



Арьс ширний үйлдвэрийн уурагт хаягдлын шинж чанарын судалгаа

Цоггэрэл Ариунсайхан^{1*}, Балтсүх Оюунтуяа¹, Баясгалан Намжилдорж¹, Баярсүх Золзаяа¹,
Болдбаатар Хонгорзул², Мөнхөө Баяржаргал¹, Түдэв Ган-Эрдэнэ¹

¹Биохимийн лаборатори, Хими, Химийн Технологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи,
Улаанбаатар 13330, Монгол улс

²Хөнгөн Үйлдвэрийн Судалгаа Хөгжлийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль,
Улаанбаатар 17042, Монгол улс

*E-mail: ariunsaikhan_ts@mas.ac.mn

ORCID: [0000-0003-0128-0078](https://orcid.org/0000-0003-0128-0078)

Хүлээн авсан: 30.10.2023

Хяналтад: 08.11.2023

Хэвлэлтэд авсан: 13.12.2023

Хураангуй: Манай улсад арьс ширний үйлдвэрийн хатуу хаягдлыг байгаль орчныг бохирдуулагчийн хэмжээнд авч үзэж байгаа ба зүй зохистой ашиглаж, нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх асуудал ихээхэн хоцрогдож байна. Бид энэхүү судалгаандаа арьс ширний үйлдвэрийн хатуу хаягдал болох үхрийн ширний (боловсруулаагүй арьсны захалгаа, махалгаа, шохойн хуулдас, захалгааны өөдөс, хусахын зоргодос, краст ширний захалгааны өөдөс), хонь (пикель), ямааны (пикель, захалгааны өөдөс) арьсны нийт есөн төрлийн хаягдлын физик-химийн үзүүлэлтийг харьцуулан тодорхойлж, ашиглах чиглэлийг тогтоохыг зорьсон. Шинжилгээнд хамруулсан дээжээс үхрийн ширийг боловсруулахад үүсэх шохойн хуулдас, захалгааны өөдөс, хусахын зоргодос, ямааны ширийг боловсруулахад үүсэх пикель, захалгааны зоргодос нь нийт уураг болон коллагены агууламжаар харьцангуй өндөр буюу 63-81%-ийн хооронд хэлбэлзэж байв. Нийт уурагт эзлэх коллагены хэмжээ нь эдгээр хаягдалд 53-97% байв. Арьс ширний үйлдвэрийн хаягдал нь хүнд металлын бохирдол үүсгэх эрсдэлтэй ба хромын бохирдлын асуудал анхаарлын төвд байдаг. Бидний хийсэн судалгааны дүнгээр хатуу хаягдалд агуулагдах хромын хэмжээ нь 3-4%-иас бага байсан нь үндэсний үйлдвэрлэгчид технологийн горимыг баримталж байгааг харуулж байна. Хром агуулаагүй хатуу хаягдал болох шохойн хуулдас, пикельдсэн арьсыг уурагт бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэхэд шууд ашиглах боломжтой, бусад хатуу хаягдлуудыг уурагт суурилсан бүтээгдэхүүний түүхий эд болгон ашиглах тохиолдолд хромыг зайлуулах нэмэлт технологийн асуудлыг шийдэх хэрэгтэй байна.

Түлхүүр үг: хромын идээлэггүй хаягдал, хромын идээлэгтэй хаягдал, коллаген уураг

ОРШИЛ

Монгол улс жилд бэлтгэсэн нийт арьс ширэн түүхий эдийн 40-50% орчмыг үйлдвэрийн аргаар боловсруулдаг бөгөөд давсалж бэлтгэсэн нойтон арьс ширний жингийн 25-30% хагас бэлэн бүтээгдэхүүн болж, үлдсэн хэсэг нь хаягддаг байна [1-3]. НҮБ-ын Хүнс, хөдөө аж ахуйн байгууллагын мэдээлэлд дурдсанаар дэлхийд 10.7 сая тонн нойтон арьс, ширийг боловсруулахад 8.6 сая тонн хатуу хаягдал үүсдэг ба хатуу хаягдалд 2.1 сая тонн уураг агуулагддаг байна [4]. Манай улсад арьс ширний үйлдвэрийн технологийн явцад дунджаар 4663 тн идээлсэн арьсны хаягдал, 384 тн идээлээгүй год, өөдөс, захалгаа, хуулдас байгаль орчинд ил задгайгаар хаягдаж байна [5].

