгэнэ. 4. Урвалж А-г бэлтгэхдээ 2 л-ийн хэмжээт колбонд 250 мл $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 100 мл сурьма калийн тартрейт $(\text{KSbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ мөн 1 л 2.5 М H_2SO_4 хийн холиод хэмжээс хүртэл нэрмэл усаар дүүргэнэ. 5. 2.64 гр аскорбины хүчлийг

жигнэн авч 500 мл урвалж А-д уусган урвалж В-г бэлтгэнэ. Энэ урвалжаа 12 цаг байлган шинжилгээнд хэрэглэнэ. 6. 16.8 мл концентрацитай хүхрийн хүчлийг 1 л нэрсэн усанд бага багаар нэмж 0.3 М H₂SO₄ уусмал бэлтгэнэ. Шүүгдсэнээс 5-10 мл-г авч 50мл-н хэмжээт колбонд хийж дээрээс нь 5мл 0.3 М H₂SO₄ болон 10 мл өнгө үүсгэгч уусмал хийнэ. Бүх урвалжийг холиод 15 минут байлгаад хуваарийн хэмжээс хүртэл нэрмэл усаар дүүргэж уусмалын гэрлийн нягтыг спектрофотометрийн багажаар λ=880 нм долгионы уртад хэмжинэ. Шинжилгээ хийх бүртээ стандарт уусмалыг бэлтгэн тодорхойлно. Үүний тулд эхлээд 100 ppm стандартын уусмал бэлтгэнэ. 0.2197г KН₂РO₄ (110°С-т 1 цаг хатааж бэлтгэнэ) жигнэн авч 500 мл-ийн хэмжээт колбонд хийж 5 мл концентрацитай хүхрийн хүчил нэмэн нэрмэл усаар хуваарийн зураас хүртэл дүүргэнэ. 5 ppm стандартын уусмал бэлтгэхийн тулд 100 ppm эх уусмалаас 5 мл-ийг 100 мл-н хэмжээт колбонд хийн хэмжээс хүртэл нэрсэн усаар дүүргэнэ. Жиших муруйг байгуулахын тулд 5 ppm уусмалаас тус бүр 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 мл авч 50мл-н хэмжээт колбонд хийх ба 50мл-н колбон дахь фосфорын хэмжээ(ppm)0.0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 0.4 ppm болно. Эдгээр колботой уусмалууд дээрээ 5мл 0.5 М NaHCO₃ (pH=8.5) 5мл 0.3 М H₂SO₄, 25 мл нэрсэн ус болон 10 мл өнгө үүсгэгч уусмал хийгээд хэмжээс хүртэл нэхсэн усаар дүүргээд 15 минутын дараа уусмалын гэрлийн нягтыг спектрофотометрийн багажаар λ=880 нм долгионы уртад хэмжинэ.

Хөрсний хөдөлгөөнт фосфор тодорхойлох Мачигины болон Олсены аргын сул ба давуу талууд

Мачигины арга нь бүх урвалжаа холиод 2 минут буцалгах буюу шатаадаг нь жигд биш буцалж шинжилгээний үр дүнд нөлөөлөх сул талтай. Хөрсийг нүүрсхүчлийн аммонийн уусмалаар хандлахад ялзмаг ихтэй хөрс тод шар өнгө өгдөг. Энэ тод шар өнгийг нь арилгахгүй бол шинжилгээний эцсийн дүнд нөлөөлдөг учраас мангани хүчлийн калийн уусмалаар органик бодисыг исэлдүүлж шар өнгийг арилгана. Олсены арга нь буцалгадаггүй холилдуулахад өнгөө маш хурдан өгдөг нарийвчлал сайтай арга юм. Энэ аргын хувьд шар өнгийг арилгахын тулд идэвхжүүлсэн нүүрсийг (charcoal) хөрс уусмалтайгаа хамтад нь хийж сэгсэрдэг. Мачигины аргад өнгөө өгсөний дараа 20 минутанд багтаан хэмжих хэрэгтэй болдог бол Олсены аргад 24 цагийн туршид өнгө нь хадгалагддаг. Мачигины аргын хувьд нэг шүүсэн уусмалдаа хөдөлгөөнт фосфор, калийг хамтад нь тодорхойлдог давуу талтай. Харин Олсены аргын хувьд хөдөлгөөнт фосфор, калийг өөр өөр уусмалд тодорхойлдог ялгаатай.

