

Био-инженерчлэл

Бага чадлын Рентген шарах төхөөрөмжийг ашиглан төмсний хадгалагдах хугацааг тасалгааны температурт уртасгасан нь

Д. Мөнх-Очир¹, Г. Манлайжав^{1,4}, М. Дүүрэнжаргал¹, Э. Анужин¹, Д. Дөлгөөн¹, Б. Лхам², Ц. Жавзандолгор², А. Төрсүх³, Б. Мөнхбат^{1,3}, Р. Чинзориг^{1*}

¹МУИС, ИТС, Хими Биологийн Инженерчлэлийн Тэнхим, *e-lab*

²Мал эмнэлгийн хүрээлэн

³МУИС, Цөмийн физикийн судалгааны төв

⁴МУЗГ, Цөмийн энергийн комисс

Хүлээн авсан 2024.12.13; Хянагдсан 2025.03.25; Зөвшөөрөгдсөн 2025.04.11

*Холбоо баригч зохиогч: chinzorig@num.edu.mn

Хураангуй

Энэхүү судалгааны ажлаар Мал эмнэлгийн хүрээлэнд судалгааны зориулалтаар ашиглаж буй *RS1800* Рентген шарах төхөөрөмжийг ашигласан. Энэхүү төхөөрөмж нь шарлага хийх 3 түвшинтэй. Түвшин бүр нь Рентген хоолойноос 6.2 см, 13.8 см, 22.2 см-т байрладаг. Бид судалгаандаа төмсийг 1-р түвшин буюу Рентген хоолойноос 22.2 см-т байрлах тавцан дээр тавьж шарлагыг хийсэн. Шингэсэн тунгийн хэмжээнээс хамаарч шарлагын минут өөр байна. Судалгаанд Эрдэс Агро компанийн тарьж ургуулсан “*gala*” сортын төмсийг (шингэсэн тун 200 Гр хүртэл) бага тунгаар зөвхөн нэг талаас нь шарсан бөгөөд төмсний доторх тунгийн жигд байдлыг харгалзан үзээгүй болно. Төмсийг зааврын дагуу (+1°C)-(+5°C) хэмд 14 хоног хадгалж хэрэглэх байсан бол бид Рентген цацрагаар шарсан төмсийг тасалгааны температурт (+22°C) 60 хоногийн турш хадгалсан. Хадгалалтын дараах төмсний жингийн алдагдал болон булцууны соёлолтын тоог *MNS 0528:2021* стандартын дагуу хэмжин, нийт нүүрс-ус, ууссан хатуу бодис, рН-ийг хэмжин үр дүнг тодорхойлсон. Мөн физик-механик шинж чанарыг *Shimadzu EZ-SX* төхөөрөмжийг ашиглан тодорхойлж бүлэг хооронд харьцуулахад шингэсэн тунгийн хэмжээ 150 Гр бүлэг хяналтын бүлгийн төмснөөс эрс өөр, сайн хадгалагдаж байгааг тогтоолоо.

Түлхүүр үг: Рентген цацраг, ионжуулагч цацраг, физик-механик шинж чанар, текстур шинжилгээ, нүүрс-ус, хатуулаг, Юнгийн модуль

1 Оршил

Ионжуулагч цацраг нь атом, молекулаас электроныг сугалан гаргаж ион үүсгэдэг цацрагийг хэлнэ. Ионжуулагч цацрагт альфа цацраг, бета цацраг, нейтрон цацраг, гамма эсхүл рентген цацраг болон сансрын цацраг хамаардаг. Хүнсний ионжуулагч цацрагаар шарах технологи нь хүнсний чанарыг хадгалахын зэрэгцээ хүнсний аюулгүй байдал болон шим тэжээлд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэхгүйгээр хүнсэнд нөлөөлөх цөөн технологийн нэг юм. Ионжуулагч цацраг нь хүнсийг физик, хими, биологийн өөрчлөлтүүдээс шалтгаалсан өвчлөлт, бохирдлыг бууруулах мөн жимс, хүнсний ногооны боловсорч гүйцэх явцыг удаашруулж, булцуут болон үндэст ургамлын нахиалалтыг зогсоох зэрэг давуу тал их байдаг.

Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллага, Олон Улсын Хүнс, Эмийн Захиргаа, Олон Улсын Атомын Энергийн Агентлагууд нь хүнсийг цацрагаар шарж боловсруулалт хийхийг 1980 оноос эхлэн аюул-

гүй болохыг дүгнэсэн. 1986 онд Олон Улсын Хүнс Эмийн Захиргаа хүнсийг цацрагаар шарж боловсруулах аргыг тодорхой хүнсний бүтээгдэхүүнд хэрэглэхийг зөвшөөрч, аюулгүй байдлын тухай зөвшөөрөл олгосон [1].