Арьс ширний үйлдвэрээс гардаг хатуу хаягдал нь хүчил, шүлт, давс, хүнд металлуудын ион агуулдгаараа хүрээлэн буй орчин, хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлдэг ч нөгөө талаас уураг, өөх тос агуулсан, ашиглах боломжтой түүхий эдийн нөөц юм [6, 7]. Бусад улс оронд арьс, ширний хатуу хаягдлыг малын тэжээл, бордоо, арьс төст материал, эмнэлэг ба гоо сайхны бүтээгдэхүүн, натурал шинж чанартай гадаргуугийн идэвхт бодис, техникийн

зориулалттай биоидэвхжүүлэгч, дамжуулагч материал, биотүлш, холимог даавуу, цаас, арьс ширний үйлдвэрлэлд зориулсан тос, өнгөлөгч, дүүргэгч гэх мэт хэд хэдэн нэр төрлийн бараа материал үйлдвэрлэхэд ашигладаг байна [1, 6]. Манай улсын хувьд 1980-1990-ээд оны үед идээлээгүй арьсны хатуу хаягдлаар цавуу, хиамны хальс, шахмал шир, техникийн тос, улны шир орлуулагч, хүнсний ба фото зургийн желатин, коллагены бэлдмэл зэрэг үйлдвэрлэлийн зориулалттай бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх туршлага нэвтэрч байжээ [5,6]. Мөн түүнчлэн идээлээгүй арьс ширний хатуу хаягдлаас гахай, шувууны тэжээл гарган авах туршилтыг Арьс ширний үйлдвэрлэлийн эрдэм шинжилгээ туршилтын төвийн судлаачид явуулж байжээ [6]. Одоогийн байдлаар манай улсад багахан хэмжээний халиман цавуу үйлдвэрлэхэд ашигладгийг эс тооцвол хатуу хаягдлыг боловсруулах үйлдвэр байхгүйгээс төвлөрсөн хогийн цэг дээр хаяж байна.

Эдгээрээс үзэхэд арьс ширний үйлдвэрлэлийн явцад үүсдэг хатуу хаягдлыг боловсруулж, эдийн засгийн эргэлтэд оруулан нэмүү өртөг шингэсэн шинэ нэр төрлийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх нь арьс ширний



Тайлбар: үйлдвэрийн технологийн онцлогоос хамаарч арьс ширийг зүсэж хуваах шат дамжлага нь хромын идээлгийн дараа байж болно.

Зураг 1. Арьс шир боловсруулах технологийн ерөнхий бүдүүвч

салбарт хог хаягдлын хэмжээг бууруулах, байгаль орчны бохирдлыг бууруулах ач холбогдолтой.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Материал: Арьс ширний үйлдвэрлэлээс үүсэж буй хаягдлыг төлөөлөх үхрийн ширний зургаан төрлийн хаягдал (боловсруулаагүй ширний захалгаа, махалгааны хаягдал, шохойн хуулдас, захалгааны өөдөс, хусахын зоргодос, краст ширний захалгааны өөдөс), хонины арьсны нэг төрлийн хаягдал (пикель), ямааны арьсны хоёр төрлийн хаягдал (пикель, хусахын зоргодос)-ыг “Булигаар” ХК, “Дархан минж” ХХК, “Буурал гол” ХХК-иас тус тус цуглуулсан болно.

Арга зүй: Арьс ширний үйлдвэрийн дамжлагаас үүсэх хатуу хаягдлын чийгийн агууламжийг жингийн [8], тосны агууламжийг Соклет [9], уургийн агууламжийг нийт азот тодорхойлох Кьелдаль [10], коллагены агууламжийг гидроксипролин тодорхойлох спектрофотометр [11], үнсний агууламжийг жингийн [12] аргаар тус тус тодорхойлсон. Дээрх хатуу хаягдалд агуулагдах эрдэс элементийн агууламжийг “Геоаналитик” эрдэс түүхий эдийн шинжилгээний лабораторид индукцийн холбоост плазмын оптик цацаргалтын спектрометр (ICP-OES)-ийн багажийг ашиглан тодорхойлсон.

