

Хонины ноосны хялгасан ширхэгтийн ус нэвтрэх шинж чанарыг тодорхойлсон дүн

Ду Хуан Ян¹, Гомбожавын Ганбат^{1*}, Баатарын Нарантуяа²

¹ Мал аж ахуй, биотехнологийн сургууль, Хөдөө аж ахуйн их сургууль, Зайсан-17029, Хан-Уул дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

² Мал аж ахуйн эрдэм шинжилгээний хүрээлэн, Хөдөө аж ахуйн их сургууль, Зайсан-17029, Хан-Уул дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

 <https://orcid.org/0000-0003-1021-5382>

*Холбоо баригч зохиогч: ganbat.g@mul.edu.mn

Хүлээн авсан: 03.09.2022

Хянасан: 15.12.2022

Хэвлэлтэд орсон: 18.01.2023

Хураангуй:

Хонины ноосны бүрэлдэхүүн дэх хялгасан ширхэгтийн шинж чанарыг бусад малын хялгасны гистологи бүтэцтэй харьцуулан судалсан. Хонины бүдүүн ноосны хялгасан ширхэгтийн хайрсны өндөр 9.12-24.4 мкм хооронд хэлбэлзэж дунджаар 15.03 мкм, сарлаг, тэмээний хялгасны хайрсны өндрөөс 2.54-4.96 мкм-оор урт, ямааны хялгаснаас 3.14 мкм-оор богино байна. Хялгасан ширхэгтийн гадаргуун норголтын байдлыг шүргэлтийн өнцгийг тодорхойлоход 112.1⁰ байгаа нь гидрофоб шинж чанартай норголтын зэргээр маш бага норох ангилалд багтдаг, ус үл шингээх чадвартай болохыг тогтоов. Хялгасан ширхэгтийн ус түлхэх өвөрмөц шинж чанарт тулгуурлан ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэл эдлэл үйлдвэрлэх технологийг оновчлон гаргалаа.

Түлхүүр үг: ус үл нэвтрэх, хялгас, ноолуур, хайрсны хэлбэр, гистологи бүтэц

Оршил

Монгол хонины ноосны чанарын үзүүлэлтийг технологийн хувьд буруулдаг гол шалтгаан бол ямаан үс буюу хялгас юм. Монгол хонины бүдүүн ноосыг эсгий, хивсний үйлдвэрлэлийн үндсэн түүхий эдээр ашигласаар ирсэн. [1] Манай улсад малын гаралтай хялгасан ширхэгтийн бэлтгэлийн нөөц дунджаар 21.0 мян.тн орчим, анхан шатны боловсруулалтын дамжлагын сэв хялгас ашиглагдахгүй хаягдаж байна. [2]. Нэхмэлийн үйлдвэрлэлийн хөгжил нь 3R (reducing, reuse, recycle) хаягдлыг багасгах, дахин боловсруулах, дахин ашиглах шийдэлд чиглэж байна. Үйлдвэрлэлийн процессын явц дахь түүхий эд, дамжлага дундын бүтээгдэхүүний боловсруулалтын тогтвортой цикл чухал нөлөөтэй болж байна. Иймд боловсруулалтын явцад ихээр хаягдаж байгаа хялгасан ширхэгтийг малын төрлөөр онцлог шинжүүдийг судлан өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх боломж нөхцөлийг тодорхойлох шаардлага байна. Р.Мядагмаа (2010) “Нанотехнологийн аргаар ус, хир үл нэвтрэх даавууны үйлдвэрлэл” инновацын