Төмс (*Solanum tuberosum*) нь ургац хураалтаараа дэлхийд дөрөвдүгээрт ордог чухал хүнсний ногоо юм. Төмсийг зөвхөн хоол хүнсэнд хэрэглэхээс гадна төрөл бүрийн салбарт түүхий эд болгон ашиглаж байна. Монгол улсын 2023 оны ургац хураалтын тайланд төмс нь үр тариа, улаан буудайн дараагаар 3-т буюу 180.000 тн гаруй төмс хурааж авсан [2].

Төмсөнд ус 70-80% , хуурай бодис 20% агуулагддаг бөгөөд хуурай бодисын 60-80%-ийг цардуул бүрдүүлдэг. Мөн төмсөнд тос, уураг, эрдэс бодис бага хэмжээний агуулагддаг [3].

Монгол улс нь цаг агаарын хувьд эрс тэс уур амьсгалтай орон бөгөөд өвөлдөө (-30°C) хүйтэрч, зундаа (+25°C) халуун байдаг. Цаг агаарын эрс тэс уур амьсгалаас шалтгаалан жилд нэг л удаа хөдөө

аж ахуйн (үр тариа, төмс, саримс, сонгино, байцай г/м) ургац хурааж авдаг. Хураасан ургацаа дараагийн ургац хураалт хүртэл хадгалах хэрэгтэй болдог бөгөөд ихэвчлэн хадгалах явцад ургацын 30 хүртэлх хувь нь ургац хураалтын дараах алдагдалд ордог [4].

Тиймээс төмс болон бусад хүнсний ногооны хадгалалтын хугацааг уртасгах нь чухал ач холбогдолтой байна. Хүнсний ногооны хадгалалтын хугацааг уртасгах, экспортын бүтээгдэхүүний эрүүл ахуйн шаардлагыг хангахын тулд шарлагын технологийг Монгол улсад хэрэглээндээ нэвтрүүлэх шаардлагатай юм.

2 Материал арга зүй

2.1 Дээж

Энэхүү судалгаанд *Solanum tuberosum* L. (*Solnaceae* овог), “gala” сортын төмсийг судалгаандаа ашигласан. Судалгаанд ашигласан дээжийг морфологийн хувьд хэлбэр сайтай, механик гэмтэлгүй, *MNS 0258:2021* хүнсэнд хэрэглэх стандарт шаардлага хангасан төмсийг сонгож авсан. Сонгосон төмснүүдийг санамсаргүй байдлаар 4 бүлэгт хуваасан бөгөөд туршилтын бүлгүүдийг Рентген шарах төхөөрөмж ашиглан 100 Гр, 150 Гр, 200 Гр тунгаар нөлөөлсөн. Нийт дээжүүдийг өрөөний температурт 60 хоног хадгалж, тус бүрийн жин, урт, өргөн, булцууны соёололтын тоог *MNS 0258:2021* стандартын дагуу хэмжсэн [5]. Мөн нийт нүүрс-ус, ууссан хатуу бодис, *pH*-ийн утгыг хэмжиж, бүлгүүдийн хооронд харьцуулалт хийсэн. Нийт төмснүүдийн жин 91.92 ± 11.83 гра мм байсан бөгөөд хэлбэрийн хувьд ойролцоо байсан.

2.2 Багаж, төхөөрөмж

Судалгаанд *Rad Source RS1800* Рентген шарах төхөөрөмжийг ашигласан. Энэхүү төхөөрөмж нь Рентген цацраг ашиглан биологийн болон анагаах ухааны туршилт явуулахад зориулагдсан төхөөрөмж юм. *RS1800* төхөөрөмж нь шарлага хийх 3 түвшинтэй. Түвшин бүр нь Рентген хоолойноос 6.2 см, 13.8 см, 22.2 см-ийн зайд байрладаг. 1-р түвшинд 11.73 Гр/мин, 2-р түвшинд 17.65 Гр/мин, 3-р түвшинд 45.35 Гр/мин хүчин чадалтайгаар дээжид үйлчилдэг [6]. Бид судалгаандаа төмсийг 1-р түвшин буюу Рентген хоолойноос 22.2 см-т байрлах тавцан дээр тавьж 8.53 мин, 12.79 мин, 17.05 мин хугацаатайгаар шарлагыг хийсэн (Зураг 1а, б).