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Арьс ширний үйлдвэрээс үүсэх хатуу хаягдлын физик-химийн ерөнхий үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон дүн: Монгол улсад жилд ойролцоогоор 15 сая ширхэг арьс ширэн түүхий

эдийг бэлтгэдэг бөгөөд үүнээс 8 сая ширхэг арьс ширийг хагас болон гүн боловсруулдаг байна [3]. Тухайлбал, Монголын арьс ширний үйлдвэрлэлийн холбооны мэдээлэлд дурдсанаар 2019 онд улсын хэмжээнд бэлтгэсэн нийт арьс ширний 43.76%-ийг дотоодын үйлдвэрт боловсруулсан ба үүнээс 82.0%-ийг хагас, 18.0%-ийг гүн боловсруулсан. Үлдсэн 56.24% нь үйлдвэрлэлийн түүхий эдийн чанарын шаардлага хангаагүйн улмаас үнэгүйдэж, хаягдсан байна [13]. Үүний зэрэгцээ үйлдвэрийн аргаар боловсруулж буй арьс ширний ердөө 25-30% нь бэлэн бүтээгдэхүүн болдог [1, 2]. Эдгээр нь хэчнээн их хэмжээний уураг агуулсан үнэт түүхий эд хаягдаж байгааг илтгэж байна.

Арьс ширэн эдэлбэрийн бат бөх, эдэлгээ даах чанарыг нэмэгдүүлэх зорилгоор арьс ширийг гурван валенттай хромын ислээр идээлдэг бөгөөд арьс ширний үйлдвэрлэлээс үүсэх хатуу хаягдлыг хромын идээлэггүй болон хромын идээлэгтэй хатуу хаягдал гэж ангилдаг. Хромын идээлэггүй хатуу хаягдалд боловсруулаагүй арьс ширний захалгаа, год, махалгаа (шохойдсон арьс ширний илүүдэл мах), шохойн хуулдас (арьс ширийг хуваасны дараах доод давхарга); хромын идээлэгтэй хатуу хаягдалд захалгааны өөдөс, хусахын зоргодос, краст арьсны захалгааны өөдөс, финиш арьсны захалгааны өөдөс тус тус багтдаг [14]. Арьс шир боловсруулах шат дамжлага, түүнээс үүсэх хатуу хаягдлыг бүдүүвчээр үзүүлэв (Зураг 1).

Хатуу хаягдлыг ашиглан нэмүү өртөг шингэсэн төрөл бүрийн бүтээгдэхүүн хийхийн тулд хатуу хаягдлын химийн үзүүлэлтийг зайлшгүй тодорхойлох шаардлагатай. Манай улсын арьс шир

Хүснэгт 1. Үхрийн ширний боловсруулалтаас үүсэх хаягдлын физик-химийн үзүүлэлт, % (нойтон жинд)

Хаягдлын төрөл	Үзүүлэлт				
	Чийг	Уураг	Коллаген	Тос	Үнс
Идээлээгүй хаягдал					
Боловсруулаагүй ширний захалгаа	44.9	27.65	24.78	4.83	16.69
Махалгааны хаягдал	5.9-48.7	2.73-7.65	4.08	30.82-87.78	8.6
Шохойн хуулдас	60.5-80.2	14.34-26.31	13.86-14.02	0.44-5.65	0.77
Идээлсэн хаягдал					
Захалгааны өөдөс	41.2	36.76	43.43	0.58	6.98
Хусахын зоргодос	12.0-43.3	35.47-68.64	29.13-43.66	0.41-0.62	5.48-8.62
Краст ширний захалгааны өөдөс	9.6	53.4	31.01	-	7.77

боловсруулах томоохон үйлдвэрүүдээс гарч буй зургаан төрлийн хатуу хаягдлын физик-химийн ерөнхий үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, дүнг нэгтгэн Хүснэгт 1, 2-г үзүүлэв. Боловсруулалтад оруулж байгаа арьс ширний өвөрмөц онцлогоос хамаарч физик-химийн үзүүлэлтүүд нь өргөн мужид хэлбэлзэж болно. Энэ нь хаягдал түүхий эд дээр мөн ажиглагддаг.

Арьс ширний үйлдвэрийн хатуу хаягдлын дээжүүдийн чийгийн агууламж харилцан адилгүй байдаг учраас үр дүнг харьцуулахдаа хуурай жинд шилжүүлэн тооцсон болно.

Боловсруулаагүй үхэр, хонины арьс ширний захалгаа нь нийт арьс ширний жингийн 5–7%, 12–15%-ийг эзэлдэг [14]. Хүснэгт 1-ээс харахад боловсруулаагүй үхрийн ширний захалгаа (ҮШЗ) нь уургийн агууламж өндөртэй (50%), тосны агууламж харьцангуй багатай (9%), үнсний агууламж өндөртэй (30%) байсан ба дээжид агуулагдах коллаген уураг нь нийт уургийн 90%-ийг эзэлж байв.