төслийн үр дүнд нанотехнологийг өөрийн орны цаг агаарын нөхцөлд тохирсон ус, хир, тос болон бусад шингэний гаралтай бохирдлыг түлхэх давуу шинж чанартай ухаалаг даавууг өртөг багатайгаар үйлдвэрлэлд нэвтрүүлээд байна. Н.Мөнхдулам (2004) “Автомашин дулаалгын бүрээсэнд хялгас ашиглах боломжийн судалгаа”, Б.Эрдэнэбулган, О.Хосбаяр, (2021) “Хаягдал хялгас, ноос ашиглах дуу, дулаан тусгаарлах материал гарган авах судалгаа”, Р.Мядагмаа (2011) “Хялгаслаг ширхэгтээр барилгын дулаалгын материал үйлдвэрлэх судалгаа” судалгаа туршилтын ажлуудыг хийсэн байна. П.Баасансүрэн (2010) “Агаарын урсгалаас хялгас ялгах технологи, төхөөрөмжийн хийцийн судалгаа боловсруулалт” бүтээлд ноос ноолууран түүхий эдийг хаягдалгүй боловсруулах зорилгоор ямааны ноолуур болон хялгасан ширхэгтүүдийн аэродинамикийн шинж чанар болох хөвөх хурдыг тодорхойлох аргачлалыг боловсруулж лабораторийн багаж зохион

бүтээсэн байна [3]. Бүдүүн ноос нь ноолуур, завсрын үс, сор үс, ямаан үс буюу хялгас гэсэн 4 төрлийн үснээс бүрдэхийн зэрэгцээ эдгээр нь бүдүүн нарийн, урт богиноороо жигд бус байдаг тул нэхмэлийн үйлдвэрлэлд өндөр чанарын (нарийн, зөөлөн) ээрмэл үйлдвэрлэх боломжгүй байдаг. [4] Мал амьтны гаралтай ноос, ноолууран ширхэгт нь кератин уургаас бүрдэх байгалийн полимер юм. Ноосны үсний ширхгүүд ихэвчлэн гурван давхраанаас тогтоно. Үс ноос нь хайрсан давхраатай байдаг нь байгалийн болон химийн гаралтай бусад ширхэгтүүдээс ялгагдах өвөрмөц шинж төдийгүй ноосны физик, хими, техникийн шинж чанарууд энэ үе давхраатай холбоотой юм. [5] Орчин үеийн электрон микроскоп, микрохимийн судалгаагаар үсний хайрс физик химийн

Судалгааны материал арга зүй

Судалгааны дээжийг “Могол ноос” ХХК, “Нэхээсгүй эдлэл” ХК-ний агуулах болон дамжлагын хаягдлаас бүдүүн ноосны сэв хялгасыг MNS 2951-2007 стандартын дагуу авч, ноосны ширхэгтийн морфологи бүтцийн задлан шинжилгээ (MNS-2949-2008) стандарт аргачлалаар, гистологи бүтцийг скайнен электрон микроскоп (SEM) багажаар (100-10000дахин өсгөлттэй) ISO17751:2007(E), IWTODTM-XX-97, ASTM-2130 шинжилгээний аргачлалын дагуу тодорхойлов. Хялгасан ширхэгтийн норголтын өнцгийг Тенсиометр багажаар тодорхойлов [6]. Судалгааны үр дүнг математик статистикийн Data analysis программын Descriptive Statistic Histogram Frequence Polygan дэд программаар боловсруулав. Нэхээсгүй эдлэл хийх термодинамик буюу дулааны

нэлээд нийлмэл бүтэцтэйг тогтоожээ. Хайрс нь үсний физик-химийн хорт үйлчлэлээс хамгаалдаг бөгөөд үсний хайрс гэмтвэл үсний бөх бат болон бусад чанар алдагдана. [6] Судлаачид хонины ноосны үсний бүрэлдэхүүний харьцаа, гарц болон шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг судалсан судалгаа нэлээд явуулсан боловч ноосон ширхэгтийн шинж чанарын үзүүлэлтийг үйлдвэрлэлийн дэвшилтэт технологитой уялдуулан хийсэн ажил хомс байдаг. [7] Хялгасан ширхэгтийн гистологи бүтэц, шинж чанарыг судлан ширхэгтийг боловсруулах технологийн горимыг тогтоон оновчлон тогтоож, хэрэглээний шинж чанарыг хангасан нэхээсгүй нэхмэл эдлэл үйлдвэрлэх шинэ технологийг оновчлон тогтоосон нь судалгааны ажлын шинэлэг тал болно.