Shimadzu EZ-SX төхөөрөмжийг төмсний физик-механик шинж чанарыг тодорхойлоход ашигласан. Төхөөрөмж нь 500Н хүртэл хүчин чадалтай. Энэхүү төхөөрөмжийг ашиглан *Puncture Test Analysis* болон *Texture Profile Analysis* хэмжилтүүдийг хийж механик шинж чанарыг тодорхойлсон. (Зураг 2).



Зураг 1: а) Рентген шарах төхөөрөмжснд төмсийг шарж буй байдал б) Рентгений эхүүсвэрээс харгалзах зайг хамааруулан тунгийн чадлыг тооцоолсон нь



Зураг 2: Shimadzu EZ-SX төхөөрөмж

2.3 Чанарын шинжилгээ

2.3.1 Жин, булцууны соёололт

Төмсийг Рентген цацрагаар шарж боловсруулсны дараа 60 хоног хадгалсан бөгөөд *MNS 0258:2021* стандартын дагуу төмсний жин, урт, өргөн, булцууны соёололтыг хэмжив.

2.3.2 Нүүрс ус, ууссан хатуу бодис, *pH*

Дээж бэлтгэх: Төмсний шүүсийг нь шахан гарган авч 15мл-н тюбенд хийн 6000rpm хурдтайгаар 10 минут центрифугдэнэ. **Ууссан хатуу бодис:** Дээжээсээ 0.5мл-г авч хатаах шүүгээнд 24 цаг 50°C-т байлгасны дараагаар жингийн зөрүүг тооцон тодорхойлсон. ***pH*:** Дээжийн шингэн хэсгээс *Sartorius Basic pH Meter PB-10* төхөөрөмж ашиглан *pH*-ийн утгыг хэмжсэн. **Нүүрс-ус:** Төмсний нүүрс-усыг фенол-хүхрийн хүчлийн арга зүйн дагуу глюкозын жиших муруй ашиглан тодорхойлсон. Бэлдсэн дээжнээс 0.5 мл-г авч 0.5 мл 5%-ийн фенолд уусгана. Үүний дараа 95.5%-н хүхрийн хүчил нэмж, 30 минутын дараа 490нм долгионд хэмжилт хийнэ. Хэмжилтийг 3 удаа давтан хийсэн. Төмсний хувьд дээжийг 100 дахин шингэлэх нь тохиромжтой байсан.

2.4 Физик-механик шинж чанар тодорхойлох

Хадгалалтын дараах хяналтын болон шарсан төмснүүдийн физик-механик шинж чанарыг тодорхойлохын тулд Shimadzu EZ-SX төхөөрөмж ашиглан Texture Profile Analysis /Double Compression Test/ болон Puncture Test Analysis хэмжилтүүдийг хийсэн.

2.4.1 Puncture Test Analysis (Цоолох туршилт)

Төмсийг 118 мм-ийн диаметртэй суурь тавцан дээр тэгш хэмтэй байрлуулан, 5 мм диаметртэй цилиндр хэлбэрийн мухар зүүгээр 0.25 мм/с хурдтайгаар 5 өөр цэгт цоолж хэмжсэн. Туршилтын үеэр гарсан force-stroke (хүч-цохилтын) графикаас Puncture force (Н) -Цоолох үеийн хүч, Puncture stroke (мм) -Цоолох үеийн зай, Work done to Puncture (мЖ) -Цоолох үед хийсэн ажил, Young's modulus-Юнгийн модуль (Па) зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов. Young's modulus (Па)-ийг дараах томъёогоор тодорхойлсон.

$$E = \text{Stress/Strain} = (F/A)/(\Delta L/L) \quad (1)$$

2.4.2 Texture Profile Analysis (TPA) (Давхар шахалтын туршилт)

Төмс тус бүрийн төв хэсгээс 2 цилиндр хэлбэрийн дээж (диаметр 2.7 см, өндөр 1 см) зүсэн авсан. Дээжийг 118 мм-ийн диаметртэй суурь тавцан дээр тэгш хэмтэй байрлуулан, 30 мм диаметртэй хавтгай тавгийг ашиглан 0.25 мм/с хурдтайгаар 25%-аар хоёр удаа даралтад оруулсан. Force-time (Хүч болон хугацааны) графикаас дараах параметруудийг тодорхойлсон:

$$\text{наалдамхай чанар} = \text{хатуулаг} * \text{нягтаршил} \quad (2)$$



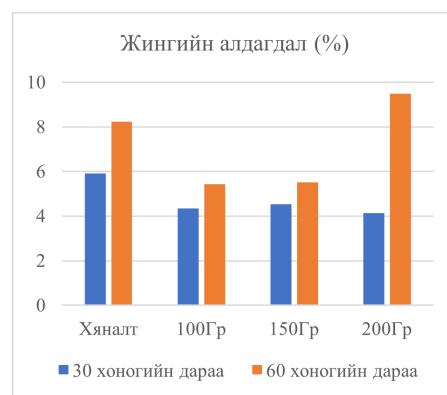
Зураг 3: 60 хоногийн дараах өрөөний температурт хадгалсан төмсний гадаад төрхийн харьцуулалт, хяналтын бүлэг (зүүн талд), 100 Гр тунгаар үйлчилсэн бүлэг (баруун талд)