S.Noorzai болон H.Paul судлаачдын тодорхойлсноор боловсруулаагүй үхрийн шир нь малын нас, бэлтгэсэн хугацаа зэргээс шалтгаалаад уураг нь 43–82%, тос нь 1–15%, үнс нь 1–6% хэлбэлздэг байна. Үхрийн ширэнд агуулагдах уургийн бүрэлдэхүүн коллаген нь нийт уургийн 93–98%-ийг эзэлдэг [15,16]. Харин боловсруулаагүй арьс ширний захалгаанд 50–70% коллаген агуулагддаг [17].

ҮШЗ хаягдалд агуулагдах уураг, коллаген, тосны агууламж нь дээрх судлаачдын дүнтэй ойролцоо байна. Үнсний агууламжийн хувьд бидний тодорхойлсон дүн 5–30 дахин их байгаа нь үхрийн ширний чанарыг хамгаалахад ашигласан давсны хэмжээ, элс, шорооны бохирдолттой холбоотой гэж үзэж байна.

ҮШЗ-г цавуу, техникийн желатин, уураг дүүргэгч, малын тэжээл гэх мэт бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэхэд ашиглах боломжтой.

Махалгааны хаягдал (МХ)-д уургийн агууламж 3–15%, тосны агууламж 60–93%, үнсний агууламж 3–17% хэлбэлзэж байв. Коллаген уураг нь нийт уургийн 50%-ийг эзэлж байсан ба тосны агууламж өндөртэй учраас коллагены агууламжийг тодорхойлоход хүндрэлтэй байсан. МХ нь их

хэмжээний тос агуулж байгаа учраас биотүлш, арьс ширний тос гарган авахад ашиглах боломжтой.

Бидний тодорхойлсноор **шохойн хуулдас (ШХ)** нь 67–72% уураг, 36–70% коллаген, 2–14% тос, 4% үнс агуулж байна. Paul Н. ба бусад эрдэмтдийн [16] тодорхойлсон идээлсэн хуулдасны хаягдалд 55% уураг, 25% коллаген, 15% тос, 18% үнс агуулагдаж байна. Энэ нь арьс ширний найрлага, идээлгийн үе шаттай холбоотой гэж үзэж байна. Өөрөөр хэлбэл нэг хэсэг арьс шир боловсруулах үйлдвэрүүд хромын идээлгийн үе шатнаас өмнө арьс ширийг хуваах шатыг явуулснаар хромын идээлэггүй шохойн хуулдас үүсдэг бол нөгөө хэсэг арьс ширний үйлдвэрүүд хромын идээлэг хийсний дараагаар арьс ширийг хувааснаар хромын идээлэгтэй хуулдас бий болдог байна.

Хромын идээлэг хийгээгүй ШХ нь тосны агууламж багатай, нийт уургийн агууламж өндөртэй байгаа нь коллаген/желатин гарган авах, мал амьтны тэжээл, бордоо, дүүргэгч, цавуу зэрэг бүтээгдэхүүний түүхий эд болгох боломжтойг харуулж байна. Мөн манай улсад уг хаягдлыг ашиглан хиамны бүрхүүл, мэс заслын утас, малын тэжээл зэрэг бүтээгдэхүүн гарган авах судалгааны ажил хийгдэж байсан [5].

Хромын идээлэгтэй хатуу хаягдал болох захалгааны өөдөс (ЗӨ), хусахын зоргодос (ХЗ) нь хэдийгээр технологийн өөр өөр дамжлагаас гарч, харагдах байдлаараа ялгаатай авч химийн найрлагын хувьд ялгаагүй болох нь Хүснэгт 1-ээс харагдаж байна. Хромын идээлэгтэй ЗӨ, ХЗ нь 60–78% уураг (коллаген 43–77%), 0.7–1% тос, 9–12% үнсний агууламжтай байв. Энэхүү хаягдалд агуулагдах коллаген уургийн агууламж нь нийт уургийн агууламжаас өндөр тодорхойлогдсон нь коллаген уургийг шинжлэн тогтоох спектрофотометрийн аргад хромын ионы өнгө саад болсонтой холбоотой байж болох юм.

Хром агуулсан хатуу хаягдлыг байгальд ил задгай хаяхад түүнд агуулагдах хром нь гурван валентаас зургаан валент руу шилжих нөхцөл бүрдсэн тохиолдолд байгаль орчин, хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэй. Гадаад улс оронд хромыг нь зайлуулан уургийн эх үүсвэр болгон желатин, коллагены концентрат, амьтны тэжээл зэрэг бүтээгдэхүүн хийх эсвэл шахмал шир хийж

болдог. Мөн түүнчлэн хромыг ялган цэвэршүүлж, эргүүлэн арьс ширний үйлдвэрийн идээлгийн шатанд ашигладаг байна [18].

