

Давсанд мэдрэг ургамлын морфологи, физиологийн зарим үзүүлэлтэд давсны бэлдмэлийн үзүүлэх нөлөө

Идэрхурцын Дөлгөөн¹, Бадгаагийн Амарсанаа², Товуугийн Алтанзаяа¹, Ванжилдоржийн Энхчимэг*¹

¹Мал аж ахуй, биотехнологийн сургууль, ХААИС, Зайсан 17024, Улаанбаатар

²Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Шинжлэх ухааны академи, Энхтайвны өргөн чөлөө 13343, Улаанбаатар

*Холбоо баригч зохиогч: enkhchimeg.v@mul.su.edu.mn

 - <https://orcid.org/0000-0002-5919-0350>

Хүлээн авсан: 14.10.2020

Хянасан: 16.01.2021

Хэвлэлтэд орсон: 10.02.2021

Хураангуй

Байгаль орчинд ээлтэй, хотын ногоон байгууламжийн ургамалд хоруу чанар багатай бэлдмэлийг хот суурин газрын цас хайлуулах зорилгоор ашиглах зайлшгүй шаардлага тулгараад байна. Энэхүү туршилтад бид хотын ногоон байгууламжид тарьдаг давсанд мэдрэг ургамлын төлөөлөл болох нийлмэл цэцэгтний овгийн навчит байцаа (*Lactuca sativa*) –г сонгон авч өвөл замын цас хайлуулах зориулалтаар хийгдсэн ялгаатай найрлага болон концентраци бүхий давсны бэлдмэлүүдээр үйлчлэн давсны стресс ногоон байгууламжийн ургамлын морфологи, физиологит хэрхэн нөлөөлж байгааг тодорхойлов. Судалгаанд NaCl суурьтай ч 0-450 мМ хүртлэх концентрацитай, NaCl:CaCl₂ (50:50), NaCl:HCOONa (50:50), болон NaCl:HCOONa:CaCl₂ (50:25:25) найрлагын агууламжаар ялгаатай давсны уусмалуудыг ашиглав. Энэхүү судалгааны үр дүнд бид хотын ногоон байгууламжийн ургамалд сөрөг нөлөө багатай замын цас хайлуулах давсны төрөл, концентрацийг тогтоох ач холбогдолтой. Судалгааны үр дүнгээс харахад NaCl:CaCl₂ (50:50) харьцаатай давс нь үрийн соёлолт, өсөлтийг дарангуйлж ургамал стрессд хамгийн түрүүлж өртөж байсан бол ялангуяа, NaCl:HCOONa (50:50) найрлагатай давсны уусмалаар үйлчлэхэд навчит байцааны морфологи (үндэсний урт, ишний урт, навчны хуурай жин) болон физиологийн (үрийн ус шингээх эрчим, үрийн соёлолт, хлорофиллын агууламж) үзүүлэлтүүдэд стрессийн шинж тэмдгүүд болох өсөлт, хөгжилт удаашрах, гандах байдал харьцангуй бага илэрлээ. Хэрэв бэлдмэл 1 ба 3-ыг цас хайлуулахад ашиглах тохиолдолд концентрацийг 100-150 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байх, бэлдмэл 2-ыг 250 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байвал давсанд мэдрэг ургамалд үзүүлэх сөрөг нөлөө бага байж болно.

Түлхүүр үгс: Навчит байцаа, давсны стресс, морфологи болон физиологийн үзүүлэлт, хоруу чанар багатай давсны бэлдмэл

Оршил

Улаанбаатар хотод цас хайлуулах зорилгоор жилдээ 180 орчим тн давсыг зарцуулдаг бөгөөд давсны хэрэглээ ихэссэнтэй холбоотойгоор Улаанбаатар хотын хөрсний давсжилтын хэмжээ 6-17 дахин нэмэгдсэн. Нийт ногоон байгууламжийн 40 гаруй хувь нь ургамал ургахад сөргөөр нөлөөлөхүйц их давсжилттай байна [1]. Ногоон байгууламжид тариалдаг ургамлыг стрессд оруулдаг эх үүсвэрийн нэг нь өвлийн улиралд авто зам, явган хүний зам дээрх цас мөсийг хайлуулдаг давс юм. Хот суурин газар цас хайлуулах зорилгоор үйлдвэрлэгддэг

давснуудын ихэнхийн хувьд натри хлор (NaCl) орсон байдаг. Энэ нь ногоон байгууламжийн ургамлын өсөлт, хөгжилтийг саатуулж, ионы хуримтлал үүсгэдэг. 2010 оноос хойш зам талбай ихэссэнтэй холбоотойгоор давсны хэрэглээ 5,4 дахин нэмэгдсэн [1]. Өндөр концентрацитай натри хлорид ургамлын үндсээр нэвчсэнээр ургамал өөртөө хэрэгцээт эрдэс тэжээлүүд болох фосфор, калийг авч чадахгүй болсноор тэдгээрийн дутагдалд ордог. Ялангуяа хлорын ионы хэт хуримтлал нь ургамлын эс, эдэд хортой нөлөөтэй бөгөөд навч хүрээнтэй харлах,

фотосинтез болон хлорофиллын нийлэгжилт саатах зэргээр ургамлын өсөлт, хөгжлийн хэвийн үйл ажиллагааг алдагдуулдаг байна [2]. Иймээс байгаль орчинд ээлтэй, хотын ногоон байгууламжийн ургамалд хоруу чанар багатай бэлдмэлийг хот суурин газрын цас хайлуулах зорилгоор ашиглах зайлшгүй шаардлага тулгараад байна. Үүнээс үндэслэн бид Хими, хими технологийн хүрээлэнгээс зам талбайн цас хайлуулах зорилгоор гаргасан натри хлор (NaCl) суурьтай давсны бэлдмэлүүдийн ургамалд үзүүлэх нөлөөллийг илрүүлэх зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэв. Судалгааны үр дүнд бид ургамалд ялангуяа хотын ногоон байгууламжид тарьдаг ургамалд хоруу чанар багатай зам талбайн цас хайлуулахад ашиглах боломжтой давсны бэлдмэлийг сонгох ач холбогдолтой. Туршилтад давсны бэлдмэлээр NaCl:CaCl₂ (50:50), NaCl:HCOONa (50:50), болон NaCl:HCOONa:CaCl₂ (50:25:25) гэсэн харьцаатай, найрлагын агууламжаар органик давс (HCOONa-формат натри) болон органик бус давс (NaCl:CaCl₂) ялгаатай давсаар үйлчлэх байдлаар ургамалд давсны стресс өгөх хэлбэрээр хоруу чанар багатай давсыг илрүүлэхийг зорив. Судалгааны материалаар нийлмэл цэцэгтний овгийн навчит байцаа хэмээх давсанд мэдрэг