2.5 Математик боловсруулалт

Shimadzu software "Trapezium X" програ мм ашиглан төмсний физик-механик шинж чанарыг тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг SPSS Statistic 22.0, One-way ANOVA, Microsoft 2016 Excel програ ммаар t-test-ийн аргаар үр дүнг бодож, $p < 0.05$ утгыг шалгуур болгон бүлэг хоорондын мэдэгдэхүйц ялгааг (significant difference) бодож гаргасан. Үр дүнг графикт a, b, c үсгүүдээр илэрхийлж, бүлэг хоорондын ялгаатай байдлыг харуулсан.

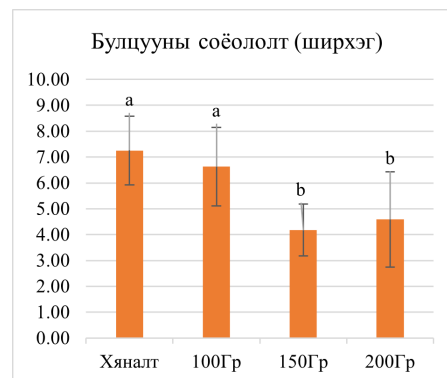
3 Үр дүн

3.1 Чанарын шинжилгээний үр дүн



Зураг 4: 60 хоногийн дараах жингийн алдагдал

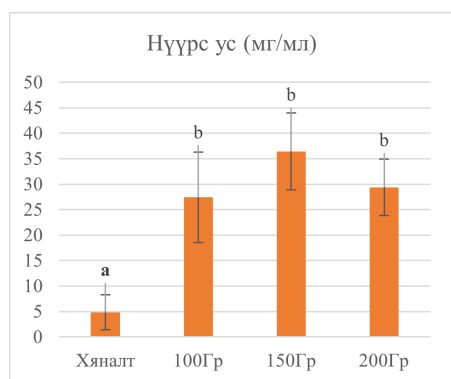
Төмсний хадгалалтын хугацааны турш төмсний жингийн алдагдал буурсан. 30 хоногийн дараах хяналтын бүлгийн төмсний жингийн алдагдал 5.9% байсан бол 60 хоногийн дараа 8.2% хүртэл 2.3%-иар нэмэгдэв.



Зураг 5: 60 хоногийн дараах булцууны соёлолтын тоо

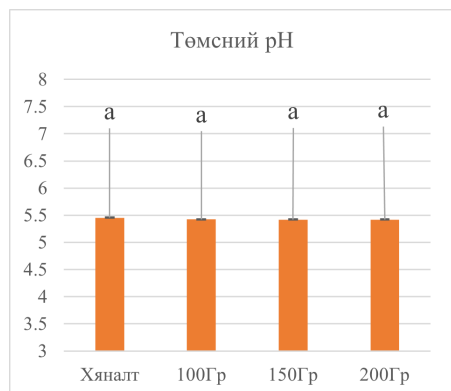
Харин 100 Гр, 150 Гр тунгаар үйлчилсэн төмснүүдийн жингийн алдагдал харьцангуй ойролцоо (30 хоногийн дараах алдагдал 4.3%-4.5%, 60 хоногийн дараах алдагдал 5.4%-5.5%) утгатай байсан бөгөөд

200 Гр тунгаар үйлчилсэн төмсний жингийн алдагдал нь 4.1%-аас 9.4% болтол 4.7%-иар нэмэгдсэн /Зураг 4/. 200 Гр тунгийн бүлэг 30-60 хоногт жингээ илүү алдаж эхэлсэн бөгөөд энэ нь хадгалах явцад эсийн хананд агуулагдах пектин задарсан байх боломжтой. Пектиний задрал нь эсийн бүтцийг сулруулж, төмсний чийг хадгалах чадварыг бууруулдаг. Үүний улмаас төмсийг хадгалах явцад илүү их чийгээ алдаж, жин багасдаг [7].