Судалгааны үр дүн

Хөрсний хими, физик шинж чанар

Хүрэн, Цайвархүрэн, Мараалаг бор, Говийн шал хөрсний 17 зүсэлтийн 49 дээжинд хийсэн хими, физик шинж чанарын шинжилгээний дүнг хүснэгт 1-т харуулав.

Хүснэгт 1. Хөрсний хими, физикийн задлан шинжилгээний статистик үзүүлэлт

Хувьсагч	Тоо хэмжэ	Доод	Дээд	Дундаж	СтХаз*
pH	49	6.98	8.68	7.80	0.39
CaCO ₃ , %	49	0.00	29.45	5.32	7.64
Ялзмаг, %	49	0.04	5.68	2.80	1.44
EC _{2.5} , dS/m	49	0.07	9.38	1.94	1.95
Фосфор-Мачигин, мг кг ⁻¹	49	3.70	71.4	2.04	18.78
Фосфор-Olsen, мг кг ⁻¹	49	2.22	21.37	6.42	4.27
Элс	49	16.90	81.90	53.64	14.67
Тоос	49	8.80	51.90	26.29	9.62
Шавар	49	9.30	44.30	20.00	9.02

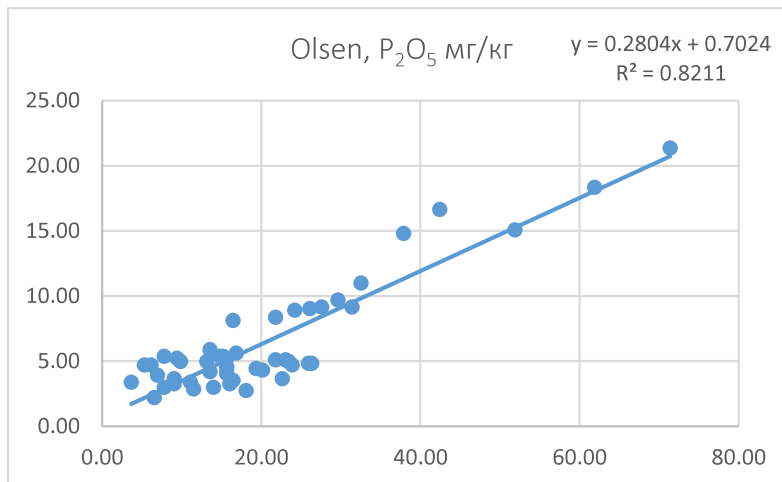
*СтХаз - Стандарт хазайлт

Хөрсний хими, физикийн үзүүлэлтүүдээс харахад үржил шимийн голлох үзүүлэлт болох ялзмагийн агууламж 0.04-5.68 % байна (1 дүгээр хүснэгт). 0-10 см, 10-30, 30-50, 50-100 см гүнд хөрсөн дэх хөдөлгөөнт фосфорын (P₂O₅) агууламж Мачигины аргаар 20.7, 16.2, 12 болон 13.1 мг/кг тус тус байна. Харин эдгээр гүнд хөдөлгөөнт фосфорын агууламж Олсены аргаар 6.26, 4.85, 4.28 болон 4.45 мг/кг тус тус байна. Хөрсний карбонат 0.0-29.45 %, хөрсний урвалын орчин (pH) дунджаар 7.8, сул шүлтлэг шинжтэй байна. Цахилгаан дамжуулах чанар (EC)-ыг тодорхойлсон дүнгээр хөрсний бүх дээжинд 0.070-9.38 dS/m байна. Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг элс, тоос, шаврын харьцаагаар тодорхойлсон шинжилгээний дүнгээр судалгааны хөрс дэх элсэн фракц (2-0.05мм)-ийн хэмжээ 16.9-81.9 %, тоосон фракц (0.05-0.002мм)-ийн хэмжээ 8.8-51.9 %, шавар фракц (<0.002мм)-ийн хэмжээ 9.30-44.3 % байна.