Материал, арга зүй

Судалгааны материал

Туршилтад давсанд мэдрэг ургамлын төлөөлөл болох нийлмэл цэцэгтний овгийн навчит байцаа (*Lactuca sativa*)-г сонгон, ШУА-ны Хими, хими технологийн хүрээлэнгээс гаргасан давсны (NaCl) суурь бүхий NaCl + CaCl₂ (50 натри хлорид: 50 кальци хлорид – Бэлдмэл 1), NaCl + HCOONa (50 натри хлорид: 50 формат натри – Бэлдмэл 2), NaCl + CaCl₂ + HCOONa (50 натри хлорид: 25 кальци хлорид: 25 формат натри-Бэлдмэл 3) давсны хувилбаруудыг ашиглан судалгааг гүйцэтгэв.

$$\text{Ус шингээх эрчим, \%} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1}$$

W²-ус шингээсний дараах үрийн жин, гр

W¹- хуурай үрийн жин, гр

Үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индексд давсны үзүүлэх нөлөөг тогтоох

Навчит байцааны үрийг ариутгаад 3 давталттайгаар фильтрийн цаас бүхий петрийн аяганд 20 ширхэгээр байрлуулав. Өдөр бүр 10 мл давсны ялгаатай концентрацитай уусмалаар

шинж бүхий гликофит ургамлыг сонгов. Навчит байцаа нь эрүүл мэндэд чухал ач холбогдолтой хүнсний ургамал төдийгүй түүнийг хурдан ургадаг, арчилгаа бага шаарддаг, гоёмсог навчтай тул цэцэрлэгжүүлэлтэд зориулан шигүү тарьж цэцгийн мандал хийх мөн хотын ногоон байгууламжид өнгө үзэмж нэмэх зорилгоор гоёл чимэглэлийн ургамал болгон ашигладаг [3]. Навчит байцаа давсанд мэдрэг шинж чанартай болохыг Carillo нарын [4] судалгаагаар тогтоосон бөгөөд ойролцоогоор 200 мМ дээш давсны концентрацийг тэсвэрлэн ургах чадваргүйг тогтоожээ. Хөрсний усанд уусах давснууд 0,01%-иас дээшлэхэд гликофит ургамлуудын өсөлт удааширч эхэлдэг [5] бол галофит ургамлууд байгалийн давстай хөрс (хужир, мараа)-нд ургаж, ургалт нь хэвийн өсөлт, хөгжилтэй явагддаг онцлогтой. Галофитүүд нь давсны концентрацийн 300-400 мМ-с дээш хүртлэх концентрацийг тэсвэрлэх чадвартай байдаг [6]. Найрлагын агууламжаар ялгаатай давсны хувилбаруудыг навчит байцааны морфологи болон физиологийн үзүүлэлтээр нь судлан тогтоож, байгаль орчинд ээлтэй нөлөө үзүүлэх давсыг сонгож, ашиглах боломжийг гаргаж ирсэнээр энэхүү ажлын ач холбогдол оршино.

Үрийн ус шингээх эрчимд давсны үзүүлэх нөлөөг тогтоох

Навчит байцааны 20 ширхэг үрийг фильтрийн цаас бүхий петрийн аяганд байрлуулж давсны ялгаатай концентрацитай (0-450 мМ) уусмалаас тус бүр 10 мл-ийг авч усална. Ус шингээх эрчмийг үрэнд уусмалыг хийснээс хойш 24 цагийн дараа хэмжиж Akbarimoghaddam (2011) аргачлалаар [7] тооцов. Туршилтыг 3 давталттайгаар хийж гүйцэтгэв.

усалж туршилт эхэлсний дараах 2, 4, 6, 8 дах өдөр хэмжилт хийж үрийн соёлолтын индексээр давсжилтын нөлөөг үнэлэхдээ Sammar Raza (2012) арга зүйн [8] дагуу дараах томъёог ашиглав.

$$\text{Давсны стрессд орсон үрийн соёололтын индекс (\%)} = Nd2(1.0) + nd4(0.75) + nd6(0.5) + nd8(0.25)$$

nd: үрийн соёололтын ажиглалт тооцсон өдөр,

Давсны стрессд орсон үрийн соёололтын индекс: ажиглалт тооцсон өдөр соёолсон үрийн хувь

Үрийн соёололтын стресс тэсвэрлэлтийн индексийг дараах томъёогоор бодож гаргав.

Үрийн соёололтын стресс тэсвэрлэлтийн индекс

$$\% = \text{Давсны стрессд орсон үрийн соёололтын индекс} / \text{Хяналтын үрийн соёололтын индекс} \times 100$$

Навчит байцааны иш болон үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индексд давсны үзүүлэх нөлөөг тогтоох

Навчит байцааны 1 сартай ургамлыг давсны ялгаатай концентрацитай (0-450 мМ) уусмалуудаар ханатал нь услан ургамлын фенологийн ажиглалтыг өдөр бүр хийж

фенотипийн хувьд ялгаатай байдал үүссэн үед иш болон үндэсний хэмжилтийг хийж үндэсний болон ишний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индексийг Sammar Raza (2012) арга зүйн дагуу дараах томъёогоор тооцоолов [8]. Туршилтыг 3 давталттайгаар хийж гүйцэтгэв.

$$\text{Ишний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индекс (\%)} =$$

$$\frac{\text{Давсны стрессд орсон ургамлын ишний урт}}{\text{Хяналтын ургамлын ишний урт}} \times 100\%$$

$$\text{Үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индекс (\%)} =$$

$$\frac{\text{Давсны стрессд орсон ургамлын үндэсний урт}}{\text{Хяналтын ургамлын үндэсний урт}} \times 100\%$$

Ургамлын хуурай жингийн индексд давсны үзүүлэх нөлөөг тогтоох

Давсны стресст орсон болон хяналтын хувилбарын ургамлын навчийг таслан авч 70°C-ийн температурт 24 цаг хатаах шүүгээнд хатааж,

жинлэн хуурай жинг тодорхойлно [8]. Давсжилтын стресст өртсөн ургамлын хуурай жингийн индексийг Sammar Raza (2012) аргачлалаар хийж, доорх томъёогоор тооцоолно.

$$\text{Ургамлын хуурай жингийн индекс (\%)} = \frac{\text{Давсжилтанд өртсөн ургамлын хуурай жин}}{\text{Хяналтын ургамлын хуурай жин}} \times 100\%$$

Навчны нийт хлорофиллын агууламжид давсны үзүүлэх нөлөөг тогтоох

Хлорофиллын нийт агууламжийг Arnon (1949) арга зүйн [9] дагуу 80% ацетоны уусмал ашиглан

ургамлын дээжийг бэлтгэн спектрофотометр багаж ашиглан 645-663 нм долгионы урт дээр хэмжилт хийж доорх томъёог ашиглан бодолт хийв.

$$\text{Нийт хлорофилл (мг/мл)} = 20,2(A_{645}) + 8,02(A_{663})$$

Судалгааны үр дүн

Навчит байцаа (Lactuca sativa) - ны үрийн ус шингээх эрчимд давсны үзүүлэх нөлөө

Хөрсний давсжилт нь осмос даралтыг нэмэгдүүлж ус шингээлтийг хязгаарлах замаар ургамлын ургалт болон үрийн соёололтод сөргөөр нөлөөлдөг. Навчит байцааны үрийн ус шингээх эрчмийг найрлагын агууламжаар ялгаатай давсны бэлдмэлийн уусмалуудаар (0-450 мМ хүртэлх концентрацитай) үйлчлэн хяналттай харьцуулахад давсны концентраци нэмэгдэхийн хэрээр үрийн ус шингээх эрчим буурсан үзүүлэлттэй байв.

