

Буудайн сортод ионы туяаны тохиромжтой тун тогтоох судалгааны дүн

Цогнамжилын Долгор 

Ургамал, газар тариалангийн хүрээлэн, ХААИС, Дархан 45047, Дархан-Уул

*Холбоо баригч зохиогч: dolgor6407@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2597-5421>

Хүлээн авсан: 28.02.2021

Хянасан: 14.04.2021

Хэвлэлтэд орсон: 16.06.2021

Хураангуй

Монгол орны газар тариаланд буудайн үйлдвэрлэл 80 гаруй хувийг эзлэх бөгөөд уг таримлын гадаад орчны нөхцөлд тэсвэртэй арвин ургацтай сортуудын хэрэгцээ шаардлага нэмэгдсээр байна. Шинэ сорт бүтээх селекцийн ажилд цөмийн энергийг ашиглан мутаци хувьслаар тухайн сортын дутагдалтай талыг сайжруулах, урьд байгаагүй шинж чанар бий болгох судалгааны ажил хийгдсээр байна. Цөмийн аль ч энергийг селекцийн зорилгоор ашиглаж байгаа үед тохиромжтой тунг олж тогтоох нь хамгийн чухал байдаг. Хэт өндөр тунгийн үйлчилэл ургамлын амьдралтад сөрөгөөр нөлөөлдөг бол хэт бага тунгийн үйлчилэлд мутаци үүсэх магадлал буурдаг байна. Дархан-181, Дархан-144 сортуудын хуурай үрийг ионы цацрагийн 25Gy, 50Gy, 75Gy, 100Gy, 125Gy, 150Gy, 175Gy, 200Gy, 225Gy, 250Gy, 275Gy тунгуудаар үйлчилэн тохиромжтой тунг тогтоохыг оролдсон юм. Лабораторийн соёлолт, анхны навч болон үндэсний уртыг хэмжиж, аль тунгийн үйлчлэлд хамгийн их ба бага бууралт үзүүлсэнийг тогтоох замаар радиацийн мэдрэмжийг тодорхойлсон юм. Судлагдсан бүх сортууд тун ихсэхэд соёлолт, навчны болон үндэсний урт буурсан ба хамгийн өндөр буюу 275Gy тунгаар үйлчлэхэд соёлолт 95-97 % -иар буурсан байна.

Түлхүүр үг: мутаци, радиацийн мэдрэмж, үйлчилгээ, анхны навчны урт, үндэсний уртын бууралт

Оршил

Ургамлыг сайжруулах таримлын потенциалыг бүрэн илрүүлж ашиглах чиглэл рүү өнөөгийн дэлхийн шинжлэх ухааны ололтууд хөтөлсөөр байна. Үүний нэг илрэл нь цөмийн изотопуудыг энх тайвны зорилгоор буюу ургамлын селекцид ашигласнаар ашигтай шинж бүхий сортуудыг олноор үйлдвэрлэлд нутагшуулж, тариалангийн талбайг ихэсгэх замаар бус нэгж га –аас авах ургац, чанарыг нэмэгдүүлэх зорилготой судалгааны ажлын үр дүнгүүд гарсаар байна. Өнөө үед ургамлын генийн чадавхын дөнгөж 50%-ийг ашиглаж байна. Түүнийг бүрэн ашиглах нэг арга тухайн таримлын генийн потенциалыг бүрэн илрүүлсэн шинэ сорт гаргах явдал юм. Ургамлын мутацийн селекцийн ажил нь мутагенийн төрлүүд болох физикийн туяанууд, зарим тодорхой химийн бодисууд ашиглан таримлын генетикийн олон янз байдлыг илрүүлэн шинэ сорт гаргахад чиглэгддэг [11]. Ингэснээр байгаль дээр өөрөө явагддаг мутаци

хувьслыг хурдасгах, давтамжийг нэмэгдүүлэх боломжтой болсон. Байгалийн генийн нөөц хязгаарлагдмал бөгөөд байгалийн мутацийн хэмжээ ердөө 7-10 орчим байдаг. Янз бүрийн физик, химийн мутагенууд ашиглан зохиомлоор мутаци үүсгэж таримлыг сайжруулах мутацийн селекцийн зорилго болдог [1].