Зураг 6: 60 хоногийн дараах нүүрс-усны агууламж

Хяналтын бүлгийн хувьд нэг төмсөнд дунджаар 7.25 ± 1.25 соёололт байсан бол 150 Гр бүлэгт дунджаар 4.17 ± 1.01 байлаа. Соёололтын хамгийн их ялгаа нь хяналтын бүлэгт байсан бөгөөд 4 мм-ээс урт соёололт дунджаар 2.88 ± 0.88 байв. Энэ нь шарсан төмсний бүлгүүдэд ажиглагдаагүй. Монгол Улсын стандарт MNS 0258:2021-ийн дагуу 5%-иас илүү, 4 мм-ээс урт соёолсон төмсийг хүлээн зөвшөөрөхгүй бөгөөд худалдаанд гаргадаггүй [5].



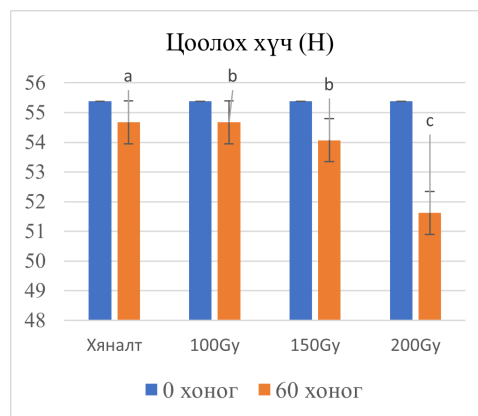
Зураг 7: 60 хоногийн дараах pH

Төмсний нүүрс-усыг глюкозын жиших муруй ашиглаж хэмжсэн бөгөөд 60 хоногийн дараах хяналтын бүлгийн нүүрс-усны хэмжээ 4.85 ± 3.44 мг/мл байсан бол 100 Гр бүлэг 27.3 ± 8.84 мг/мл, 150 Гр бүлэг 36.4 ± 7.56 мг/мл, 200 Гр бүлэг 29.39 ± 5.52 мг/мл байсан. Хяналтын бүлэг шарсан бүлгүүдээс эрс бага байв (Зураг 6). Соёололт нь төмсний цардуулыг

уусдаг сахарт задлах үйл явцыг түргэсгэдэг. Үүний үр дүнд, хяналтын бүлэгт байгаа төмсний нүүрс-усны агууламж бусад бүлгүүдтэй харьцуулахад мэдэгдэхүйц бага байсан. Шарсан бүлгүүд соёололтыг амжилттай зогсоож, төмсний бодисын солилцоог хязгаарласан учраас хяналтын бүлгийн нүүрс-усны агууламж шарсан бүлгүүдээс эрс бага байсан. pH тодорхойлох туршилтын үр дүнд хяналтын болон шарсан бүлгийн pH 5.41-5.45 буюу ойролцоо утгатай байв (Зураг 7). Энэ нь нормын (5.4-5.9) хүрээнд байлаа [8].

3.2 Физик-механик шинжилгээний үр дүн

Puncture Test Analysis (Цоолох туршилт): Төмсийг шараагүй байх үеийн эхний хэмжилтийг 100% гэж үзэн 60 хоногийн дараах өөрчлөлтийг тодорхойлж бүлэг хооронд харьцуулсан.

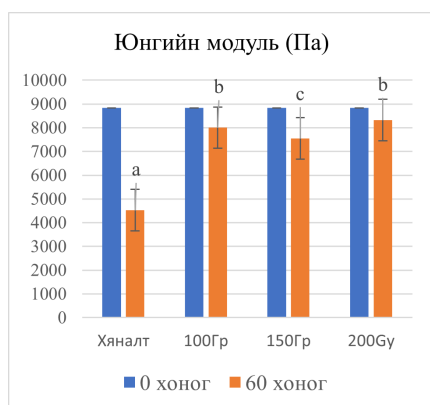


Зураг 8: Төмсний хальсыг цоолоход зарцуулсан хүчийг Ньютоноор илэрхийлсэн нь

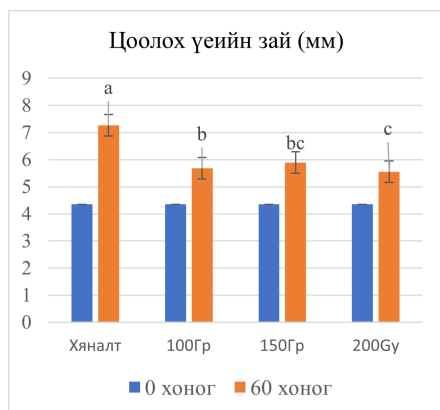
Хяналтын бүлгийн цоолох үеийн хүч 60 хоногийн дараах байдлаар 1.28%-иар буурсан бол 100 Гр, 150 Гр бүлгүүд ойролцоо 1.28%, 2.3% байсан. Харин 200 Гр бүлэг эрс бага буюу 6.7%-иар буурсан байлаа. Математик боловсруулалт гүйцэтгэсэн үр дүнгээс үзэхэд хяналтын болон шарсан бүлгүүд хоорондоо ялгаатай байдал ажиглагдлаа (Зураг 8).