Бэлдмэл 1 болон 3-ын 300 мМ ба түүнээс дээш концентрацитай давсны уусмалаар үйлчлэхэд үрийн ус шингээх эрчим бүрэн зогсож байсан бол бэлдмэл 2-оор үйлчлэхэд үрийн ус шингээх эрчим харьцангуй өндөр концентрацитай буюу 450 мМ дээр бүрэн зогсож байв. Бага концентрацитай бэлдмэл 1 навчит байцааны үрийн ус шингээх эрчимд ямар ч сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй байсан бол 100 мМ концентрацитайгаар үйлчлэхэд үрийн ус шингээх эрчим хяналттай харьцуулахад 53,1%-иар, 150 мМ-д 57,8%-иар, 200 мМ-д 91,6%-иар, 250 мМ-д 95,8%-иар тус тус буурч 300 мМ-иор үйлчлэхэд бүрэн зогсож байв. Бэлдмэл 2-оор

үйлчлэхэд үрийн ус шингээх эрчим 50 мМ-д 32,6 %-иар, 100 мМ-д 34,7%-иар, 150 мМ-д 60,0%-иар, 200 мМ-д 72,6%-иар, 250 мМ-д 75,8%-иар, 300 мМ-д 81,1%-иар, 350 мМ-д 91,6%-иар, 400 мМ-д 95,8 %-иар тус тус буурч 450 мМ-иор үйлчлэхэд бүрэн зогсож байв. Бэлдмэл 3-аар үйлчлэхэд үрийн ус шингээх эрчим 50 мМ-д 64,6%-иар, 100 мМ-д 77,2%-иар, 150 мМ-д 82,3%-иар, 200 мМ-д 84,8%-иар, 250 мМ-д

87,3%-иар тус тус буурч, бэлдмэл 1-ээр үйлчлүүлсэний адилаар 300 мМ-д үрийн ус шингээх эрчим бүрэн зогсож байв (Зураг 1). Судалгааны дүнгээс харвал бэлдмэл 2 буюу NaCl + HCOONa (50 натри хлорид: 50 формат натри) давсны ургамлын үрийн ус шингээх эрчимд нөлөөлөх сөрөг нөлөөлөл хамгийн бага байна гэж үзэж болохоор байна.

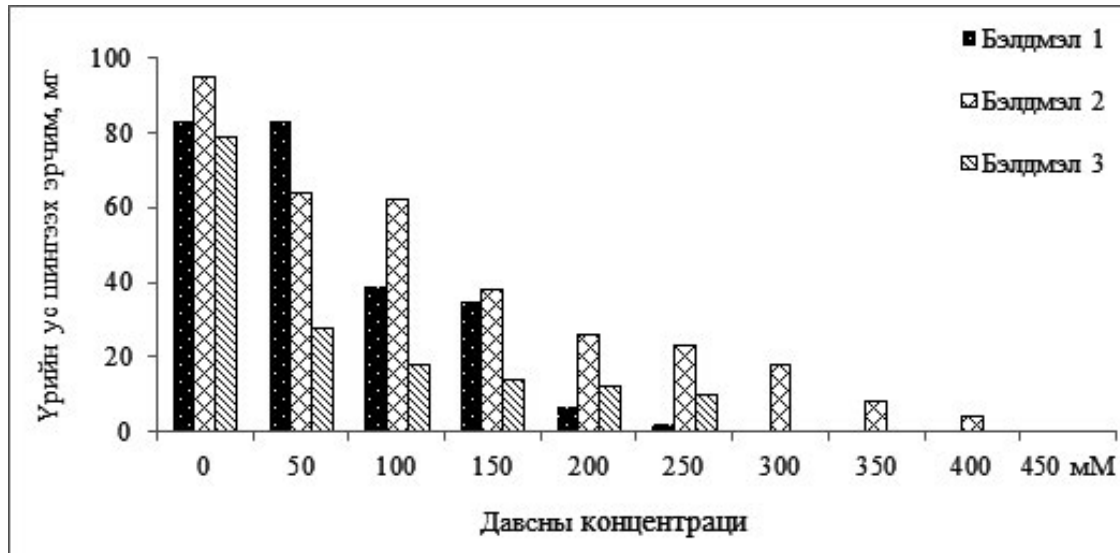


Figure 1. Intensity of seed water absorption of salt-stressed lettuce (*Lactuca sativa*), mg.

Үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индексэд давсны үзүүлэх нөлөө

Давсжилт ихтэй, чийг багатай хөрс ургамлын үрийн соёлолтод сөрөг нөлөө үзүүлдэг ч давсны ионы тохирсон концентраци нь үрийн соёлолтын эрчимд эерэг нөлөө үзүүлдэг гэсэн судлаачдын туршилтын дүн ч байдаг [10]. Бид найрлагын агууламжаар ялгаатай гурван төрлийн давсаар үйлчлэн навчит байцааны үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индексийг тооцоолон гаргалаа.

Бэлдмэл 1-ээр үйлчлэхэд навчит байцааны үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индекс 50 мМ-д хяналттай харьцуулахад 9,6%-иар, 100 мМ-д 63,8%-иар, 150 мМ-д 68,1%-иар тус тус буурч улмаар 200 мМ-д үрийн соёлолт бүрэн зогсож байв. Бэлдмэл 2-оор үйлчлэхэд үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индекс 50 мМ-д хяналттай харьцуулахад 0,41%-иар, 100 мМ-д 4,1%-иар, 150 мМ-д 26,9%-иар, 200 мМ-д 43,2%-иар, 250 мМ-д 74,0%-иар, 300 мМ-д 88%-иар тус тус буурч улмаар 350 мМ-д үрийн соёлолт бүрэн зогсож байв. Бэлдмэл 3-аар үйлчлэхэд

үрийн соёлолтын стресс тэсвэрлэлтийн индекс 50 мМ-д хяналттай харьцуулахад 10,0%-иар, 100 мМ-д 30,3%-иар, 150 мМ-д 36,9%-иар, 200 мМ-д 88,5%-иар тус тус буурч улмаар 250 мМ-д үрийн соёлолт бүрэн зогсож байв (Зураг 2, Зураг 3). Судалгааны дүнгээс харвал үрийн ус шингээх эрчимд сөрөг нөлөөлөл багатай байсан бэлдмэл 2 мөн адил үрийн соёлолтод сөрөг нөлөө хамгийн багатай байлаа. Үрийн ус шингээх эрчим буурахад дагаад үрийн соёлолтын хувь буурдаг болох нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна (Зураг 1, 2).

