

Сонгины (*Allium sera* L.) хальсны антиоксидант идэвх ба аюулгүй байдлын үнэлгээ

Г.Ану¹, Б.Тамир¹, Б.Уранбилэг², М.Алтантогос², О.Олдох², О.Энхзул^{2*}¹ХҮТИС, Хүнсний технологийн тэнхим²АШУҮИС, Био-АС, Анагаахын химийн тэнхим

Цахим шуудан: enkhzul.o@mnu.edu.mn, Утас: 86082328

Түлхүүр үг:

Фенолт нэгдэл
Флавоноид
Антиоксидант
чадвар
Хүнсний хаягдал

Товч утга:

Үндэслэл: Сонгины хальс нь биологийн идэвхт нэгдлээр баялаг түүхий эд боловч Монгол улсын хүнсний салбарын хаягдалын менежментийн хүрээнд энэ төрлийн нарийвчилсан судалгаа, аюулгүй байдлын үнэлгээ хангалтгүй байна. Иймд хоол үйлдвэрлэлийн салбараас гарч буй хаягдал сонгины хальсыг дахин боловсруулах, түүний шинж чанарыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй тогтоох шаардлагатай юм. **Зорилго:** Хоол үйлдвэрлэлийн явцад гарч буй ягаан болон цагаан сонгины (*Allium sera* L.) хальсны аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүдийг үнэлж, биологийн идэвхт нэгдлийн агууламж болон антиоксидант идэвхийг харьцуулан тогтоох. **Арга, аргачлал:** Судалгаанд ягаан болон цагаан сонгины хальсыг ашиглав. Аюулгүй байдлын үзүүлэлтийг атом шингээлтийн спектрометр (хүнд металл) болон GC-MS/MS, LC-MS/MS (пестицид) багажаар тодорхойлов. Түүхий эдийг 70%-ийн этанолаар хандалж, вакуум ууршуулагч болон хөлдөөн хатаагч ашиглан хуурай ханд гарган авсан. Нийт фенолт нэгдэл болон нийлбэр флавоноидын агууламжийг спектрофотометрийн аргаар, антиоксидант идэвхийг DPPH радикал саармагжуулах аргаар тус тус тодорхойлов. **Үр дүн:** Шинжилгээгээр сонгины хальсанд хар тугалга, кадми болон 205 төрлийн пестицидийн үлдэгдэл зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтрээгүй буюу аюулгүй болох нь тогтоогдлоо. НҮХ-ийн шинжилгээгээр сонгино хальсны хуурай ханданд кверцетин, лутеолины уламжлалууд илэрсэн. Ягаан сонгины хуурай хандны нийт фенолт нэгдэл ($27.40 \pm 1.64\%$) болон нийлбэр флавоноидын ($17.95 \pm 1.47\%$) агууламж нь цагаан сонгиныхоос ($20.34 \pm 0.34\%$, $12.69 \pm 1.44\%$) статистик ач холбогдол бүхий өндөр байв. IC_{50} утга ягаан сонгинд $17.58 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, цагаан сонгинд $19.41 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ байсан нь байгалийн гаралтай нийлмэл хандны хувьд өндөр идэвх үзүүлж буйг харуулна. **Дүгнэлт:** Хаягдал сонгины хальс нь аюулгүй байдлын шаардлага хангасан, антиоксидант идэвх сайтай түүхий эд бөгөөд энэхүү судалгааны үр дүн нь уг хаягдлыг исэлдэлтийн стрессээс сэргийлэх бэлдмэл болон хүнсний нэмэлт бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлд ашиглах бодит нөөц болохыг тогтоов.

Үндэслэл: Дэлхий дахинд амьдралын хэв маягийн өөрчлөлт, буруу хооллолт болон хүрээлэн буй орчны таагүй хүчин зүйлсээс шалтгаалан бодисын солилцооны хам шинж болон элэгний архаг үрэвсэлт эмгэгүүд эрс нэмэгдэж, нийгмийн эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудал болоод байна.¹ Эдгээр эмгэгүүдийн суурь механизмыг исэлдэлтийн стресс буюу чөлөөт радикалын хэт исэлдэлттэй холбон тайлбарладаг бөгөөд энэ нь гепатоцит эсийн мембраныг гэмтээж, үрэвслийн урвалыг идэвхжүүлдэг байна.² Ургамлын гаралтай полифенолт нэгдлүүд нь чөлөөт радикалыг саармагжуулаад зогсохгүй эсийн дотоод антиоксидант ферментийн тогтолцоог идэвхжүүлдэг болохыг олон