Хяналтын бүлгийн Юнгийн модулийн утга 48.8%-иар буурсан байлаа. Энэ нь шарсан бүлгүүдтэй харьцуулахад эрс бага байв. (Зураг 9). Юнгийн модуль нь тухайн биетийн хатуу, зөөлөн шинж чанарыг илэрхийлдэг [9]. Хяналтын бүлгийн төмс нь шарсан бүлгүүдтэй харьцуулахад илүү зөөлөрсөн байв.

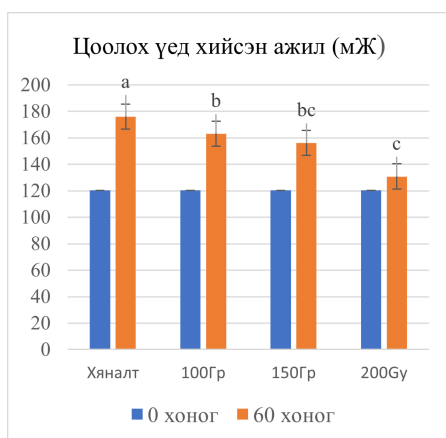
Цоолох үеийн зай болон цоолох үед хийсэн ажлын туршилтууд хоорондоо шууд хамааралтай байв. 60 хоногийн дараах хяналтын бүлгийн цоолох үеийн зай 66.8%-иар нэмэгдсэн бол 150 Гр бүлэг 35.4%-иар нэмэгдэв. Харин цоолох үед хийсэн ажил хяналтын бүлэг 46.3%, 150Гр бүлэг 29.7%-иар нэмэгдсэн байв (Зураг 10, 11). Энэ нь хадгалалтын явцад төмсний



Зураг 9: Юнгийн модуль туршилтын үр дүн



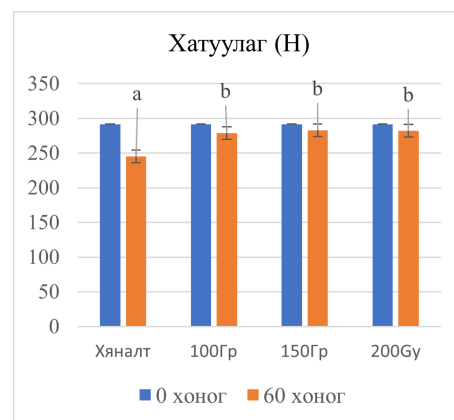
Зураг 10: Цоолох үеийн зай туршилтын үр дүн



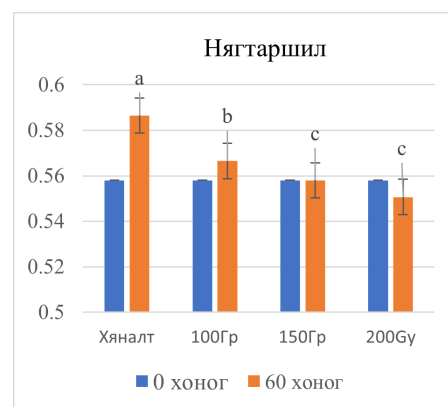
Зураг 11: Цоолох үед хийсэн ажил туршилтын үр дүн

хальс илүү зөөлөрч, уян болсон учраас цоолох үед их зай туулан, их ажил хийсэн юм.

Texture Profile Analysis (TPA) (Бүтэц шинж чанарын шинжилгээ)



Зураг 12: Хатуулга тодорхойлох туршилтын үр дүн

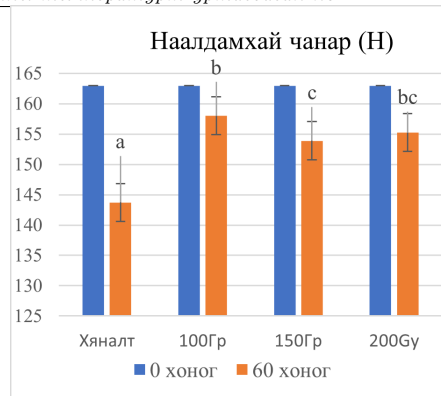


Зураг 13: Нягтаршил тодорхойлох туршилтын үр дүн

Бүтэц шинж чанарын туршилтын үр дүнд хатуулаг нь хяналтын бүлэгт 16.03%-иар багассан бол шарсан бүлгүүдэд 3-4%-иар багассан (Зураг 12). Нягтаршлын утга хяналтын бүлэгт 5.1%-иар нэмэгдсэн. Харин 100 Гр, 150 Гр бүлгүүдэд 1.5%, 0.006%-иар нэмэгдсэн бол 200 Гр тунгийн бүлэг 1.3%-иар буурсан үр дүн гарлаа (Зураг 13). Наалдамхай чанарын утгыг хатуулаг болон нягтаршлын үржвэрээр илэрхийлэх бөгөөд хяналтын бүлэг 11.8%-иар буурсан. Үүнтэй харьцуулахад шарсан бүлгүүд 3-5%-иар буурсан байлаа (Зураг 14).