Өндөр буюу 200 мМ ба түүнээс дээш концентрацитай бэлдмэл 1-ээр, 250 мМ ба түүнээс дээш концентрацитай бэлдмэл 3-аар (Зураг 2), 350 мМ ба түүнээс дээш концентрацитай бэлдмэл 2 давсны бэлдмэлүүдээр үйлчлэхэд навчит байцааны үрийн соёлолт бүрэн зогсож байгаагаас харвал өндөр тунгай бүх төрлийн давс ургамлын үрийн соёлолтод муу нөлөө үзүүлдэг гэж үзэж болохоор байна (Зураг 3).

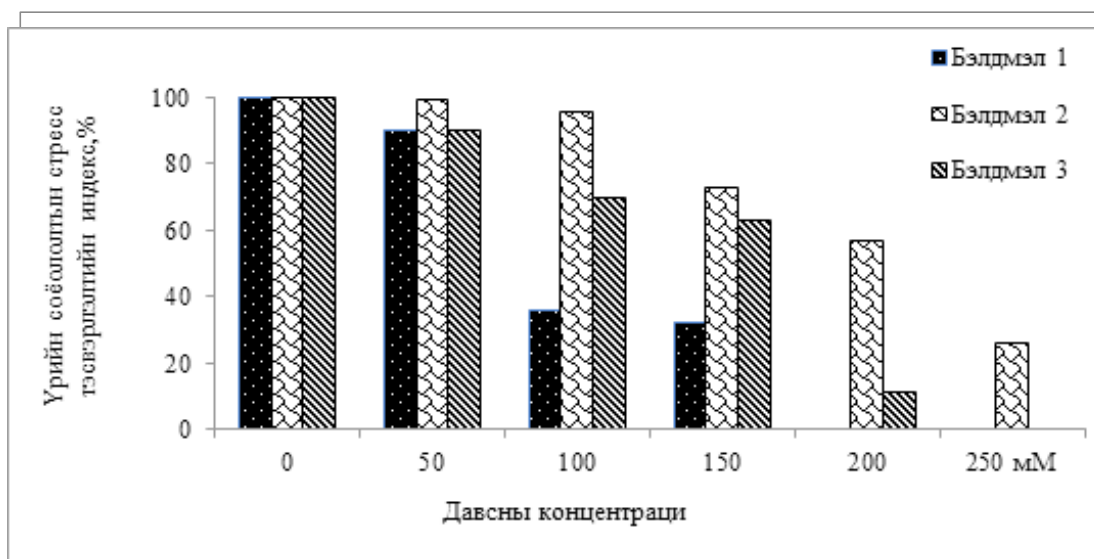


Figure 2. The effect of salt on stress tolerance index of seed germination of salt-stressed lettuce.

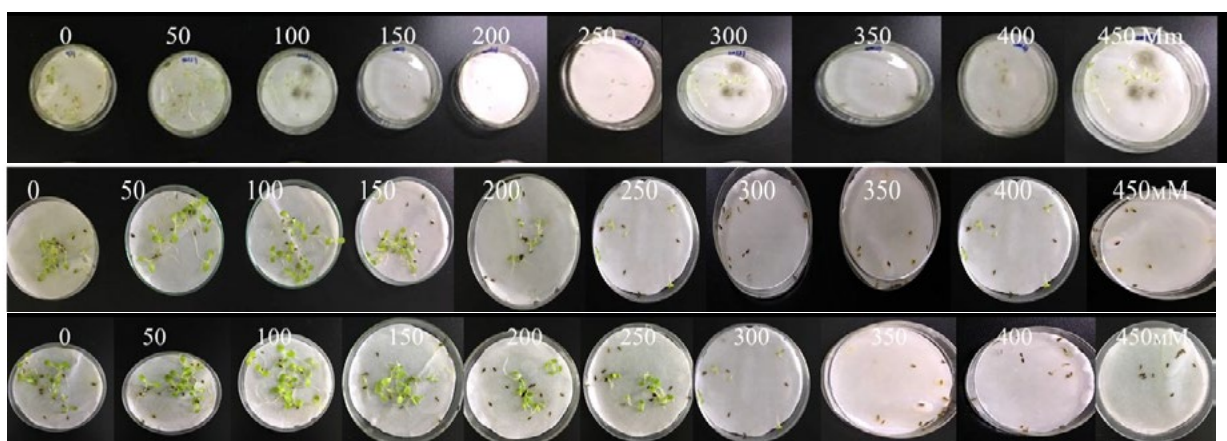


Figure 3. The effect of salt composition and concentration (0-450 mM) on seed germination of lettuce. Нэгдүгээр эгнээний ургамлын үрийг бэлдмэл 1-ээр, хоёрдугаар эгнээний ургамлын үрийг бэлдмэл 2-оор, гуравдугаар эгнээний ургамлын үрийг бэлдмэл 3-аар тус тус үйлчлэв.

Иш, үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индексд давсны үзүүлэх нөлөө

Давсны бэлдмэлүүдийн концентраци ихсэх тусам навчит байцааны иш, үндэсний ургалт удааширч, сийрэг, богино болж байлаа (Зураг 4 А, В). Бэлдмэл 1-ээр үйлчлэх үед, 50 мМ-д иш ба үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индекс хяналттай харьцуулахад 7,5% ба 23,9%-иар, 100 мМ-д 25% ба 34,8 %-иар, 150 мМ-д 25% ба 56,5%-иар, 200 мМ-д 27,5% ба 73,9%-иар, 250 мМ-д харин ишний ургалт бүрэн зогсож харин үндэсний ургалт 80,4%-иар буурч байв (Зураг 4).

Бэлдмэл 2-оор үйлчлэх үед, 50 мМ-д хяналттай харьцуулахад иш ба үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индекс 16,7% ба 9,5%-иар, 100 мМ-д 25% ба 14,3%-иар, 150 мМ-д 29,2% ба 28,6%-иар, 200 мМ-д 33,3% ба 30,9%-иар, 250 мМ-д 58,3% ба 35,7%-иар буурч байлаа (Зураг 4). Бэлдмэл 3-аар үйлчлэх үед, 50 мМ-д иш ба үндэсний уртын стресс тэсвэрлэлтийн индекс хяналттай харьцуулахад 9,5% ба 9,8%-иар, 100 мМ-д 23,8% ба 46,3%-иар, 150 мМ-д 26,1% ба 48,8%-иар, 200 мМ-д 81,0% ба 61,0%-иар, 250 мМ-д ишний ургалт бүрэн зогсож харин үндэсний ургалт 68,3%-иар буурч байв (Зураг 4).