боловсруулалтын аргыг сонгон, дулааны боловсруулалтын лабораторийн техник тоног төхөөрөмж хүчин зүйлт регрессийн загвар гаргаж, туршилтын үр дүнд хүчин зүйлүүдийн оновчтой утгуудыг тус тус тогтоож шинэ төрлийн нэхээсгүй материал үйлдвэрлэх технологийн горимыг боловсруулав. Энэхүү технологи ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн үзүүлэлт, үйлдвэрлэх бүтээгдэхүүний хоорондын хамаарлыг илэрхийлсэн математик загвар гаргаж авахын тулд олон хүчин зүйлт туршилтын аргуудын нэг болох бүрэн хүчин зүйлт туршилтын аргыг ашигласан. Энэ аргын дагуу технологийн туршилтын төлөвлөлтийн матриц зохион, үндсэн туршилт тавин, үр дүнг боловсруулан хоёр хүчин зүйлт регрессийн загвар гаргав.



Figure1. Sample coarse wool

Судалгааны үр дүн

Хялгасан ширхэгтийн гистологи бүтцийг судалсан дүн. Судалгаа шинжилгээний аргачлалуудыг үндэслэн ноосон ширхэгтийн гистологи бүтцийг тодорхойлох үзүүлэлтээр хайрсны хэлбэр, 1мм уртад оногдох хайрсны

тоо, ширхэгтийн хөндлөн огтлолын зүсэлтийг тус тус сонгон авав. Хонины ноосны хялгасан ширхэгтийн онцлог ялгааг тодорхойлохын тулд бусад төрлийн малын хялгасан ширхэгтэй хайрсны шинж чанараар

харьцуулан тодорхойлж дараах зургаар харуулав. (Figure 2)