улсын судалгаанд онцолжээ.^{3,4} Иймд байгалийн гаралтай, гаж нөлөө багатай антиоксидант нэгдлүүдийг хайх, тэдгээрийн шинэ эх үүсвэрийг эрэлхийлэх асуудал судлаачдын анхаарлыг татсаар байна.⁵ Нөгөө талаас сонгино (*Allium sera* L.) нь хүнс болон хоол үйлдвэрлэлийн салбарт өргөн хэрэглэгддэг хүнсний ногооны нэг бөгөөд боловсруулалтын явцад түүний нийт жингийн 10-15%-ийг эзлэх гадна талын хальс нь хаягдал болон үлддэг.⁶ Бидний өмнө хийсэн нөөцийн судалгаагаар энэхүү хаягдал хальс нь биологийн идэвхт бодисын үнэт эх үүсвэр болох нь харагдсан. Сонгины хальс нь түүний махлаг хэсгээсээ 10-100 дахин илүү фенолт нэгдэл, ялангуяа кверцетин болон

түүний уламжлалуудыг агуулдаг бөгөөд хальсны өнгийг тодорхойлогч антоцианы пигментүүд болон флавоноидууд нь радикалыг саармагжуулах замаар исэлдэлтийн эсрэг болон үрэвслийг дарангуйлах өндөр идэвх үзүүлдэг.^{7,8} Хоол үйлдвэрлэлийн явцад гарч буй хаягдлыг дахин боловсруулж, биоидэвхт бүтээгдэхүүн гарган авах нь эрүүл мэндийг дэмжих төдийгүй байгаль орчны бохирдлыг бууруулах, эргэлтийн эдийн засгийг хөгжүүлэхэд ач холбогдолтой юм.⁹ Гэвч хаягдал түүхий эдийг эмийн болон хүнсний зорилгоор ашиглахад түүний аюулгүй байдал, тухайлбал тариалалтын явцад ашигласан ургамал хамгааллын бодис болон хүнд металлын үлдэгдлийг зайлшгүй хянах шаардлагатай.^{10,11} Олон улсад сонгины хальсны биоидэвхт чанарыг өргөнөөр судалсан боловч манай орны нөхцөлд хоол үйлдвэрлэлийн хаягдал сонгины хальсны аюулгүй байдлын үзүүлэлт болон сортын онцлогоос хамаарсан биологийн идэвхт нэгдлийн агууламжийг харьцуулан үнэлсэн, нарийвчилсан судалгаа дутагдалтай байна.

Зорилго: Хоол үйлдвэрлэлийн хаягдал ягаан болон цагаан сонгины (*Allium cepa* L.) хальсны аюулгүй байдлын үзүүлэлтийг үнэлж, түүнээс гарган авсан хуурай хандны биологийн идэвхт нэгдлийн агууламж болон антиоксидант идэвхийг харьцуулан тогтоох

Арга, аргачлал:

Түүхий эд бэлтгэл ба ханд гарган авсан арга: Судалгаанд булцуут ягаан болон цагаан сонгины (*Allium cepa* L.) хальсыг ашиглав. Сонгины хальсыг урсгал усаар угааж, тасалгааны температурт (18-20°C) 24 цаг хатаасны дараа нэгэн төрлийн болтол нунтаглаж дээжийг бэлтгэсэн. Нунтагласан дээжийг 1:10 (түүхий эд:уусгагч) харьцаагаар 70%-ийн этилийн спиртээр хандалсан. Бэлтгэсэн хандыг шүүж, вакуум ууршуулагч болон хөлдөөн хатаагч ашиглан хуурай ханд гарган авч, цаашдын шинжилгээнд ашиглалаа.