Хими, физикийн мутаген ашиглан мутаци хувьсал гарган авах энэ аргыг Де Фрез нээснээс хойш өнөөг хүртэл олон тарималд судалгааны ажил хийгдэж 2018 оны байдлаар дэлхий нийтэд 220 төрөл зүйлийн 3275 мутант сорт гаргаад байна [5]. Эдгээр сортуудын 45% нь үр тариа, 18% нь цэцэг, чимэглэлийн ургамал, 8% буурцагтан, 7% нь тосны ургамал, 22%-ийг бусад таримлын сорт эзэлдэг байна. Дээрх сортуудыг газар зүйн байршлаар үзүүлбэл Ази Номхон далайн орнууд 60.8%, Европ тивд 29.1%, Хойд Америк 6.5%, Африк тив 2.0%, Латин Америкт 1.6% тус тус оногдож байна [3].

Мутацийн селекциэр ургац нэмэгдүүлэх, ган, халуун, давсжилт, өвчин, хортон тэсвэрлэх чадварыг дээшлүүлэх, ургамлын болц түргэсгэх, хураалтын дараах хадгалалт, тээвэрлэлт даах чадварыг нэмэгдүүлэх, механикжсан хураалтад тохиромжтой болгох зэрэг олон шинж чанарыг эергээр шийдэх боломжтой [12].

Мутацийн судалгааг хийж эхэлснээс хойш олон рентген (x) рентген болон гамма туяа, түргэн нейтрон, вета, альфа хэсэг, электрон, протон, бага энергийн ионы туяа (low-LET linear energy transfer бага шугаман энерги дамжуулдаг), өндөр

Судалгааны арга зүй

Дархан-144, Дархан-181 сортуудыг 2019 онд Япон улсын Квант ба Радиологийн Шинжлэх Ухаан, Технологийн Үндэсний Хүрээлэнд ионы цацрагийн (23 He 50 keV/ μ m) 11 (25Gy, 50Gy, 75Gy, 100Gy, 125Gy, 150Gy, 175Gy, 200Gy, 225Gy, 250Gy, 275Gy) хувилбараар үйлчилж, тохиромжтой тун тогтоох тест туршилт хийлээ.

Судалгааны үр дүн

Ионы туяа нь траекторын дагуу шилжих эгэл хэсэг бөгөөд өөр өөр шугаман энерги дамжуулдаг. Гамма цацраг ба рентген туяа нь 0.2-2 keV/ μ m энерги дамжуулдаг бол ионы цацраг нь маш том, өргөн далайцтай энерги дамжуулдаг. Тухайлбал C-ийн ион 23 keV/ μ m, Fe-ийн ион нь 640 keV/ μ m гэх мэт. Ургамлыг ионы туяагаар хэдхэн минут хэдхэн секунд үйлчлээд генетикийн янз бүрийн өөрчлөлт гарган авч болно [3]. Ионы туяа нь ургамлын амьдралтыг төдийлөн бууруулахгүйгээр бага тунгаар мутацийн өндөр давтамж, хувьслын өргөн хэлбэлзэлийг бий болгодог учраас орчин үед мутацийн селекцид өргөн ашиглаж байна. 2000 оноос хойш уг туяаг селекцид ашигласнаар үргүйдэл, хлорофилл дутагдал, цэцгийн хэлбэр өнгө, одой, цоохортуулах зэрэг олон шинжийг ургамалд бий болгожээ. Ионы туяагаар үйлчлэх тун ба мутацид орсон үр хоорондын хамаарал нь тохиромжтой тунг тодорхойлдог [6].

Бидний судалгаа буудайн эрт болцтой, арвин ургацтай, гадаад орчны тохиромжгүй нөхцөлд тэсвэртэй, чанар сайтай сорт гаргахад чиглэгдэж

энергийн ионы туяа (high-LET өндөр шугман энерги дамжуулдаг) зэрэг олон радио идэвхит туяануудыг хэрэглэж эхэлсэн. Эдгээрээс ионы цацраг нь эд эсэд өндөр LET бүхий их хэмжээний энерги өгч чаддаг. Тиймээс гамма ба рентген туяа гэх мэт бага LET цацраг туяатай харьцуулахад ургамалд биологийн янз бүрийн нөлөө үзүүлдэг. Мөн ионы цацраг нь хромосом ба ДНХ-д бүтцийн томоохон өөрчлөлтийг бий болгодог тул янз бүрийн мутаци хувьсал үүсгэх давтамж өндөр байдаг [4].