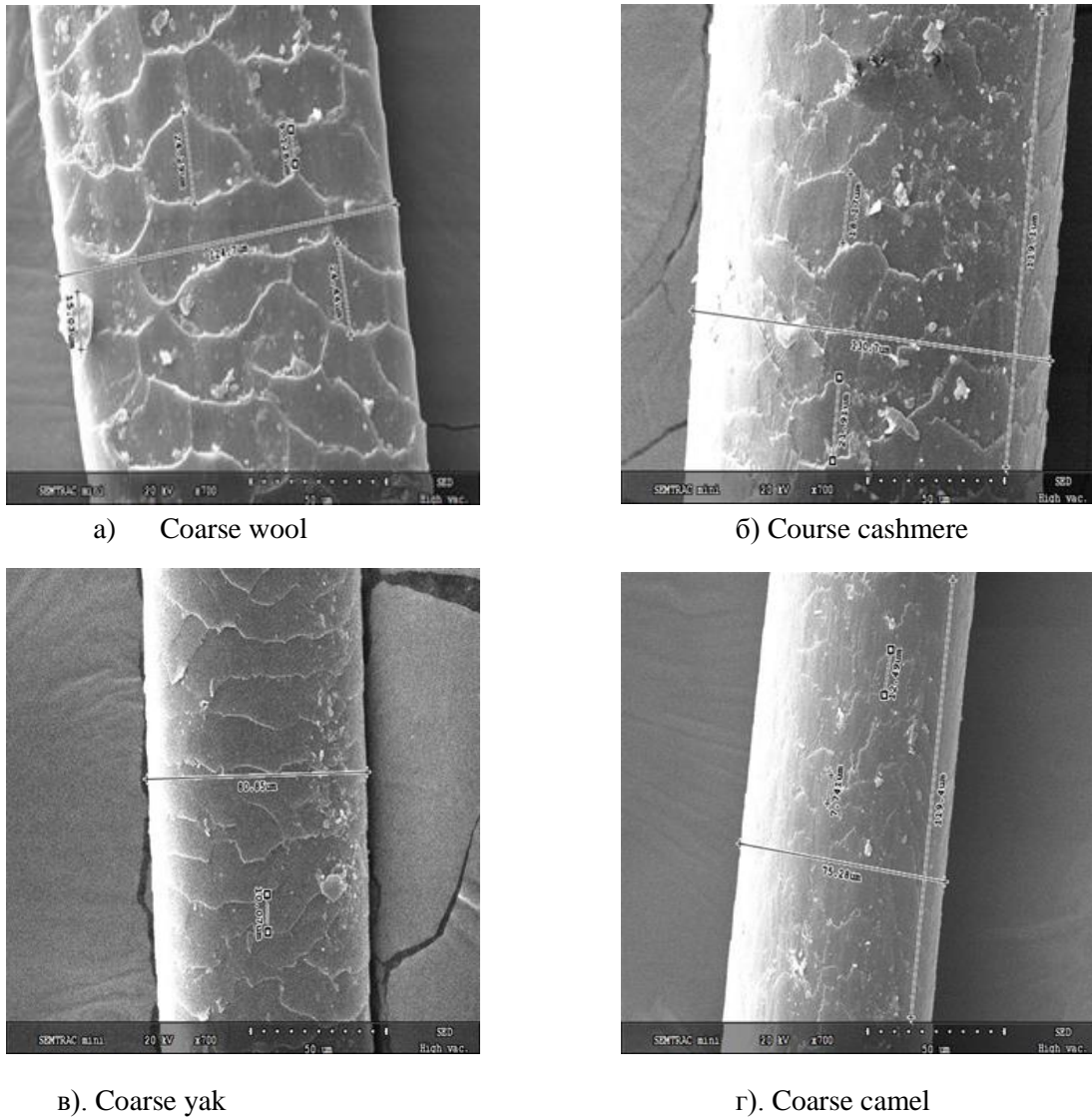


Figure 2. Cuticle layer of hair fiber (SEMTRAC mini 500x magnification)

Төрөл бүрийн малын хялгасан ширхэгтийн хайрсны хэлбэрийг харьцуулан доорх хүснэгтээр харуулав. (Table 1.) Ноосны хайрсны өндөр нь гистологи шинж чанарын

чухал үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд хайрсны өндөр, бүтцээс ширхгийн уян хатан чанар, дулаан хадгалах болон эсгийрэх чадварууд ихээхэн хамаарна.

Table 1.

Scales form

Хялгасны төрөл	Хэмжилтийн тоо	Хайрсны хэлбэр
Хонь	100	Цагираг биш, олон өнцөгт хэлбэртэй
Ямаа	100	Цагираг биш, олон өнцөгт хэлбэртэй
Сарлаг	100	Бага зэрэг цагираг хэлбэртэй
Тэмээ	100	Цагираг биш, олон өнцөгт хэлбэртэй

Судалгаанаас үзэхэд хялгаслаг ширхэгтийн хайрс нь зөв биш олон өнцөгтэй, харин ноолууран ширхэгт нь бие биедээ углагдаж

байрласан зөв хэлбэрийн хайрснаас тогтдог болох нь тогтоогдов. Энэ нь уг ширхэгтийг эсгийрэх чадвартай болохыг харуулж байна.

Table 2.