Аюулгүй байдлын үзүүлэлтийг тодорхойлсон арга: Дээжинд аюулгүй байдлын үзүүлэлт болох хар тугалга (Pb) болон кадмийг (Cd) атом шингээлтийн спектрометрийн (MNS 4496:1997, MNS 4499:1997) аргаар тодорхойлов.^{13,14} Пестицидийн үлдэгдлийг тодорхойлохдоо GC-MS/MS болон LC-MS/MS багажуудыг ашиглан олон улсын стандарт аргыг баримтлав.¹⁵

Нимгэн үеийн хроматографийн (НҮХ) шинжилгээ: Сонгины хальсны хуурай хандны чанарын найрлагыг НҮХ-ийн аргаар тодорхойлов. Шинжилгээнд силика гель 60 F₂₅₄ ялтсыг ашиглаж, хөдөлгөөнт фазаар хлороформ:метанол:ус (7:3:0.4) системийг хэрэглэв.¹⁶ Жиших бодисоор кверцетин, лутеолин болон рутины стандартыг ашигласан бөгөөд дээжийг ялтсанд цэгчилж, уусгагчийн системд гүйлгэсний дараа хэт ягаан туяаны 254 нм болон 366 нм долгионы уртад ажиглалт хийв.

Нийт фенолт нэгдлийн агууламжийг тодорхойлсон арга: Нийт фенолт нэгдлийг Фолин-Чикольтен аргаар тодорхойлов.¹⁷ 1 мл дээжийн уусмал (100 мкг·мл⁻¹) дээр

1 мл Фолин-Чикольтен урвалж (1:10 шингэлсэн) нэмж 6 минут байлгаад 3 мл 7.5%-ийн Na₂CO₃-ийн уусмал нэмэв. Холимгийг тасалгааны температурт 60 минут байлгаж, 760 нм долгионы уртад гэрэл шингээлтийг хэмжив. Үр дүнг галлын хүчлээр (GAE) байгуулсан жиших муруйгаар тооцоолов.

Нийлбэр флавоноидын агууламжийг тодорхойлсон арга: Нийлбэр флавоноидын агууламжийг хөнгөн цагааны хлоридтой өнгөт нэгдэл үүсгэх аргаар тодорхойлов.¹⁸ 0.5 мл дээж дээр 2 мл нэрмэл ус, 1 мл 15%-ийн NaNO₂ нэмж 6 минут байлгасны дараа 1 мл 10%-ийн AlCl₃ нэмж, дахин 6 минут байлгав. Үүний дараа 10 мл 4%-ийн NaOH нэмж, 15 минут байлгаад 500 нм долгионы уртад гэрэл шингээлтийг хэмжсэн. Үр дүнг рутины жиших муруйгаар (RE) тооцоолов.

Антиоксидант идэвхийг тодорхойлсон арга: Антиоксидант идэвхийг DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) чөлөөт радикал саармагжуулах аргаар тодорхойлов.¹⁹ Дээжийг 5 мг·мл⁻¹, 50 мкг·мл⁻¹, 500 мкг·мл⁻¹ концентрацитай бэлтгэн, 96 үүртэй микроплейтэд 5, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 100 мкг хэмжээтэй хийж 100 мкг болтол метанолоор шингэрүүлэв. Дээр нь 60 мкг DPPH-ийн уусмалаас 100 мкг нэмж, харанхуй орчинд 30 минут байлгасны дараа 517 нм долгионы уртад хэмжилт хийсэн. IC₅₀ утгыг концентраци ба идэвхийн хамаарлын муруйгаар тодорхойлов.²⁰

Үр дүн:

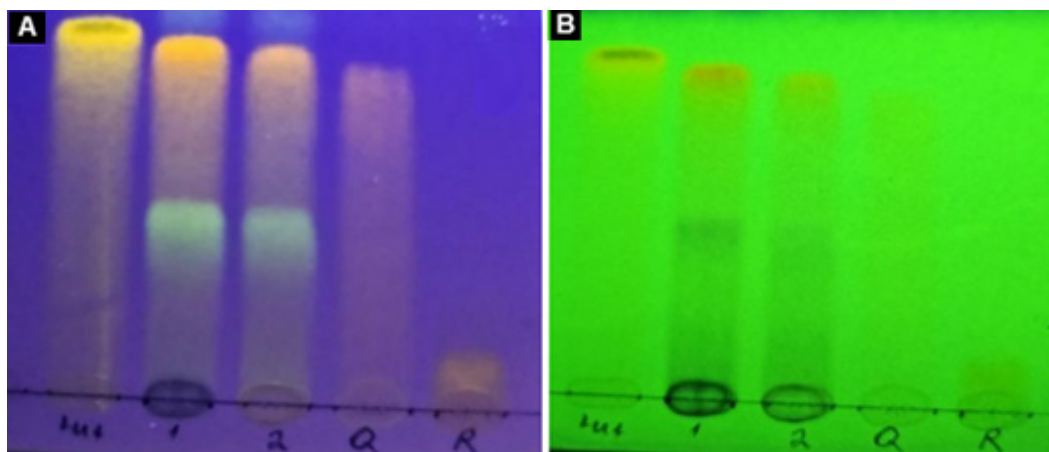
Түүхий эдийн аюулгүй байдлын үнэлгээ: Сонгино тариалалтын явцад ашигласан ургамал хамгааллын бодис болон хөрсний бохирдлоос үүдэлтэй хүнд металл бүтээгдэхүүнд хуримтлагдах эрсдэлийг тооцон, аюулгүй байдлын үзүүлэлтийг тодорхойлсон дүнг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Сонгины хальсны аюулгүй байдлын үзүүлэлтийн дүн