Сорт хувилбар бүрээс 20 ш үрийг 2 давталттай авч, лабораторид 8/16 гэрлийн нөхцөлд тусгай сэткэн хавтан дээр усанд 10 хоног ургуулсан. Тохиромжтой тун тогтоох тестийг соёололт, анхны навчны урт болон үндэсний уртын бууралт зэрэг үзүүлэлтүүдээр хийж ионы туяаны тохиромжтой тунг тогтоов.

байна. 23 He-ийн ионоор 50 keV/ μ m энергиэр үйлчилсэн. 2018 онд үйлчилсэн Дархан-181, Дархан-144 сортуудад тохиромжтой тун тогтоох тест туршилт хийж тун тогтоолоо (Зураг 4).

Аль ч мутагенээр үйлчлэхэд хамгийн үр ашигтай тунг заавал тогтоох шаардлагатай байдаг. Тохиромжтой тунг LD₅₀ буюу үрийн соёололт 50% буурах, RD₅₀ буюу соёолжийн өндөр, үндэсний урт 50% буурах үзүүлэлтээр тодорхойлж болно [2]. Тохиромжтой тун тогтоох аргыг Олон Улсын Цөмийн Энергийн Агентлаг (ОУЦЭА)-Олон Улсын Атомын Энергийн Агентлаг (ОУАЭА)-аас зөвлөсөн хавтгайн арга, петрийн аяганд ургуулах арга, сэндвич аргуудаас хавтгайн аргыг хэрэглэсэн болно. Лабораторийн нөхцөлд ургуулсан M₁ үрэнд хэмжилт хийхдээ үндсийг гэмтээхгүйгээр сеткин торноос салган авч шугам хэрэглэн анхны навчны урт, үндэсний уртыг хэмжиж бууралт бодох томъёогоор тооцож тухайн сортын хувилбарууд хяналтаас 50 % буурч буй тэр тунг тохиромжтой тун гэж тооцно. Зураг 1.



Figure 1. The dose determination test of ion beam for wheat seedling

Лабораторийн нөхцөлд соёлолтыг 5, 7, 10 хоногт тоолж дүнг гаргалаа. Соёлолт нь 5 хоногт зөрүү ихтэй байсан боловч 10 хоногийн дүнгээр бууралт бага гарлаа. Соёлолтын дүнг 7 хоногийн дараа хэмжсэн дүнгээр гаргав. Хоёр сортын соёлолт тун бага тунгийн үйлчлэлд төдийлөн буураагүй боловч тун ихсэх тутам буурлаа. Дархан-144 сортын хувилбаруудын

лабораторийн соёлолт хяналтаас 0-95% буурсан байхад Дархан-181 сортын хувилбарууд 5-97% буурчээ. Дархан-144 сортын LD₅₀ үзүүлэлт 125Gy тунгийн үйлчлэлд соёлолт 52% буурсан байхад Дархан-181 сортын 150Gy тунгийн хувилбарт соёлолт 41% буурсан байна. Зураг 2.