4 Хэлэлцүүлэг

Манай судалгааны үр дүнд 60 хоногийн дараах төмсний жингийн алдагдал хяналтын бүлэгт 8.2% байсан бол 100 Гр, 150 Гр тунгаар үйлчилсэн бүлгүүд 5.4%, 5.5%-ийн алдагдалтай байлаа. Харин 200



Зураг 14: Наалдамхай чанар тодорхойлох туршилтын үр дүн

Гр тунгаар үйлчилсэн бүлгийн жингийн алдагдал 9.4% байв. Үүнээс үзэхэд 200 Гр тунгаар үйлчилсэн төмсний жингийн алдагдал их байв. *Le Doan Dinh Duc et al.* нарын судалгааны үр дүнд 250 Гр тунгаар үйлчилсэн бүлгийн 60 хоногийн дараах жингийн алдагдал 11.42% байсан нь манай судалгааны үр дүнтэй ойролцоо утгатай байв [10]. Манай туршилтын үр дүнд жингийн алдагдал 30 хоногийн дараах байдлаар жигд буурч байсан бол 60 хоногийн дараа 200 Гр бүлгийн жингийн алдагдал огцом ихэсчээ. Тунгийн хэмжээ ихсэхэд жингийн алдагдал нэмэгдэх боломжтой талаар олон судалгаа байдаг [11] [12] [13]. Энэ нь хадгалалтын явцад төмсний эсийн хананд агуулагдах пектин задарсны улмаас чийгийн алдагдлыг нэмэгдүүлж, жин алдах шалтгаан болж байна [14].

Хадгалалтын явцад төмсөнд ургасан 4 мм-ээс дээш урттай булцууны соёлолт хяналтын бүлэгт 2.88 ± 0.88 байсан бол шарсан бүлгүүдэд ажиглагдаагүй юм. Нүүрс-усны хэмжээ хяналтын бүлэгт 4.85 ± 3.44 мг/мл, 150 Гр бүлэгт 36.4 ± 7.56 мг/мл байсан. Соёлолт нь төмсний цардуулыг уусдаг сахарт задалдаг. Харин рентген цацраг нь соёлолтыг амжилттай зогсоодог [15]. Манай судалгааны үр дүнд Рентген цацрагаар төмсийг шарах үед соёлолтыг амжилттай зогсоосон нь бусад судалгаануудын үр дүнтэй нийцэж байлаа.

Юнгийн модуль туршилтын үр дүнд 60 хоногийн дараах хяналтын бүлгийн утга 48%-аар буурсан байв. Үүнтэй харьцуулахад 150 Гр, 200 Гр бүлэг 4.5%, 5.8%-иар буурсан байгаа нь хяналтын бүлгийн төмс шарсан бүлгүүдтэй харьцуулахад илүү зөөлөрсөн байгааг илтгэж байна. Цоолох үед хийсэн ажил хяналтын бүлэгт 46.3%-иар буурсан бол 100 Гр бүлэг 35.6%, 150 Гр бүлэг 29%, 200 Гр бүлэг 8.7%-иар нэмэгдсэн байлаа. *Rina Mahto, Madhusudan Das et al.* нарын судалгаагаар 50 Гр, 150 Гр, 500 Гр тунгуудаар үйлчилсэн төмсний цоолох үед хийсэн ажил 46%, 32% 32%-иар нэмэгдсэн үр дүн гарсан [15]. Энэ нь манай судалгааны үр дүнтэй нийцэж байв.

5 Дүгнэлт

“Gala” сортын төмсийг ($n=113$) 4 бүлэгт хуваан 3 бүлгийг нь 100 Гр, 150 Гр, 200 Гр тунгаар зөвхөн нэг талаас нь Рентген цацрагаар шарсан бөгөөд тасалгааны температурт ($+22^{\circ}\text{C}$)-т 60 хоног хадгалж чанарын болон физик-механик шинж чанарыг тодорхойлж шарсан, шараагүй төмснүүдийн хооронд харьцуулав.