Scale height, scale number course fiber

Хялгасны төрөл	Хэмжилтийн тоо	Хайрсны өндөр, мкм		1мм уртад оногдох хайрсны тоо, дундаж
		Хязгаар	Дундаж	
Хонь	100	9.12-24.4	15.03	58
Ямаа	100	8.9-21.9	18.17	58
Сарлаг	100	-	10.07	113
Тэмээ	100	7.7-19.5	12.49	83

Хонины бүдүүн ноосны хялгасны хайрсны өндөр 9.12-24.4 мкм дунджаар 15.03 мкм сарлаг, тэмээний хялгасны хайрсны өндрөөс 2.54-4.96 мкм-оор урт, ямааны хялгаснаас 3.14 мкм-оор богино байна. Судалгааны дүнгээс үзвэл, сарлагийн хялгасны 1мм уртад оногдох хайрсны тоо хамгийн өндөр буюу 113, ямаа

болон хонины хялгасных ижил буюу 58 байгаа нь тэмээнийхээс 0.3, сарлагаас 2 дахин бага байна. Өөрөөр хэлбэл хонь, ямааны хялгасан ширхэгтийн хайрснууд нягт байрлалтай, сарлаг, тэмээнийх сийрэг байрлалтай байна.

Хайрсны хоорондын зай болон хайрсны нягт нь ширхэгтийн барьцалдах, эсгийрэх байдалд нөлөөлдөг хүчин зүйлс юм. Ширхэгтийн хайрсны хоорондын зай бага, нягт нь их байх үед ширхэгтүүдийн хоорондын барьцалдалт, эсгийрэлт сайн байдаг. Хялгасан ширхэгтийн голч 77.3-167.3 мкм, байгаа нь ноолууран ширхэгтээс 5 дахин, завсрын үснээс 3 дахин, сор үснээс 2 дахин бүдүүн, урт нь 90-130 мм байна. Хонины бүдүүн ноосны ноолуурын стандарт хазайлт 20.4 %, жигд бусын итгэлцүүр 20.4 % харин хялгасан ширхэгтийн

стандарт хазайлт 49.2 %, жигд бусын итгэлцүүр 40.0 % байна.

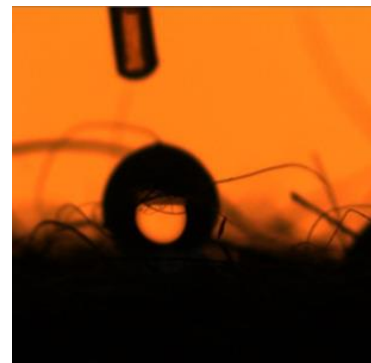
Хялгасны хайрсны онцлог нь бусад ширхэгтийнхтэй харьцуулахад загасны хайрс шиг шигүү, хөндлөн огтлолынхоо голд хөндийн гол ихээр агуулсан байна. Хялгасны хайрсны гадарга жигд, гөлгөр, хайрс нь үсний уртад хөндлөн ба диагоналиар байрласан байна. Зарим хайрсны өргөн үсний тойргийн хагасаас ч их байдаг бөгөөд ирмэгүүд нь бие биедээ нягт суусан байна.

Хялгасны ус түлхэх шинж чанар. Хялгасан ширхэгтийн гадаргууд дусаасан усан дуслын шүргэлтийн өнцгийг (θ) хэмжиж норох, үл норох шинж чанартай эсэхийг хялгасны дээжид тодорхой эзлэхүүнтэй усан дуслыг

дусааж камераар зургийг нь дарж хадгалаа дуслын шүргэлтийн өнцгийг хэмжиж тодорхойлсон. [8] Камераар авсан зураг дараах байдалтай байна.