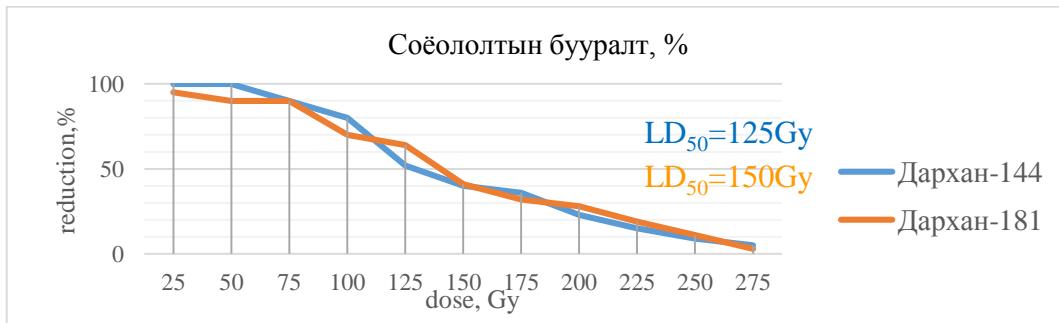


Figure 2. Germination reduction

Анхны навчны өндөр нь эсийн хуваагдал, эсийн өсөлт суналтаар хэмжигддэг бөгөөд тодорхой хугацааны дараа анхны навч өсөхөө болино. Энэ үед хэмжилтийг хийх бөгөөд энэ нь буудайд 10-14 хоног байдаг байна. Судалгааны дүнгээр Дархан-181 сортын анхны навчны уртын бууралт 1.79-83.7%, харин Дархан-144 сортод энэ бууралт 1.15-87.87% хүртэл хэлбэлзсэн байна. Хамгийн өндөр тунгийн үйлчлэлд буюу 275Gy

тунд бууралт хамгийн их 83.76- 87.87% хүртэл буурсан байна. Харин хамгийн бага тунгийн үйлчлэлд (25 Gy) навчны урт 1.15-1.79% буурчээ. Анхны навчны уртын бууралтаар тохиромжтой тун тогтоох индекс RD₅₀ нь Дархан-144 сортод 125Gy (52.96%), харин Дархан-181 сортод 150Gy (54.88%) байна. Эдгээр тунг анхны навчны бууралтын хувьд тохиромжтой тун гэж тодорхойлов. Зураг 3.

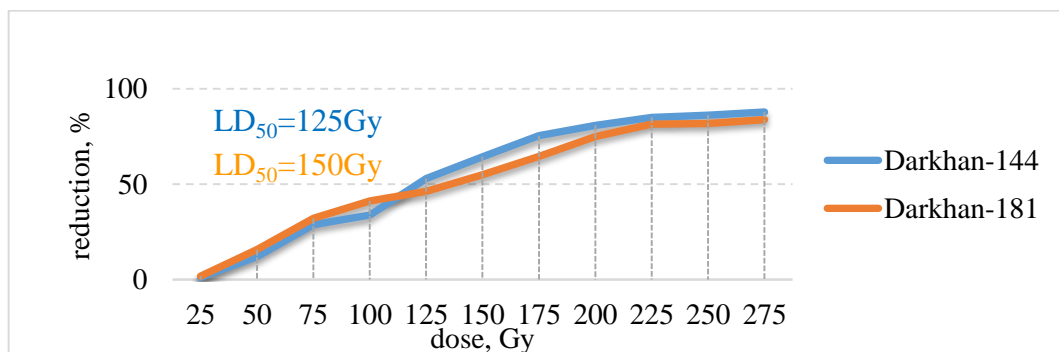


Figure 3. First leaf length reduction, %

Үндэсний уртын бууралтын дүнгээр сортуудын хамгийн бага бууралт 25Gy хувилбарт 2.97-5.72%, хамгийн их бууралт 275Gy тунд 86.58-89.28% хүртэл буурсан байна. Дархан-181 сортын үндэсний уртын бууралт 5.72-86.58% хүрч хэлбэлзсэн нь Дархан-144 сортын хувилбаруудын бууралтаас (2.97-89.28%) бага байна. Дархан-181 сорт үндэсний уртын

бууралтаар радиацийн мэдрэмж Дархан-144 сортоос бага байгааг харуулж байна. Үндэсний уртын бууралтаар Дархан-144 сорт 125Gy тунгийн үйлчлэлд 49.57%, харин Дархан-181 сортын 125Gy тунгийн үйлчлэлд 55.6% буурсан байна. Эдгээр сортод 125Gy тунг үндэсний уртын бууралтын хувьд тохиромжтой тун гэж үзлээ. Зураг 4.