Дээжний нэр	Хартугалга	Кадмий	Пестицидийн үлдэгдэл
Цагаан сонгины хальс	<0.001 мг·кг ⁻¹	0.002 мг·кг ⁻¹	илрээгүй
Ягаан сонгины хальс	<0.001 мг·кг ⁻¹	<0.001 мг·кг ⁻¹	илрээгүй

Шинжилгээний дүнгээр дээж тус бүрт хар тугалга, кадмий болон нийт 205 төрлийн пестицидийн үлдэгдэл нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтрээгүй буюу түүхий эд нь аюулгүй байдлын шаардлагыг бүрэн хангаж байна.

Химийн анхан шатны шинжилгээ (НҮХ)-ний дүн: Ягаан (1), цагаан (2) сонгины хальсны хуурай хандны нимгэн үеийн хроматографийн шинжилгээгээр UV 254 нм болон 366 нм долгионы уртад ажиглагдсан шар, ногоон, улбар шар өнгийн толбууд илэрсэн нь флавоноидын уламжлалууд агуулагдаж буйг илтгэнэ.



Зураг 1. Сонгино хальсны хуурай хандны НҮХ шинжилгээний үр дүн

(A. 366 нм, B. 254нм, lut- лутеолин, Q-кверцетин, R-рутин, 1-ягаан сонгино, 2-цагаан сонгино)

Хлороформ:метанол:ус (7:3:0.4) уусгагчийн системийг ашиглан явуулсан шинжилгээгээр хуурай ханданд стандарт бодис болох лутеолин болон кверцетинтэй ижил түвшинд, ижил флуоресценцийн шинж чанартай толбо илэрсэн нь ягаан, цагаан сонгины хальсны хуурай ханданд эдгээр нэгдлүүд агуулагдаж байгааг чанарын хувьд нотлов. Мөн хроматограмм дээр туйлшрал багатай болон дунд зэргийн туйлшралтай нэмэлт толбууд илэрсэн нь сонгины хальс нь байгалийн нэгдлийн нарийн нийлмэл найрлагатай болохыг харуулж байна.

Нийт фенолт нэгдэл ба нийлбэр флавоноидыг агууламж тодорхойлсон дүн: Сонгины хальсны хуурай хандны нийт фенолт нэгдлийн агууламжийг галлын хүчлийн стандарт муруйн ($y=0.0049x+0.0605$, $R^2=0.9992$), нийлбэр флавоноидын агууламжийг рутийн стандарт муруйн ($y=0.0019x+0.1272$, $R^2=0.9934$) тэгшитгэлээр тус тус тооцон Хүснэгт 2-т нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Сонгины хальсны хуурай хандны биологийн идэвхт нэгдлийн агууламж

Дээжний нэр	Нийт фенолт нэгдэл (%)	Нийлбэр флавоноид (%)
Ягаан сонгино	27.40±1.64	17.95±1.47
Цагаан сонгино	20.34±0.34	12.69±1.44