Краст ширний захалгааны өөдөс (КШЗӨ) нь 59.1% уураг (34.3% коллаген) агуулж байв. Бусад хаягдлуудтай харьцуулахад КШЗӨ нь уургийн агууламж багатай, будаг, өнгө засалгааны бодис агуулж байгаа зэрэг нь дахин боловсруулалт хийх боломжгүй болгож байна. Харин КШЗӨ-ийг ашиглан зүймэл гар урлалын жижиг эдэлбэр хийвэл илүү тохиромжтой.

Хүснэгт 2. Хонь, ямааны арьсны боловсруулалтаас үүсэх хатуу хаягдлын физик-химийн үзүүлэлт, % (нойтон жинд)

Үзүүлэлт	Агууламж, %		
	Хонины арьс		Ямааны арьс
	Пикель	Пикель	ЗӨ
Чийг	5.7	59.26	45.45
Уураг	43.38	32.97	39.91
Коллаген	30.18	24.87	24.02
Тос	2.17	1.39	0.19
Үнс	19.11	3.98	4.51

Хонь, ямааны арьсны пикелийн хаягдал нь арьсыг идээлэг хийхэд бэлтгэх буюу давс, хүчлийн уусмалаар нэвтэлгээ хийх дамжлагаас үүсдэг [19].

Хонь, ямааны арьсны пикелийг харьцуулахад ямааны пикель нь 1.8 дахин их уураг, 1.9 дахин их коллаген, 1.5 дахин их тос, 2 дахин бага үнс агуулж байв (Хүснэгт 2). Энэхүү хоёр хаягдалд агуулагдах коллаген уураг нь нийт уургийн 70-75%-ийг бүрдүүлж байна. Харин ямаа болон хонины арьсны пикелийн уургийн агууламжийг ШХ-тай харьцуулахад харгалзан 1.2 дахин их, 1.5 дахин бага байна.

Ямааны пикель нь хромын идээлэгт ороогүй, уургийн агууламж өндөртэй, тосны агууламж багатай тул үхрийн ширний ШХ-ын адилаар уурагт

суурилсан бүтээгдэхүүний түүхий эдээр сонгох бүрэн боломжтой байна.

Ямааны арьсыг боловсруулах явцад үүсэх захалгааны өөдөс нь үхрийн ширний захалгааны өөдөстэй (ЗӨ) харьцуулахад уураг болон коллагены агууламжаар үл ялиг их, тос болон үнсний агууламжаар ялимгүй бага байв (Хүснэгт 2).

Ямааны захалгааны өөдөс нь хромын идээлэгтэй учир үхрийн ширний хромын идээлэгтэй хатуу хаягдлыг боловсруулахтай ижил замаар ашиглаж болно.

Эрдэс элементийн шинжилгээний дүн: Арьс ширний үйлдвэрийн хаягдал нь хүнд металлын бохирдол үүсгэх эрсдэлтэй ба үүнтэй холбоотой хромын бохирдлын асуудал анхаарлын төвд байдаг. Олон улсад үйл ажиллагаа явуулж байгаа арьс шир боловсруулах үйлдвэрүүдийн 85-90% нь хром (Ш)-ын давсыг идээлэгч бодисоор ашигладаг байна [20,21]. Идээлэгч нь коллагены утаслаг бүтэцтэй холбогдсоноор арьс ширнийг бат бөх чанартай болгон эдэлгээг нь сайжруулдаг ба эцсийн бүтээгдэхүүн жингийн 3-4% хром агуулдаг [22]. Арьс ширнийг идээлэгт оруулсны дараах технологийн шат дамжлагуудаас гарах хаягдал мөн ийм хэмжээний хромыг агуулдаг байна. Бидний хийсэн судалгааны дүнгээр үхрийн ширний захалгааны өөдөст агуулагдах хромын хэмжээ - 1.9%, хусахын зоргодост - 1.6-3.2%, краст арьсны захалгааны өөдөст - 2.7% тус тус байгаа нь хөх арьсанд агуулагдах хромын зөвшөөрөгдөх хэмжээ (3-4%-ээс бага байна. (Хүснэгт 3-т орсон дүнг хувиар илэрхийлсэн).