Шарсан болон шараагүй төмсний чанарын шинжилгээг *MNS 0258:2021* стандарт ашиглан тодорхойлоход 150 Гр тунгаар үйлчилсэн төмс хяналтын бүлгээс илүү сайн хадгалагдсан үр дүн гарлаа. Дээж тус бүрийн физик-механик шинж чанарыг тодорхойлон туршилтын бүлгүүдийг харьцуулж, үр дүнд математик боловсруулалт гүйцэтгэхэд хяналтын болон шарсан бүлгийн төмснүүдийн хооронд эрс ялгаатай байдал ажиглагдав.

Энэхүү судалгааны үндсэн дээр төмсийг тасалгааны температурт хадгалах тохиолдолд 150 Гр тунгаар үйлчлэх нь “gala” сортын төмсний хувьд тохиромжтой гэж дүгнэлээ.

Санхүүжилт

Энэхүү судалгааны ажлыг Шинжлэх Ухаан Технологийн сангийн ШУУЗ 2022/289 тоот захиалгат төслийн санхүүжилтээр хийж гүйцэтгэлээ.

Зохиогчийн оролцоо

Г.Манлайжав энэхүү судалгааны ажлын санааг гарган туршилтын төлөвлөгөөг боловсруулж, Р.Чинзориг санхүүжүүлэн, туршилт судалгааны ажлыг бүхэлд нь хариуцсан. Б.Мөнхбат, А.Төрсүх нар физик-механик шинж чанар тодорхойлох хэсэгт ажилласан. Д.Мөнх-Очир, Э.Анужин нар өгүүллийг бичиж, Д.Мөнх-Очир, М.Дүүрэнжаргал, Э.Анужин, Д.Дөлгөөн нар туршилтын үйл явц болон үр дүнгийн боловсруулалтыг хийж гүйцэтгэсэн. Б.Лхам, Ц.Жавзандолгор нар рентген цацрагаар төмсийг шарсан, шарлагын протокол гаргасан.

Ашиг сонирхлын зөрчилгүйн баталгаа

Зохиогчид ашиг сонирхлын зөрчилгүй гэдгээ баталж байна.

Ашигласан ном

- [1] Manual of Good Practice in Food Irradiation. IAEA. 2015.
- [2] www.1212.mn. Үндэсний Статистикийн Хороо. 2023.

- [3] Tolessa ES. Importance, Nutrient Content and Factors Affecting Nutrient Content of Potato. American Journal of Food, Nutrition and Health. 2018.
- [4] Нямжав. Вирусгүй төмсний үр үржүүлгийн талбарууд дахь үрийн төмсний хадгалалтын судалгаа. ХАА-н Шинжлэх ухаан сэтгүүл. 2013 DOI: 105564/mjasv10i1308.
- [5] MNS 0258:2021 Хүнсний төмс. Техникийн ерөнхий шаардлага. Монгол Улсын Стандарт.
- [6] Манлайжав. RS-1800 Рентген шарах төхөөрөмжийн цацрагийн тунг иончлолын камераар тодорхойлох. МУИС, ФИЗИК сэтгүүл. 2023.
- [7] Kaaber L. The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. Potato Research. 2001 DOI: 101007/BF02410102.
- [8] G MA. Acidified and Low-Acid Canned Foods. US Food and Drug Administration. 2007.
- [9] A M. Journal of Microelectromechanical Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2010 DOI: 101109/JMEMS20102094511.
- [10] Dinh LD. Effect of ^{60}Co Gamma Radiation on the Shelf Life of Potato Tubers. Radiosotopes. 2024 DOI: 103769/radioisotopes73255.
- [11] Etemadinasab H. Effects of electron beam irradiation on physicochemical, nutritional properties and storage life of five potato cultivars. Radiation Physics and Chemistry. 2020 DOI: 101016/jradphyschem2020109093.
- [12] Soares IGM. Physico-chemical and sensory evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) after irradiation. SciELO Brazil. 2016 DOI: 101590/0001-3765201620140617.
- [13] Dhali K. Effect of gamma irradiation on potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers influencing post-harvest quality parameters. Journal of Crop and Weed. 2017.
- [14] Lei D. Insights into the Acid-Induced Gelation of Original Pectin from Potato Cell Walls by Gluconic Acid-delta-Lactone. Foods. 2023 DOI: 103390/foods12183427.
- [15] Mahto R. Effect of gamma irradiation on the physico-mechanical and chemical properties of potato (*Solanum tuberosum* L), cv. 'Kufri Chandramukhi' and 'Kufri Jyoti', during storage at 12C. Radiation Physics and Chemistry. 2015 DOI: 101016/jradphyschem201408021.