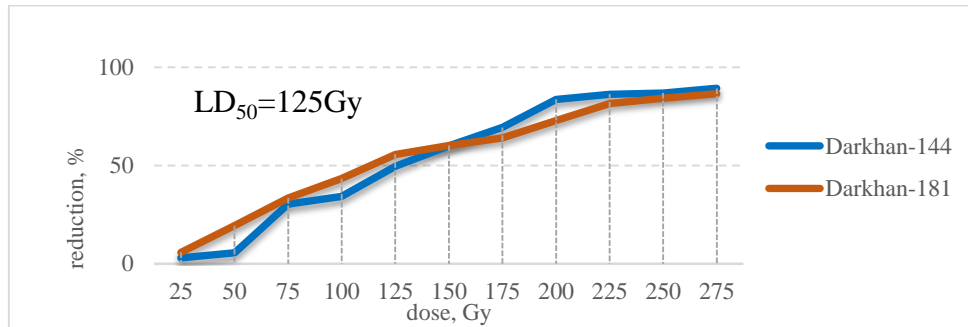


Figure 4. Root length reduction, %

Шүүн хэлэлцэхүй

Таримлыг сайжруулахад ионы туяаг мутагенээр ашиглах судалгаа нь одоо ч бүрэн шийдэгдээгүй олон асуудалтай хэвээр байна. Энэ нь ионы туяаны төрөл, таримал, сорт, тунгаас хамаардаг тул дэлхий нийтэд энэхүү судалгаа үргэлжилсээр байна. Олон тарималд тун тогтоох судалгаа хийгдсэн боловч буудайнд тохирсон тунг олж тогтоосон нь бага байна. Тутрага, цэцэг чимэглэлийн тарималд хэд хэдэн ионы туяа ашигласан судалгаанууд байдаг. Малайзын судлаачид нүүрстөрөгчийн ионоор удвал цэцгийн *Chrysanthemum* ишний зангилааг in vitro орчинд үйлчлэх тун 4Gy, харин цэцгийг үйлчлэх тун 2Gy гэж тогтоосон байна [13]. Японы судлаачдын нүүрстөрөгч болон гелийн ионоор тутрагыг үйлчилсэн дүнгээр хамгийн сайн их мутацид орсон хувилбар нь 22 Gy (220MeV carbon), 73Gy (320MeV carbon), 187Gy (100MeV helium) тунгууд байна [6]. *Arabidopsis thaliana* таримлын хуурай үрийг 43 MeV нүүрстөрөгчийн ионы 7 хувилбараар үйлчилсэн дүнгээр уг таримлыг үйлчлэх тохиромжтой тун 200 Gy болохыг тогтоосон байна [9]. Буудайн

Дүгнэлт

Буудайн тохиромжтой тун тогтоох LD₅₀ үзүүлэлт нь Дархан-144 сортын 125 Gy хувилбарт, Дархан-181 сортын 150 Gy хувилбарт тус тус байлаа. Буудайн сортуудын анхны навч болон үндэсний уртын бууралтаар тохиромжтой тун тогтоох индекс RD₅₀ нь Дархан-144 сортод 125

Jing411 ба Heyou1 сортуудын хуурай үрийг 7Li-ионы цацрагийн цацрагт янз бүрийн тунгаар үйлчлэн судлахад уг сортуудын радиацийн мэдрэмж өөр байсан байна. 20 Gy-ийн тунгийн үйлчлэлд ургамлын анхны навны урт 50% буурсан байна. [8]

Бидний судалгаагаар буудайн сортуудыг ионы туяаны 11 өөр тунгаар үйлчилэн соёлолтын тест хийсэн дүнгээр тохиромжтой тун тогтоох LD₅₀ үзүүлэлт нь Дархан-144 сортын 125Gy хувилбарт, Дархан-181 сортын 150Gy хувилбарт тус тус байлаа. Буудайн сортуудын анхны навч уртын бууралтаар тохиромжтой тун тогтоох индекс RD₅₀ нь Дархан-144 сортод 125Gy (52.96%), харин Дархан-181 сортод 150Gy (54.88%), харин үндэсний уртын бууралтын үзүүлэлт хоёр сортод 125Gy гэж тодорхойлов. Соёлолт, анхны навч болон үндэсний уртын бууралтын үзүүлэлтийн дунджаар Дархан-144 сортыг ионы туяагаар үйлчлэх тун 125Gy, Дархан-181 сортыг 125-150Gy тунгаар үйлчлэх тохиромжтой.