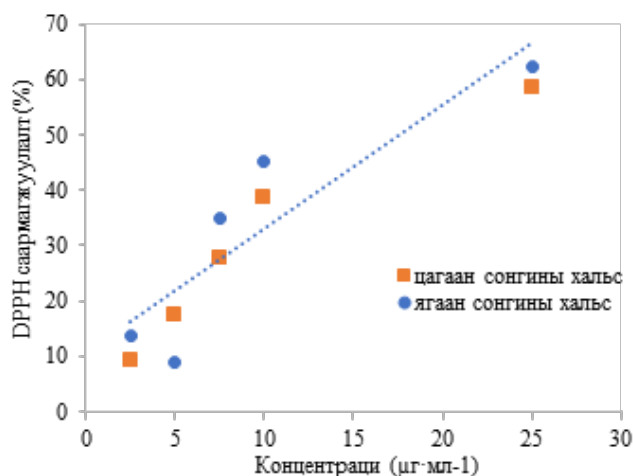
Шинжилгээний дүнгээс харахад ягаан сонгины хуурай ханд нь биологийн идэвхт нэгдлийн агууламжаар цагаан сонгиныхоос өндөр ($p<0.05$) үзүүлэлттэй байна. Тодруулбал, ягаан сонгины хуурай ханданд агуулагдах нийт фенолт нэгдэл $27.40\pm1.64\%$, цагаан сонгины хуурай ханданд $20.34\pm0.34\%$ байна. Нийлбэр флавоноидын агууламжийн хувьд ягаан сонгины хуурай ханд $17.95\pm1.47\%$, цагаан сонгины хуурай ханд $12.69\pm1.44\%$ агууламжтай байгаа нь сонгины хальсны хуурай ханд нь флавоноидын төрлийн нэгдлээр баялаг болохыг харуулж байна.

Антиоксидант идэвх тодорхойлсон дүн: DPPH чөлөөт радикал дарангуйлах идэвхийг ягаан болон цагаан сонгины хальсны хуурай ханданд $2.5\text{--}50 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$ концентрацийн хүрээнд тодорхойлов.

Хүснэгт 3. DPPH чөлөөт радикал дарангуйлах идэвх ба концентрацийн хамаарал

Концентраци ($\mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$)	Ягаан сонгины хальсны хуурай ханд (%)	Цагаан сонгины хальсны хуурай ханд (%)
2.5	13.62	9.30
5	8.97	17.44
7.5	34.88	27.74
10	45.35	38.54
25	62.29	58.64
40	58.64	58.64
50	60.47	58.97

Ягаан болон цагаан сонгины хальсны хуурай хандны аль алинд концентраци нэмэгдэхийн хэрээр DPPH радикал саармагжуулах идэвх өсөх ерөнхий хандлага ажиглагдсан. $25 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$ концентраци дээр ягаан сонгины хальсны ханд 62.29% , цагаан сонгины хальсны ханд 58.64% -ийн саармагжуулалт үзүүлсэн. $25\text{--}50 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$ концентрациудын мужид хоёр хандын аль алинд саармагжуулалтын хувь тогтворжих хандлага ажиглагдав.



Зураг 2. Сонгины хальсны хуурай хандны DPPH радикал саармагжуулах идэвх ба концентрацийн хамаарал

Концентраци–идэвхийн хамаарлын муруйд тулгуурлан DPPH радикал саармагжуулах идэвхийн IC₅₀ утгыг тооцоход ягаан сонгины хальсны хуурай ханданд 17.58 $\mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$, цагаан сонгины хуурай ханданд 19.41 $\mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$ байв.

Хүснэгт 4. DPPH радикал саармагжуулах IC₅₀ утга

Дээжийн нэр	IC ₅₀ ($\mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$)
ягаан сонгины хальсны хуурай ханд	17.58
цагаан сонгины хальсны хуурай ханданд	19.41

Хэлцэмж: Бидний судалгааны үр дүнгээр хоол үйлдвэрлэлийн явцад гарах ягаан болон цагаан сонгины хальсны хаягдал нь хүнд металл болон пестицидийн үлдэгдэлгүй, аюулгүй байдлын шаардлага хангасан түүхий эд болох нь тогтоогдсон. Энэ нь хоол үйлдвэрлэлийн хаягдлыг дахин боловсруулж, биологийн идэвхт бэлдмэл болон функциональ хүнс гарган авах боломжтойг нотолж байна. Benítez нарын (2023) судалгаагаар хүнсний үйлдвэрийн хаягдал сонгины хальс нь аюулгүй байдлын хувьд олон улсын стандартыг хангадаг бөгөөд нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэхэд тохиромжтой эх үүсвэр гэж онцолсонтой бидний үр дүн нийцэж байна.¹¹