Энэ нь үндэсний үйлдвэрлэгчид технологийн горимыг баримталж байгааг харуулж байна. Шинжилгээ хийсэн идээлэггүй гурван төрлийн хаягдалд хром 0.68-24.05 мг/кг хэмжээтэйгээр илэрсэн. Хэвлэлийн тоймд дурдсанаар

Хүснэгт 3. Үхрийн ширний хатуу хаягдалд агуулагдах эрдэс элементийн хэмжээ (нойтон жинд)

№	Элемент	Хэмжих нэгж	Идээлэггүй хаягдал				Идээлсэн хаягдал		
			ҮШЗ	МХ	ШХ	ЗӨ	ХЗ	КШЗӨ	
1	Хүнсэл	As	мг/кг	0.83	0.32-0.43	0.04	14.84	13.35-19.54	13.35
2	Бари	Ba	мг/кг	8.06	29.35-33.06	0.66	8.36	3.22-5.93	63.06
3	Кальци	Ca	%	0.13	0.25-5.34	0.19	0.16	0.091-1.28	0.24
4	Кадми	Cd	мг/кг	0.17	0.03-0.09	0.008	0.07	0.055-0.10	0.09
5	Кобальт	Co	мг/кг	0.17	0.26-0.49	0.023	0.07	0.055-0.20	1.70
6	Хром	Cr	мг/кг	3.16	7.25-24.05	0.68	18909	16216-32827	27985
7	Зэс	Cu	мг/кг	10.5	2.05-3.33	20.53	1.83	1.22-4.38	1.62
8	Төмөр	Fe	%	0.04	0.17-0.67	0.007	0.047	0.047-0.84	0.05
9	Кали	K	%	0.15	0.17-0.60	0.003	0.025	0.018-0.27	0.03
10	Лити	Li	мг/кг	0.88	5.21-55.46	0.43	10.2	2.29-21.56	2.54
11	Магни	Mg	%	0.07	0.06-0.23	0.007	0.051	0.041-0.73	0.21
12	Манган	Mn	мг/кг	11.1	12.44-28.67	3.32	3.78	2.95-5.05	0.17
13	Натри	Na	%	6.72	1.20-1.76	0.12	0.99	0.75-12.08	0.12
14	Фосфор	P	%	0.07	0.03-0.09	0.005	0.023	0.019-0.28	0.14
15	Хартгалга	Pb	мг/кг	0.84	0.64-1.69	0.1	0.35	0.27-0.49	4.89
16	Цайр	Zn	мг/кг	14.2	9.81-12.38	4.98	3.38	1.68-2.75	15.19

Тэмдэглэгээ: ҮШЗ- боловсруулаагүй үхрийн ширний захалгаа; МХ-махалгааны хаягдал; ШХ-шохойн хуулдас; ЗӨ-захалгааны өөдөс; ХЗ-хусахын зоргодос; КШЗӨ-краст ширний захалгааны өөдөс

боловсруулсан үхрийн ширэнд 10.4-15.6 мг/кг хром илэрдэг байна [20]. Арьс шир боловсруулах үйлдвэрээс гардаг хаягдалд агуулагдах хром нь Cr (III), Cr (VI) хэлбэрт орших ба Cr (VI) нэгдлүүд нь хүний биед хорт хавдар үүсгэх эрсдэлтэй. Арьс ширний үйлдвэрийн уурагт хатуу хаягдалд Cr (III) агуулагддаг тул хоргүйд тооцогддог байна. Бусад төрлийн хаягдал ялангуяа хаягдал усанд зарим төрлийн металлууд, тос болон UV гэрлийн нөлөөгөөр исэлдэн ангижрах урвал явагдаж, уусамтгай чанар өндөртэй Cr (VI) үүсдэг [21].

Үхрийн ширэнд хүнд металлуудаас хүнцлийн хэмжээ идээлэг хийсний дараах хаягдалд харьцангуй нэмэгдсэн дүнтэй гарсан бол хар тугалганы хэмжээ краст арьсны захалгааны өөдөст өссөн нь ажиглагдсан.