Мачигины болон Олсены фосфорын харилцан хамаарал

Хөрсний хөдөлгөөнт фосфорыг тодорхойлох оросын Мачигин арга ба олон улсын Олсены аргын фосфор нь хоорондоо эерэг ($r=0.8211$) хамааралтай (Зураг 1). Энэ нь хөрсний хөдөлгөөнт фосфорыг тодорхойлох Мачигины аргын оронд Олсены аргыг хэрэглэж болохыг харуулж байна. Мачигины

аргын фосфорын нэгж нь мг 100 г⁻¹ Олсены аргын фосфорын нэгж нь мг кг⁻¹ –аар тодорхойлдогийг ижил болгон мг кг⁻¹ болгон харьцуулалтыг хийв.



Зураг 1. Мачигины болон Олсены фосфорын харилцан хамаарал

Хэлэлцүүлэг

Олсены аргаар шинжилгээгээр олсон фосфор нь Мачигины аргаар олсон фосфорын хэмжээнээс бага байна. Хөрсний хөдөлгөөнт фосфорын агууламжаар Мачигины аргаар олсон фосфорыг дараах байдлаар бүлэглэдэг. <10 мг/кг маш бага, 11-15 мг/кг бага, 16-30 мг/кг дунд, 31-45 мг/кг хангалттай, 46-60 мг/кг их, >60 маш их ангилалд ордог. Thomas and Peaslee (1973) Олсены аргаар олсон фосфорын дүнгээр 10 мг/кг хэмжээ нь ургамал ургах хамгийн тохиромжтой хэмжээ хэмээн тодорхойлжээ. Олсены аргаар олсон фосфорын хэмжээг <15 мг/кг бага, 15-22.5 мг/кг дунд, 22.5-30 мг/кг их, >30 маш их гэж ангилсан байдаг. Энэ 2 арга нь хүчиллэг болон карбонаттай хөрсөнд хоёуланд нь тохирдог.

Дүгнэлт

Бид хөрсний хөдөлгөөнт фосфор тодорхойлох хоёр аргыг харьцуулан шинжилж үзлээ. Мачигины арга нь Орос арга бөгөөд манай оронд маш түгээмэл хэрэглэдэг. Олсены арга нь карбонаттай болон шүлтлэг хөрсөнд фосфор тодорхойлдог олон улсын арга юм. Одоо үед хөрсний шинжилгээ хийхэд дан ганц оросын аргыг хэрэглэх нь учир дутагдалтай болсон учир олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн аргуудыг судалгаа шинжилгээндээ ашиглах хэрэгцээ шаардлага урган гарч байна. Хөрсний хөдөлгөөнт фосфорыг тодорхойлох Оросын Мачигины аргын фосфор ба олон улсын Олсены аргын фосфор нь хоорондоо эерэг ($r=0.8211$) хамааралтай байна.

Энэ нь хөрсний хөдөлгөөнт фосфорыг тодорхойлох Мачигины аргын оронд Олсены аргыг хэрэглэж болохыг харуулж байна.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг доктор О.Батхишигийн удирдаж буй “Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс” суурь судалгааны төслийн хүрээнд гүйцэтгэв.Тус судалгааг хийж гүйцэтгэхэд тусалсан салбарын хамт олондоо гүн талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

- Аринушкина, Е. В. (1962), Руководство по химическому анализу почв. Издательство Московского Университета. стр.387-389.
- Landon, J.R. (1991), Booker Tropical Soils Manual: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. John Wiley & Sons Inc., New York. pp.133-137.
- Olsen, S. R., and Sommers, L. E., Phosphorus. In: Page (1982). (Eds.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph №.9 (Second edition), pp 403-429).
- Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe, F.S and Dean, L.A. (1954), Estimation of Available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate USDA Cir. 939 USDA, Washington DC.
- Tomas, G.W and Peaslee, D.W., Testing soils for phosphorus. P. 115-132. In: Walsh L.M and Beaten JD (Eds.). Soil testing and plant analysis. SSSA book Seer. 3. SSSA, madison, WI.
- Koralage, I. S. A, Weerasinghe, P Silva, N. R. N and De Silva, C. S (2015). The Determination of Available Phosphorus in Soil: A Quick and Simple Method OUSL Journal . Vol. 8, pp. 1-17.