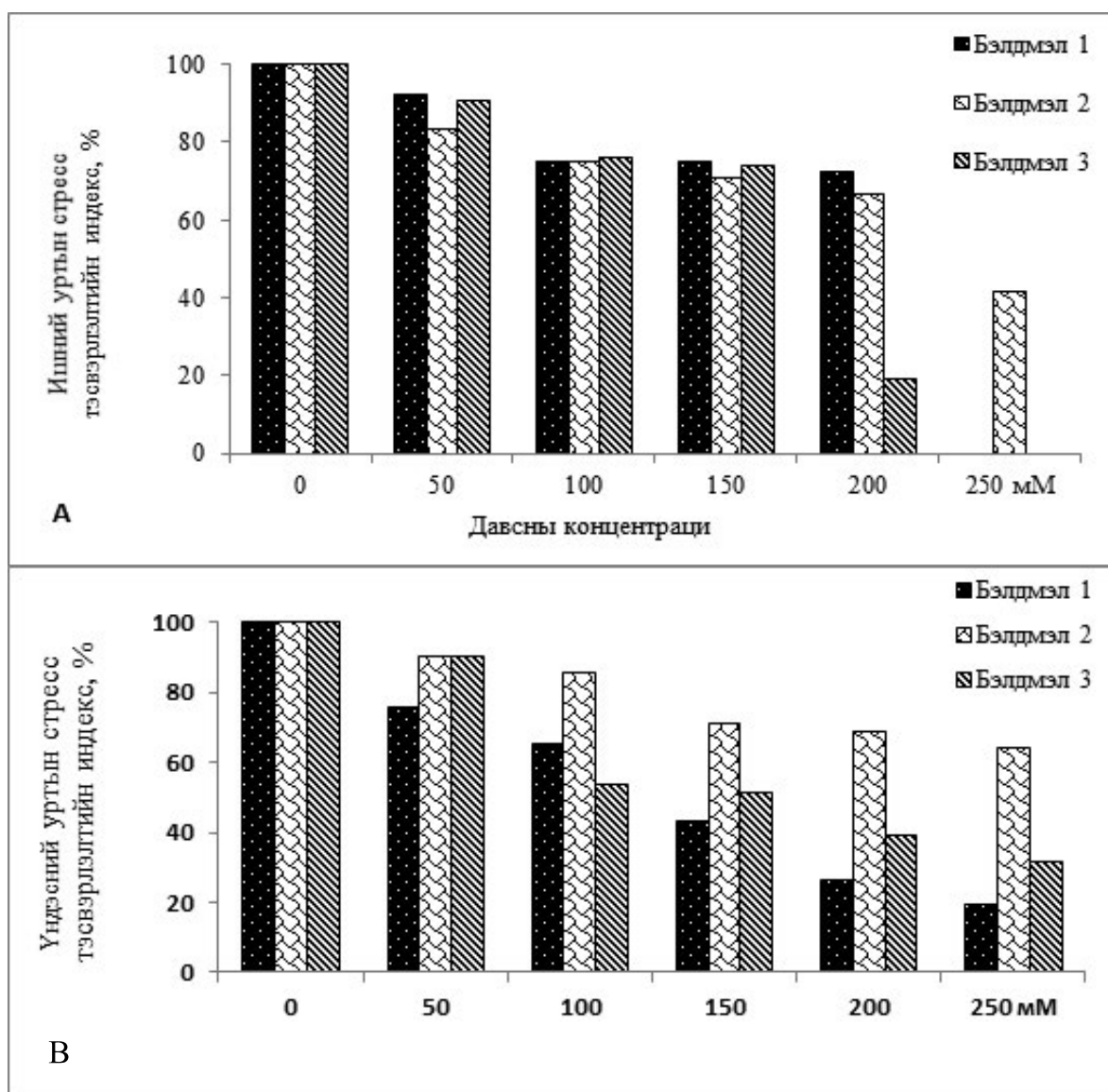


Figure 4. The effect of drought stress on stress tolerance index on length of stem and root of lettuce

Навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индексд давсны үзүүлэх нөлөө

Давсны стрессд орсон ургамлын навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индексийг хяналттай харьцуулан тооцоолон гаргахад давсны бэлдмэлүүдийн концентраци ихсэх тусам буурсан дүнтэй байлаа (Зураг 5). Дэлгэрэнгүй бичвэл, бэлдмэл 1-ээр үйлчлэхэд навчит байцааны навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индекс хяналттай харьцуулахад 50 мМ-д 20%-иар, 100 мМ-д 23,1%-иар, 150 мМ-д 40%-иар, 200 мМ-д 72, %-иар, 250 мМ-д 99,2%-иар тус тус буурч байсан бол бэлдмэл 2-ыг ашиглахад 50 мМ-д 5,6%-иар, 100 мМ-д 22,2%-иар, 150 мМ-д 44,4%-иар, 200 мМ-д 77,8%-иар, 250 мМ-д 94,4%-иар тус тус буурч байв. Мөн

бэлдмэл 3-аар үйлчлэхэд 50 мМ-д навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индекс хяналттай харьцуулахад 17,1%-иар, 100 мМ-д 30%-иар, 150 мМ-д 45,7%-иар, 200 мМ-д 92,9%-иар, 250 мМ-д 95,7%-иар буурч харин 300 мМ ба түүнээс дээш концентрацитай давсны бүх төрлийн бэлдмэлээр үйлчлэхэд навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индекс 0 утгад хүрч байв (Зураг 5). Үр дүнгээс үзвэл навчит байцааны навчны стресс тэсвэрлэлтийн индекс 150 мМ-д 40-45%-иар буурч харин 200 мМ-д 70-90% хүртэл буурч байгаагаас дүгнэн үзвэл навчит байцааны навч давсны 150 мМ-оос дээшхи концентрацийг тэсвэрлэх чадваргүй гэж хэлж болохоор байна (Зураг 5).

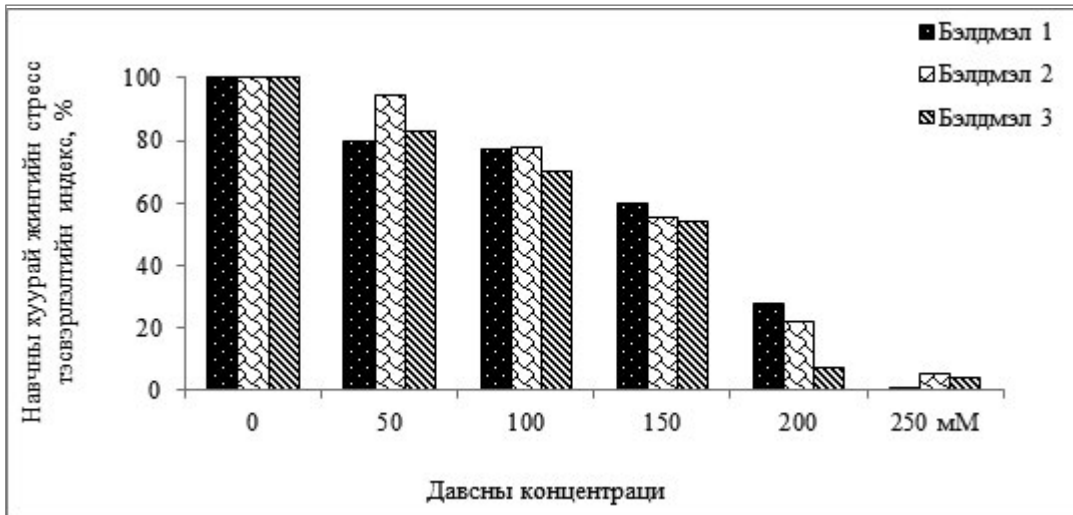


Figure 5. The effect of salt on stress tolerance index of leaf dry weight of lettuce (*Lactuca sativa*)