Gy, харин Дархан-181 сортод 125-150 Gy, харин үндэсний уртын бууралтын үзүүлэлт хоёр сортод 125 Gy гэж тодорхойлов. Цаашид буудайн сортуудыг гелийн ионоор (50 keV/μm) 120-160 Gy хооронд 10 Gy давтамжаар үйлчилж тухайн сорт, генотипийг үйлчлэх тунг тогтоох зүйтэй.

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

- [1] Yu.Zengliang, (2006) "Ion beam mutation breeding" Introduction to ion beam biotechnology, pp 183-198.
- [2] Spencer-Lopes.M.M, Forster.B and Jankuloski.L (2018) Manual of mutation breeding
- [3] Shu.Q.Y, Forster.B.P, Nakagawa.H (2012) Plant mutation breeding and Biotechnology
- [4] *Mutation Breeding Manual-FNCA*
- [5] (<http://mvd.iaea.org/>)
- [6] H.Yamaguchi et al. (2009) "Mutagenic effects of ion beam irradiation on rice" *Breeding Science* 59: 1969-177.
- [7] LWu and Z.Yu, (2001) "Radiological effects of a low energy ion beam on wheat" *Radiation and Environmental Biophysics* 40(1), 53-578.
- [8] H. Xiong et al. (2020) "Comparative transcriptome analysis of two common wheat varieties induced by ⁷Li-ion beam irradiation reveals mutation hotspot regions and associated pathways", *Radiation Physics and Chemistry* Volume 170.
- [9] Yan Dua et al. "Mutagenic effects of carbon-ion irradiation on dry *Arabidopsis thaliana* seeds" *Mutation Research* 759 (2014), pp 28-36
- [10] Долгор.Ц, Мутацийн селекцид химийн эн ашигласан дүнгээс ХАА-н Шинжлэх ухаан сэтгүүл хуу.51-53
- [11] Н.Баярсүх, Ц.Долгор, (2020) "Монгол орны таримлын селекцид цөмийн технологи ашигласан үр дүн" Цөмийн технологи монгол улсын хөгжилд, Хуудас 86-88.
- [12] Ц.Долгор, (2020) "Монгол орны үр тарианы селекцид цөмийн технологи ашигласан дүнгээс" ШУ дэвшилтэт технологи Онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл хуудас 26-29.
- [13] Shakinah.S et al. "Effect of ion beam irradiation on morphological and flowering characteristics of *Chrysanthemum*" Conference: Nuclear Malaysia R&D Seminar 2012, At: Bangi, Malaysia

Results of a study of optimal dose determination in wheat

Dolgor Tsognamjil* 

Institute of Plant and Agricultural Sciences, Mongolian University of Life Sciences, Darkhan 45047, Darkhan-Uul, Mongolia

*Corresponding author: dolgor6407@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2597-5421>

Received: 28.02.2021

Revised: 14.04.2021

Accepted: 16.06.2021

Abstract

In radiobiology, biological effects appear when a biological organism absorbs radiation energy over a critical value. Therefore, the absorption dose, defined as the energy absorbed per unit mass, is the only major parameter that used for characterizing radiation effect. A typical dose-response curve is the survival rate experiences a progress of slowly dropping-slightly ascending- rapidly decreasing. This phenomenon of survival –dose response is universal in ion implantation of plants. The percentage of root and first leaf length and damage effect of ion beam increased in the highest doses. Darkhan-181 variety was more radio-sensitivity than Darkhan-144 variety. The indices of LD₅₀ determined in Darkhan-144 variety 125Gy and in Darkhan-181 150Gy doses. Both two varieties similar result sown in RD₅₀ indices sown in 125Gy (Darkhan-144 48.7%, Darkhan-181 49.1%) dose. We are determined 125-150Gy dose of ion beam radiation is an optimal dose for those varieties.

Keywords: mutation, radio-sensitivity, mutagen treatment, reduction of first leaf length, reduction of root length