НҮХ-ийн шинжилгээгээр ягаан болон цагаан сонгины хальсны хуурай ханданд флавоноидын уламжлалууд, тухайлбал кверцетин болон лутеолин агуулагдаж байгааг чанарын хувьд баталгаажуулав. Нийт фенолт нэгдэл болон нийлбэр флавоноидын агууламжийг тодорхойлоход ягаан сонгины хуурай ханд ($27.40 \pm 1.64\%$, $17.95 \pm 1.47\%$) нь цагаан сонгиныхоос ($20.34 \pm 0.34\%$, $12.69 \pm 1.44\%$) статистик ач холбогдол бүхий өндөр үзүүлэлттэй байв. Энэ нь Benítez нарын (2023) тодорхойлсон хаягдал сонгины ханд дахь фенолт нэгдлийн дундаж агууламж ($100\text{--}300 \text{ мг}\cdot\text{г}^{-1}$)-тай нийцэж байгаа бөгөөд Gorinstein нарын (2008) тодорхойлсон сорт хоорондын биоидэвхт нэгдлийн зүй тогтолтой (ягаан > цагаан) тохирч байна.^{11,12} Уг зүй тогтол нь ягаан сонгины хальсанд агуулагдах антоцианы пигментүүд болон полифенолт нэгдлийн өвөрмөц хуримтлалтай холбоотой юм. Бидний судалгаагаар тогтоосон IC₅₀ утгууд ($17.58\text{--}19.41 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$) нь сонгины хальсны хуурай ханд нь байгалийн гаралтай нийлмэл холимог болохын хувьд чөлөөт радикалыг саармагжуулах өндөр идэвхтэй болохыг харуулж байгаа бөгөөд Zheng нарын (2020) судалгааны үр дүн ($15\text{--}25 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$)-тэй дүйхийн зэрэгцээ Sagar нарын (2020) тогтоосон өндөр идэвхтэй муж ($10\text{--}50 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$)-д багтаж байна.^{4,6}

Антиоксидант идэвх нь сонгины хуурай ханданд агуулагдах кверцетин болон түүний уламжлалуудын синергетик үйлчлэлээр нөхцөлдөж байгаа бөгөөд IC₅₀ утга нь бага байх тусмаа тухайн түүхий эдийн антиоксидант идэвх хүчтэй байгааг илтгэнэ. Сүүлийн үеийн молекул биологийн судалгаануудад сонгины хальсны полифенолт нэгдлүүд нь эсийн дотоод антиоксидант ферментийн тогтолцоог Nrf2 замаар идэвхжүүлж, элэгний гепатоцит эсийг исэлдэлтийн стрессээс үүдэлтэй гэмтлээс хамгаалах чадвартай болохыг дурдсан байдаг.^{1,3} Иймд хоол

үйлдвэрлэлийн салбараас гарч буй сонгины хальсны хаягдлыг “эргэлтийн эдийн засаг”-ийн зарчмаар дахин ашиглах нь экологийн ачааллыг бууруулаад зогсохгүй, исэлдэлтийн стрессээс үүдэлтэй элэгний архаг үрэвсэл болон бодисын солилцооны хямралаас сэргийлэх, эрүүл мэндийг дэмжих шинэ төрлийн биоидэвхт бүтээгдэхүүний эх үүсвэр болох ирээдүйтэй байна.

Дүгнэлт: Хоол үйлдвэрлэлийн хаягдал болох ягаан болон цагаан сонгины (*Allium cepa* L.) хальс нь аюулгүй байдлын шаардлагыг хангаж буй нь уг хаягдал түүхий эдийг биологийн идэвхт бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлд аюулгүй ашиглах үндэслэл болно. Сонгины хальсны хуурай ханд нь флавоноидын төрлийн нэгдлүүд, тэр дундаа кверцетин, лутеолины агууламж өндөртэй бөгөөд ягаан сонгины сорт нь биологийн идэвхт нэгдлийн хуримтлалаар цагаан сортоос давамгайл байна. Хуурай ханданд тодорхойлогдсон IC₅₀ утгууд нь ($17.58\text{--}19.41 \mu\text{г}\cdot\text{мл}^{-1}$) уг түүхий эдийг антиоксидант идэвх өндөртэй болохыг нотолж байгаа бөгөөд энэ нь сонгины хальсны хаягдлыг исэлдэлтийн стрессээс сэргийлэх бэлдмэл болон хүнсний нэмэлт бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлд ашиглах бодит нөөц болохыг харуулж байна.