Нийт хлорофиллын агууламжид давсны нөлөө
 Навчит байцааны хяналтын ургамлын нийт хлорофиллын хэмжээ ойролцоогоор 30 мг/мл байсан бол давсны концентраци ихсэх тутам ургамлын навчны нийт хлорофиллын агууламж буурч байлаа (Зураг 6). Бэлдмэл 1 ба 3 тус бүрийг (250 мМ концентрацитай) ашиглах үед навчны нийт хлорофиллын агууламж бүрэн алдагдаж навч шарлаж, фотосинтезийн үйл ажиллагаа явуулах чадвараа бүрэн алдаж байсан бол бэлдмэл 2-ыг ашиглахад навчны нийт хлорофиллын агууламж 250 мМ-д 5 мг/мл болтлоо буурч (Зураг 6) харин 300 мМ-д бүрэн шарлаж үхэж байв. Нийт хлорофиллын агууламжийг хэмжсэн турвилтын дүнгээс харвал

ургамалд хүчтэй стресс үзүүлж байгаа нь бэлдмэл 1 (100 мМ-ээс эхлэн навчны нийт хлорофиллын 2/3 алдагдсан) дараа нь бэлдмэл 3 (150 мМ -ээс эхлэн навчны нийт хлорофиллын 2/3 алдагдсан) харин бэлдмэл 2 (200 мМ-ээс эхлэн навчны нийт хлорофиллын 2/3 алдагдсан) судалгаанд авсан давсны бэлдмэлүүд дундаа ургамалд үзүүлэх хоруу чанар багатай байна гэж үзэж болохоор байгаа ч өндөр тунтай давсны бүх бэлдмэл ургамалд хоруу нөлөөтэй болох нь бас харагдаж байна. Навчит байцааны навчны нийт хлорофиллын агууламжийн 75%-ийг алдагдах үед навч хатаж, хорчийж, ногоон массаа алдагдан, үндэс сийрэгжсэн шинж тэмдгүүд тод ажиглагдаж байв.

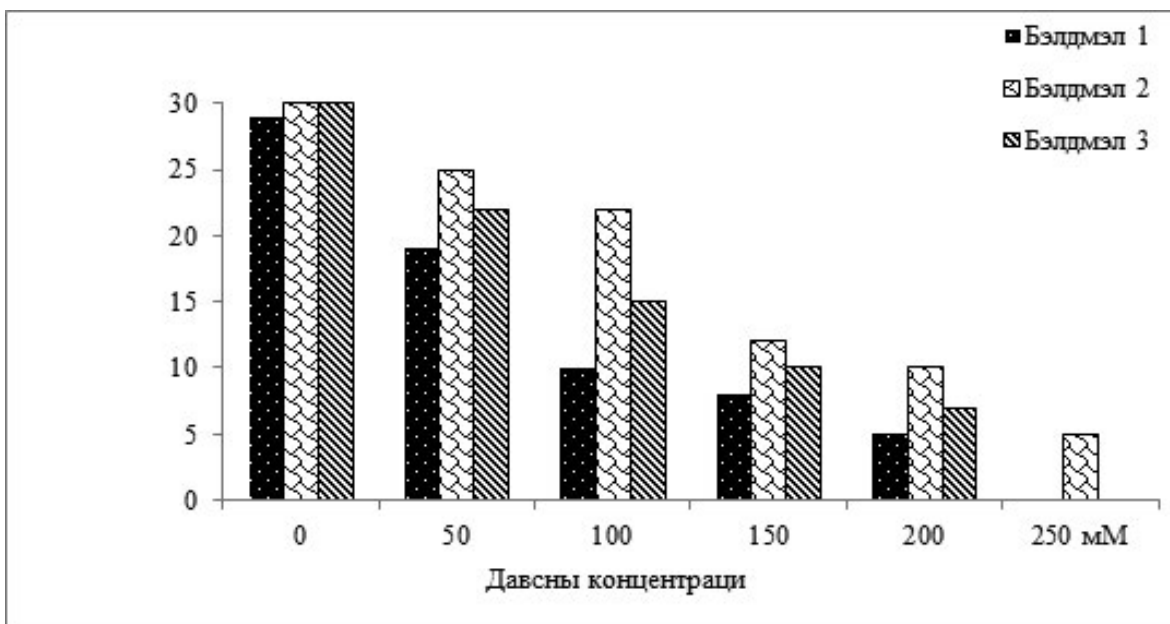


Figure 6. The effect of salt on total chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa*).

Шүүн хэлэлцэхүй

Давс нь осмос даралт ихтэй тул цас болон мөсний хөлдөх цэгийг дарангуйлж, ионы нөлөөгөөр шингэн болон хагас шингэн төлөвт хувиргадаг. Ихэнх тохиолдолд хот суурин газрын цас хайлуулахад NaCl ашигладаг бөгөөд учир нь энэ төрлийн давс олдоц ихтэй, цас хайлуулахад үр дүнтэй мөн хямд үнэтэй байдаг. Хотоос зайдуу газрын хөрс болон хотын төв хэсгийн хөрсний давсжилтыг харьцуулан үзэхэд авто замын болон явган хүний замд ойрхон хөрсөнд үлэмж хэмжээний NaCl агуулагддаг [11,12,13]. Зам гудамж, явган хүний зам, автозам, зогсоолын аюулгүй байдлыг мөсжилтөөс сэргийлэх нь ашиг тустай хэдий ч давс нь хотын ногоон байгууламжийн ургамлыг гэмтээдэг сөрөг нөлөөтэй [13]. Нийт ногоон байгууламжийн 40 гаруй хувь нь ургамал ургахад сөргөөр нөлөөлөхүйц их давсжилттай болжээ. Найрлагад нь голчлон NaCl, CaCl₂ дундын давснуудыг хэрэглэдэг бөгөөд энэ нь хотын ногоон байгууламж, зүлэгжүүлэлтийн ургамалд болон хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлдэг.