Хонь ямааны арьсны хатуу хаягдалд хийсэн эрдэс элементийн шинжилгээний дүнг Хүснэгт 4-т нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт 4. Хонь, ямааны арьсны хатуу хаягдалд агуулагдах эрдэс элементийн хэмжээ (нойтон жинд)

№	Элемент	Нэгж	Ямааны арьс		Хонины арьс	
			Пикель	ЗӨ	Пикель	
1	Хүнцэл	As	мг/кг	0.40	6.49	1.55
2	Бари	Ba	мг/кг	2.85	2.14	10.13
3	Кальци	Ca	%	0.14	0.86	0.82
4	Кадми	Cd	мг/кг	0.041	0.06	0.18
5	Кобальт	Co	мг/кг	0.045	0.92	0.25
6	Хром	Cr	г/кг	0.04	21.51	0.037
7	Зэс	Cu	мг/кг	1.72	1.31	9.01
8	Төмөр	Fe	%	0.011	0.19	0.27
9	Кали	K	%	0.011	0.055	0.53
10	Лити	Li	мг/кг	62.52	31.99	309.89
11	Магни	Mg	%	0.012	1.03	0.15
12	Манган	Mn	мг/кг	2.14	1.28	4.12
13	Натри	Na	%	0.95	6.78	34.74
14	Фосфор	P	%	0.021	0.093	0.22
15	Хар-тугалга	Pb	мг/кг	0.2	0.3	1.26
16	Цайр	Zn	мг/кг	11.97	2.23	16.3

Хүснэгт 4-т тусгасан дүнгээс харахад үхрийн ширний адил бүрэн боловсруулсан ямааны арьсны хаягдалд хром 2.1% илэрсэн ба хүнцэл, кадми, хар тугалганы агууламж бага зэрэг өссөн дүн гарсан.

Ямааны арьсны хаягдалд кальци, натри, төмрийн агууламж пикельдсэн арьсныхаас нэмэгдсэн байгаа нь боловсруулалтад ашигласан шохой, давс зэргийг ашигласантай холбон үзэж болох юм.

ДҮГНЭЛТ

Эх орны арьс ширний үйлдвэрээс гарч буй уурагт хаягдлуудыг төрлөөр нь ялгаж, тэдгээрт агуулагдах уураг, бохирдуулагч хүнд металлын хэмжээ зэргийг харьцуулан тодорхойлж, ашиглах боломжийг судаллаа. Хуурай жингийн 63-78% уураг агуулсан, хүнд металлын бохирдолгүй, тосны агууламж багатай үхрийн ширний идээлгээс өмнөх шохойн хуулдас, мөн түүнчлэн үйлдвэрийн шаардлага хангахгүй хонь, ямааны пикельдсэн арьсыг уурагт

бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэхэд шууд ашиглах боломжтой байна. Бусад хатуу хаягдлуудыг уурагт суурилсан бүтээгдэхүүний түүхий эд болгон ашиглах тохиолдолд хромыг зайлуулах нэмэлт технологийн асуудлыг шийдэх хэрэгтэй.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг ШУУЗ-2022/311 “Арьс ширний үйлдвэрлэлээс гарч буй уурагт хаягдлыг биотехнологийн аргаар боловсруулж, нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх технологийн судалгаа” захиалгат төслийн санхүүжилтээр хийж гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. H. Jiang, J. Liu, W. Han. (2016) The status and developments of leather solid waste treatment: A mini-review. *Waste Management and Research*. 34 (5), p.399-408. <https://doi.org/10.1177/0734242X16633772>
2. J. Kanagaraj, K.C. Velappan, N.K. Chandra-Babu, S. Sadulla. (2006) Solid wastes generation in the leather industry and its utilization for cleaner environment - A review. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 65(7), p.541-548. <https://doi.org/10.1002/chin.200649273>
3. Монголын арьс ширний холбоо (2018). <https://www.mofa.gov.mn/branch/hungun/616fb21373bc4a5fc70f2234>
4. H. Ozgunay, S. Colak, M.M. Mutlu, F. Akyuz. (2007) Characterization of leather industry wastes. *Polish Journal of Environmental Studies*. 16(6), p.867-873.
5. Б. Дугаржав. (2009) Арьс ширний хатуу хаягдлыг боловсруулж, эсгий суурьтай шинэ материал гаргаж авах техник, технологи. *ШУТИС-ийн Хөнгөн үйлдвэрийн судалгаа, хөгжлийн хүрээлэнгийн тайлан*. 3.
6. С. Дашбал, А. Гантөмөр. (2009) Арьс шир, үслэгийн үйлдвэрлэлийн экологийн асуудал. Улаанбаатар. 17, p.21-40.
7. Y. Li, R. Guo, W. Lu, D. Zhu. (2019) Research progress on resource utilization of leather solid waste. *Journal of Leather Science and Engineering*. 1(6), p.1-17. <https://doi.org/10.1186/s42825-019-0008-6>
8. MNS 5297:2003. Арьс шир. Шинжилгээний арга. Чийг тодорхойлох
9. MNS 5298:2003. Арьс шир. Бүх төрлийн боловсруулсан арьсны тослог тодорхойлох
10. MNS ISO 937:1984. Мах, махан бүтээгдэхүүн. Азотын хэмжээг тодорхойлох арга
11. MNS ISO 3496:1984. Мах, махан бүтээгдэхүүн. Оксипролины хэмжээг тодорхойлох арга
12. MNS ISO 936:2003. Мах, махан бүтээгдэхүүн. Нийт үнслэгийг тодорхойлох
13. Хүнс, хөдөө аж ахуй, хөнгөн үйлдвэрийн яам