Ном зүй:

1. Forman HJ, Zhang H. Targeting oxidative stress in disease: Promise and limitations of antioxidant therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2021;20(9):689-709.
2. Halliwell B, Gutteridge J. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 5th ed. Oxford University Press; 2015.
3. Kumar M, et al. Onion (*Allium cepa* L.) peels: A review on bioactive compounds and biomedical applications. *Food Chemistry*. 2022;388:132987.
4. Zheng J, et al. Comparative study on antioxidant activity of onion (*Allium cepa* L.) extracts and their effects on DNA damage. *Food Chemistry*. 2020;321:126683.
5. Li S, et al. Natural antioxidants: Sources and mechanisms. *Molecules*. 2014;19(11):18458-75.
6. Sagar NA, et al. Onion peel waste: A precious source of bioactive compounds. *Food Bioscience*. 2020;35:100585.
7. Kim J, et al. Flavonoid profiles and antioxidant activities of onion peel extracts. *Journal of Food Science*. 2016;81(5):C1110-5.
8. Stoica F, et al. Valorization of Onion Peels as a Sustainable Source of Antioxidants: Optimization of Extraction and Characterization. *Antioxidants*. 2022;11(9):1758.
9. Mazzutti S, et al. Bioactive compounds from onion skin wastes: Extraction and applications. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2021;21:100431.
10. WHO. Quality control methods for herbal materials? *World Health Organization*; 2021 Update.
11. Benítez V, et al. Effect of industrial processing on health-benefiting compounds of onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry*. 2023;404:134562.
12. Gorinstein S, et al. Comparison of some biochemical characteristics of different onion varieties. *Food Chemistry*. 2008;107(2):637-43.
13. MNS 4496:1997. Хүнсний бүтээгдэхүүнд хар тугалганы агуулгыг тодорхойлох атом шингээлтийн спектрометрийн арга.
14. MNS 4499:1997. Хүнсний бүтээгдэхүүнд кадмийн агуулгыг тодорхойлох атом шингээлтийн спектрометрийн арга.
15. EN15662:2018 Foods of plant origin-Multimethod for the determination of pesticide residues using GC and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE-Modular QuEChERS-method
16. Wagner H, Bladt S. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*. 2nd ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 1996.

17. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 1999.299:152-178.
18. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. 1999.64(4):555-559.
19. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. 1995.28(1):25-30.
20. Mensor LL, et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*. 2001.15(2):127-130.

Evaluation of antioxidant activity and safety of onion (*Allium cepa* L.) peels

Anu G¹, Tamir B¹, Uranbileg B², Altantogos M², Oldokh O², Enkhzul O^{2*}

¹Department of food technology, University of Food Science and Technology

²Department of medical chemistry, School of Biomedicine, MNUMS

E-mail: enkhzul.o@mnum.s.edu.mn, Tel: +976-86082328

Abstract:

Background: Onion peel is a raw material rich in biologically active compounds; however, within the framework of food waste management in Mongolia, detailed studies and safety evaluations of this material remain insufficient. Therefore, it is necessary to scientifically determine the properties of onion peel waste generated from the food production sector and explore its potential for reuse.

Aim: To evaluate the safety parameters of red and white onion (*Allium cepa* L.) peels generated during food processing and to determine their bioactive compound content and antioxidant activity.

Materials and Methods: Red and white onion peels were used in this study. Safety parameters were determined using atomic absorption spectrometry (for heavy metals) and GC-MS/MS and LC-MS/MS (for pesticide residues). The raw materials were extracted with 70% ethanol, and dry extracts were obtained using a vacuum evaporator and freeze dryer. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) were measured by spectrophotometric methods, while antioxidant activity was evaluated using the DPPH radical scavenging assay.

Results: The analysis showed that the levels of lead, cadmium, and 205 pesticide residues in onion peels did not exceed the permissible limits, indicating that the material is safe. Phytochemical analysis revealed the presence of quercetin and luteolin derivatives in the dry extracts. The TPC (27.40±1.64%) and TFC (17.95±1.47%) of red onion peel extract were significantly higher than those of white onion peel extract (20.34±0.34% and 12.69±1.44%, respectively). The IC₅₀ values were 17.58 µg·mL⁻¹ for red onion and 19.41 µg·mL⁻¹ for white onion, indicating strong antioxidant activity for natural composite extracts.

Conclusion: Onion peel waste meets safety requirements and exhibits strong antioxidant activity. These findings demonstrate its potential as a valuable raw material for the development of antioxidant preparations and functional food additives aimed at preventing oxidative stress.

Keywords: Phenolic compounds, Flavonoids, Antioxidant capacity, Food waste