Ургамлын давсанд мэдрэмтгий чанар өөр өөр байдаг тул зарим ургамал давсыг тэсвэрлэж чаддаг бол зарим нь шууд үхдэг. Эволюцийн явцад зарим зүйл ургамлууд давсжилт өндөртэй нөхцөлд дасан зохицох чадвартай болсон бол дийлэнх нь давсгүй нөхцөлд ургадаг бөгөөд давсанд мэдрэмтгий байдаг [14]. Neil, Adhikar [15] нар давсны уусмалд навчит байцааны физиологийн зарим үзүүлэх нөлөөг гаргасан. Давсжилт нь ургамалд давсны стресс үүсгэж, үрийн соёололтыг бууруулан, навчны усны хэмжээг багасгаж, хлоридын ионы концентраци, липидийн хэт ислийг нэмэгдүүлж байв. Навчит байцаа дээр хийсэн бидний энэхүү судалгаагаар натрийн ба кальцийн хлоридын агууламж өндөртэй давс үрийн ус шингээх эрчим, соёололтын хувийг огцом бууруулж байсан бол натрийн хлорид ба формат натрийн найрлагатай давсны бэлдмэл навчит байцааны ус шингээх эрчим, соёололтод сөрөг нөлөөлөл багатай байлаа. HCOONa /формат натри/ давс нь альдегидийн бүлэг болон энгийн карбонхүчлээс тогтсон 2 функциональ бүлэг агуулсан бодис юм. Гадаад оронд ихэвчлэн хүнс тэжээлийн үйлдвэр, дарш бэлтгэх, арьс ширний үйлдвэрт болон мөс хайлуулах зорилгоор ашиглагддаг. Өндөр концентрацитай давсаар үйлчлэхэд навчит байцааны үрийн ус шингээх эрчим, соёололт буурсан нь давсжилтаас шалтгаалж усны потенциал буурч ирсэнээс ургамалд ус шингэхэд

бэрхшээлтэй болсонтой холбоотой. Ургамлын эсэд гадаад орчноос ус, шим тэжээлийн бодис тасралтгүй нэвтрэн орж байх ёстой бөгөөд ургамлын үр соёолоход хамгийн чухал хүчин зүйл бол чийг юм [16]. Навчит байцаа давсанд эмзэг болохыг Carillo нарын [4] судалгаагаар тогтоосон байдаг бөгөөд навчит байцаа нь 100-200 мМ хүртлэх давсыг тэсвэрлэх чадваргүй үхдэг гэж дүгнэсэн байдаг. Харин 100% NaCl давсны агууламжийг 50% хүртэл бууруулж үлдсэн 50%-ийг харьцангуй хоруу чанар багатай давсаар орлуулан давсны ургамалд үзүүлэх сөрөг нөлөөг багасгах боломжтой болох нь бидний давсанд мэдрэг навчит байцаан дээр хийсэн судалгаагаар нотлогдож байна. Ялангуяа замын цас хайлуулахад ашигладаг давсны найрлагын 50%-д формат натри /органик давс/ хийснээр давсны ногоон байгууламжид үзүүлэх хоруу нөлөөг багасгаж болох бөгөөд навчит байцааны үрийн ус шингээх эрчим, үрийн соёололт, иш ба үндэсний урт, навчны хуурай жин, нийт хлорофиллын агууламжаас үзэхэд 250-300 мМ хүртэлх концентрацийг тэсвэрлэж боломж олгож байна. Давсны холимог бэлдмэлүүдийг өндөр концентрацитайгаар ашиглавал бүгд ургамалд сөрөг нөлөөтэй байгаа нь мөн бидний туршилтын дүнгээс харагдсан тул хэрэглэх тунг нарийвчлан тогтоох хэрэгтэй.

Хлорын хуримтлал нь ургамлын эдэд хоруу нөлөөтэй байдаг бөгөөд ургамлын навч хүрэнгэж харладаг байна. Мөн натрийн хлор нь хөрсний бүтцэд нөлөөлдөг. Хөрсний бүтцийн нягтшил ихсэж, хуурайших, хөрсний агааржилт багасаж улмаар ургамлын өсөлтийг саатуулна Cassaniti, Romano [2] нарын судлаачдын дүнтэй бидний судалгааны дүн нийцэж байна. Учир нь өндөр концентрацитай давсны бэлдмэлүүдээр навчит байцааг үйлчлэхэд түүний иш ба үндэсний ургалт болон навчны хуурай жингийн стресс тэсвэрлэлтийн индекс тогтмол буурч байлаа. Үндэсний гадна талын эсүүд давстай хүрэлцэн нийлэхдээ гэмтдэг. Ялангуяа хлорын агууламж ихтэй бэлдмэл 1 - NaCl:CaCl₂ (50:50) ба 3 (NaCl:HCOONa:CaCl₂ (50:25:25)-ыг ашиглахад хөрсөнд хлорын хуримтлал үүсгэж, хөрсийг хатуу нягт болгосноор навчит байцааны эд эрхтний өсөлт удааширч, сийрэгжсэн байх талтай. Мөн бэлдмэл 1 ба 3-ын найрлагад орсон кальцийн хлорид -25°C хэмээс доош температурт мөсийг хайлуулдаг.

Судлаач Канавапийн [17] давсны стресст орсон ургамлын навчны амсрын эсийн идэвхжил буурч усаа гадагш алдах төдийгүй ургамлын ургалт,

өсөлт хөгжилт удааширдагийг тогтоожээ. Хлорын ионууд нь апопластын системээр навчинд шилжин орсоноор фотосинтез болон хлорофиллын нийлэгжлийг саатуулдаг [15], мөн ургамал давсны стрессд ороход түүний фотосинтезлэх процесс буурдаг [18]. Бидний судалгааны дүнгээр мөн адил давсны бэлдмэлүүдийн концентраци ихсэх тусам навчит байцааны навчны нийт хлорофиллын агууламж буурч, навч шарлаж хорчийн хатаж байлаа. Энэ нь навчит байцаанд хуримтлагдсан давсны илүүдлээс болж азотын солилцоо өөрчлөгдөж, шүвтэр зэрэг хортой бодис эс, эдэд хуримтлагдсанаар ургамлын эсийн нарийн бүтэц эвдэрч, хлоропластууд гэмтсэнтэй холбоотой. Geilfus [19] нар судалгаандаа Cl⁻-ийн анионы хоруу нөлөө нь хлорофиллын дутагдал үүсгэж, навчны өнгийг хувирган шарлалт үүсгэх шалтгаан болдог талаар дурджээ.

Дүгнэлт

1. Бэлдмэл-1 буюу натри хлорид ба кальц хлоридын найрлагатай давсны бэлдмэл хотын ногоон байгууламжид тарьсан ургамалд хоруу чанар хамгийн өндөртэй, үүний дараа Бэлдмэл-3 буюу натри хлорид, кальц хлорид, формат натригийн найрлагатай холимог давс харин сөрөг нөлөө хамгийн багатай нь Бэлдмэл-2 буюу натри хлорид ба формат натригатай давсны бэлдмэл байна.
2. Давсны бэлдмэлүүдийн навчит байцаа (*Lactuca sativa*)-ийн морфологи, физиологид

Давсанд тэсвэртэй ургамлын төлөөлөл болгон авсан Дагуур өлөнгө (*Elymus dahuricus*.T)-ийн морфологи, физиологит үзүүлсэн мөн бидний судалгаанд авсан давсны 3 бэлдмэлийн нөлөөнөөс үзвэл, кальци хлоридтой бэлдмэл 1-ийг цас хайлуулахад ашиглах тохиолдолд концентрацийг 150 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байх, бэлдмэл 3-ыг ашиглавал 200 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байх, формат натригатай бэлдмэл 2-ыг ашиглавал концентрацийг 300 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байвал ургамалд үзүүлэх сөрөг нөлөө бага байж болно гэсэн судалгааны дүн гарсан байдаг [20]. Харин энэхүү судалгаанд авсан давсанд мэдрэг ургамал болох навчит байцааны морфологи, физиологит үзүүлсэн дээрх давсны бэлдмэлүүдийн нөлөөнөөс харвал бэлдмэл 1 ба 3-ыг 100-150 мМ-оос, бэлдмэл 2-ыг 250 мМ-оос хэтрүүлэхгүйгээр хэрэглэвэл давсанд мэдрэг ургамалд үзүүлэх сөрөг нөлөө багатай гэж үзэж болохоор байна.