- (2020). Арьс ширний үйлдвэрлэлийн салбарын танилцуулга
14. D. Masilamani, N. Ariram, B. Madhan, S. Palanivel. (2023) An integrated process for effective utilization of collagenous protein from raw hide trimmings: Valorization of tannery solid wastes. *Journal of Cleaner Production*. 415, p.137705. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137705>
15. S. Noorzai, C.J.R. Verbeek, M.C. Lay, J. Swan. (2019) Collagen extraction from various waste bovine hide sources. *Waste and Biomass Valorization*. 11(11), p.5687-5698. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00843-2>
16. H. Paul, A.P.M. Antunes, A.D. Covington, P. Evans, P.S. Phillips. (2013) Towards zero solid waste: utilizing tannery waste as a protein source for poultry feed. *28th International Conference on Solid Waste Technology and Management, Philadelphia, PA, USA, The Journal of Solid Waste Technology and Management*.
17. J. Buljian, G. Reich, J. Ludvik. (2000) Mass balance in leather processing. Regional programme for pollution control in the tanning industry in South-East Asia, *US/RAS/92/120, UNIDO*, p.1-24.
18. M.D. Ahmed, K.M. Maraz. (2021) Benefits and problems of chrome tanning in leather processing: Approach a greener technology in leather industry. *Materials Engineering Research*. (1), p.156-164. <https://doi.org/10.25082/MER.2021.01.004>
19. С. Дашбал. (2019) Арьс шир боловсруулах технологийн судалгаа хөгжил. Улаанбаатар. х.84.
20. S. Famielec. (2020) Chromium concentrate recovery from solid tannery waste in a thermal process. *Materials*. 13(7), p.1533. <https://doi.org/10.3390/ma13071533>
21. K. Fela, K. Wieczorek-Ciurowa, M. Konopka, Z. Wozny. (2011) Present and prospective leather industry waste disposal. *Polish Journal of Chemical Technology*. 13, p.53-55. <https://doi.org/10.2478/v10026-011-0037-2>
22. Background document to the opinion on the annex XV dossier proposing restrictions on chromium VI in leather articles. ECHA/RAC/ RES-O-0000001412 -86-09/F. Revision N.11, 5.12.2012

Study on the properties of proteinaceous waste from tannery

Tsoggerel Ariunsaikhan^{1*}, Baltukh Oyuntuya¹, Bayasgalan Namjildorj¹, Bayarsukh Zolzaya¹, Boldbaatar Khongorzul², Munkhuu Bayarjargal¹, Tudev Gan-Erdene¹

¹Laboratory of Biochemistry, Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia

²Research and Development Institute of Light Industry, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar 17042, Mongolia

*E-mail: ariunsaikhan_ts@mas.ac.mn
ORCID: [0000-0003-0128-0078](https://orcid.org/0000-0003-0128-0078)

Submitted: 30.10.2023

Reviewed: 08.11.2023

Accepted: 13.12.2023

Abstract: In Mongolia, solid waste from leather industry is considered as an environmental pollutant, and the issue of proper use and production of value-added products is lagging. In this study, we aimed to determine the physico-chemical characteristics of solid wastes from the leather industry, including cow hide, sheep and goat skin wastes. Based on our results, we determined utilization approach of such wastes. From the samples, lime splitting, trimming and shaving from the processing cow hide and pickles and tanned trimming from goat skin were relatively high in total protein and collagen content, ranging from 63-81%. Collagen, expressed as a percentage of total protein, was 53-97% in these wastes. Tannery wastes pose a risk of heavy metal pollution, and related chromium pollution is a focus of attention. According to the results of our research, the amount of chromium contained in solid waste was less than 3-4%, which shows that the domestic producers are following the technological regime to a certain extent. Untanned solid wastes such as the lime splitting and pickled hide/skin can be directly used in the production of protein products, and if other solid wastes are used as raw materials for protein-based products, it is necessary to solve the problem of additional technology for removing chromium.

Keywords: non-chromium tanned waste, chromium tanned waste, collagen protein

© The Author(s). 2023 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v11i11.3286>