- үзүүлсэн нөлөөнөөс үзвэл бэлдмэл 1 ба 3-ыг цас хайлуулахад ашиглах тохиолдолд концентрацийг 100-150 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байх, бэлдмэл 2-ыг 250 мМ-иос хэтрүүлэхгүй байвал давсанд мэдрэг ургамалд үзүүлэх сөрөг нөлөө бага байж болно.
3. Давсны бэлдмэлүүдийг өндөр тунгаар хэрэглэх тохиолдолд ургамалд бүгд хоруу чанартай.

Талархал

Энэхүү судалгааг Шинжлэх ухааны технологийн сангаас санхүүжүүлсэн “Хүрээлэн буй орчинд

ээлтэй цас хайлуулах бэлдмэл” инновацийн төслийн хүрээнд хийж гүйцэтгэв.

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

- [1] Г.Бямбаа <https://zaag.mn/archives/1223> (2020.03.10)
- [2] Cassaniti C., Romano D., Flowers TJ. The response of ornamental plants to saline irrigation water, irrigation – water management, pollution and alternative strategies. Edited by Iker GarciaGarizabal. InTech, (2012) 131–158
- [3] How-To Growing Lettuce. <https://bonnieplants.com/how-to-grow/growing-lettuce/>
- [4] Carillo P., Annunziata MG., Pontecorvo G., Fuggi A., Woodrow P. Salinity stress and salt tolerance. In: Shanker A.K., Venkateswarlu B. (eds.): Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations. Rijeka, InTech (2011) 32-36
- [5] Guo R., Zhou J., Hao WP., Gong DZ., Zhong XL., Gu FX., Liu Q., Xia X., Tian JN., Li HR. Germination, growth, photosynthesis and ionic balance in *Setaria viridis* seedlings subjected to saline and alkaline stress.

- Canadian Journal of Plant Science (2011) 91(6):1077-1088 DOI:10.4141/cjps10167
- [6] Mongi Zekri. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on the water relations growth and morphology of citrus rootstock seedling. (1987) p132, <https://doi.org/10.5962/bhl.title.45387>
- [7] Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari M., Panjehkhe A. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, (2011) 9(1): 43-50
- [8] Sammar Raza MA., Saleem MF., Khan IH., Jamil M, Ijaz M, Khan MA. Evaluating the drought stress tolerance efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, (2012) 12: 42-46 DOI: 10.18551/rjoas.2012-12.04
- [9] Arnon DI. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* (1949) 24:1-15
- [10] Yasra Akca., Esra Samsunlu. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation and K/Na ratio in walnut. *Pak J.Bot.*, (2012) 44(5): 1513-1520
- [11] Blomqvist G., Johansson EL. Airborne spreading and deposition of de-icing salt—a case study. *Sci Total Environ.*, (1999) 235:161–168. [https://doi.org/10.1016/s0048-9697\(99\)00209-0](https://doi.org/10.1016/s0048-9697(99)00209-0)
- [12] Bryson GM., Barker AV. Sodium Accumulation in Soils and Plants along Massachusetts Roadsides, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, (2002) 33: 67–78
- [13] Izabela Czerniawska-Kusza. Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole Region. *Environmental Toxicology* (2004) 19(4):296-301 DOI: 10.1002/tox.20037
- [14] Цэндээхүү.Ц. Ургамлын физиологи. 2018 /хуу.358-392/
- [15] Neil D., Adhikari. Phenomic and Physiological Analysis of Salinity Effects on Lettuce. *Sensors* (2019), 4814; doi:10.3390/s19214814
- [16] Kim SK. Growth responses of New Zealand Spinach to different soil texture and salinity. *Geography Korean Journal of Agricultural Science*, (2011) DOI:10.7744/CNUJAS.2011.38.4.631 Corpus ID: 129790993
- [17] Kanawapee N., Sanitchon J., Lontom W., Threerakulpisut P. Evaluation of salt tolerance at the seedling stage in rice genotypes by growth performance, ion accumulation, proline and chlorophyll content. *Plant Soil* (2012) 358:235–249
- [18] Gupta B., Huang B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *Int. J. Genom.* (2014) 45-49
- [19] Geilfus CM. Chloride: from nutrient to toxicant. *Plant and Cell Physiology* (2018) 59(5): 877-886
- [20] И. Дөлгөөн, Б. Амарсанаа, Ц. Дэжидмаа, О. Хүрэлдаваа, В. Энхчимэг. Давсны бэлдмэлүүдийн Дагуур өлөнгө (*Elymus dahuricus*. Т)-ийн морфологи, физиологит үзүүлэх нөлөөний үр дүн. Мал аж ахуйн эрдэм шинжилгээний хүрээлэнгийн бүтээл. (2019) 38: 94-100

Effect of salt preparations on some features of morphology and physiology of salt sensitive plant

Dulguun Iderkhurts¹, Amarsanaa Badgaa², Altanzaya Tovuu¹, Enkhchimeg Vanjildorj*¹ 

¹ School of Animal Science and Biotechnology, Mongolian University of Life Sciences, Zaisan 17024, Ulaanbaatar, Mongolia

² Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Peace avenue 13343, Ulaanbaatar, Mongolia

* Corresponding author: enkhchimeg.v@muls.edu.mn

 - <https://orcid.org/0000-0002-5919-0350>

Received: 14.10.2020

Revised: 16.01.2021

Accepted: 10.02.2021

Abstract

This is very important to use environmentally friendly and low-toxicity salt preparations for urban greenery to melt snow and ice. In this experiment, we selected lettuce (*Lactuca sativa*) that represents a salt-sensitive plant is grown in urban green areas. The effects of salt stress on the morphology and physiology of lettuce were determined by using of different compositions and concentrations of salt preparations for winter road snowmelt. NaCl-based salt preparations with concentrations ranging from 0 to 450 mM, NaCl: CaCl₂ (50:50), NaCl: HCOONa (50:50), and NaCl: HCOONa: CaCl₂ (50:25:25) were used. As a result, it is important for us to determine the type and concentration of road snowmelt salt preparations that have the least negative impact on urban greenery. According to the results of the study, salt preparation in the ratio of NaCl: CaCl₂ (50:50) inhibited seed germination and growth, and the plants were the first to be exposed to stress. When using a salt preparation containing NaCl: HCOONa (50:50), stress-prone characters' indicators of stress, such as growth retardation, stunted growth and withering, were relatively low. If salt preparations 1 and 3 are used for snowmelt, the concentration should not exceed 100-150 mM, and if preparation 2 is used, the concentration should not exceed 250 mM for having the adverse effects on salt-sensitive plants growing on urban greenery.

Keywords: Lettuce, salt stress, morphological and physiological parameters, salt solution with low toxicity