Figure 3. a) Water penetration



b) Waterproofing

Судалгаанаас үзвэл, шүргэлтийн өнцөг 90° -аас их үед гадаргуу үл норох шинж чанар үзүүлж шингэн дусал хэлбэрээр гадаргууд тогтсон байгаа нь (Figure 3.) харагдаж байна. Хялгасан ширхэгтийн шүргэлтийн өнцөг нь 112.1° , байгаа нь гидрофоб шинж чанартай норголтын зэргээр маш бага норох ангилалд багтдаг, ус үл шингээх чадвартай болох нь нотлогдов. Олон улсын эрдэмтэн судлаачдын

Хялгасан ширхэгтээр ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэл үйлдвэрлэх технологийг оновчилсон дүн

Бүдүүн ноосны хялгасан ширхэгтийн бүтэц шинж чанарыг судлан тодорхойлноор шинэ нэрийн нэхээсгүй материал үйлдвэрлэх туршилт судалгааг патентуудын дагуу явуулсан лабораторийн туршилтын үр дүнгээс үзэхэд дулааны боловсруулалтын явцын хэм нэмэгдэхэд ширхэгтийн бүтэц, шинж чанарт өөрчлөлт үзүүлдэг болох нь тогтоогдсон. Иймээс дулааны хэм болон хатаалтын үргэлжлэх хугацаа тус бүрийг туршилтын нөлөөлөх хүчин зүйл болгон сонгож авсан. Нэхээсгүй эдлэл хийх дулааны боловсруулалтын аргыг сонгон, лабораторийн техник тоног төхөөрөмж хүчин зүйлт



судалгааны арга зүй, патентын тодорхойлолтын дагуу “Шинж чанарыг сайжруулсан хаягдал ширхэгтээр үйлдвэрлэсэн нэхээсгүй нэхмэлийн дулаан дамжуулах чанар” аргачлалыг сонгон авч түүний дагуу ноосны дамжлагын сэв хялгасаар ус үл нэвтрэх, дулаан дамжуулах чанартай нэхээсгүй нэхмэл болгох лабораторийн туршилтыг явуулсан [3].

регрессийн загвар гаргаж, туршилтын үр дүнд хүчин зүйлүүдийн оновчтой утгууд $X_1=158,8^{\circ}$ C, $X_2=1,658$ буюу 1,66 мин болох нь тус тус тогтоогдлоо. Энэхүү оновчлолд тулгуурлан хонины ноосны сэв хялгасаар ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэл эдлэл үйлдвэрлэх технологийг боловсруулав. Сэв хялгасыг сонгон авч түүнийг самнаж, жигдрүүлж зулхай боловсруулах явцад полиэстер химийн холбогчийг шүршиж түүний дараа дулаан боловсруулалт хийсэн. Энэхүү технологи горимоор боловсруулсан ус үл нэвтрэх нэхээсгүй эдлэлийг (Figure 4.) харуулав.



Figure 4. Waterproof nonwovens

Хонины ноосны хялгасаар ус нэвтрүүлэхгүй нэхээсгүй нэхмэлийг боловсруулах дулааны боловсруулалтын лабораторийн техник тоног төхөөрөмж зохион бүтээж түүн дээр технологийн дамжлагын дарааллыг боловсруулж ашигтай загварын гэрчилгээ авч,

Шүүн хэлэлцэхүй

Манай оронд ус үл нэвтрэх чанарын судалгааны материал хомс байсан тул Олон улсын “Ус үл нэвтрэх (усны хамгаалалттай) болон амьсгалах чадвартай техникийн нэхээсгүй эдлэл” АНУ-ын патент

технологийн зааврыг батлуулсан. Ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэлийг автомашин үйлдвэрлэл, барилга, ахуйн хэрэглээ, уул уурхай, эрчим хүч, хөдөө аж ахуй гэх мэт салбарт хэрэглэгдэх боломжтой.

(US.2012/0263910), “Олон зориулалттай нэхээсгүй нэхмэл, түүнийг үйлдвэрлэх арга” (WO 2013047943A1), “Ус үл нэвтрэх, тос нэвчихгүй шинж чанартай болгох арга” US2007/0149075A1, зэрэг

тодорхойлолтын туршилт явуулсан үр дүнтэй бидний туршилтын үр дүн нийцэж байна. [8] “Шинж чанарыг сайжруулсан хаягдал ширхэгтээр үйлдвэрлэсэн нэхээсгүй нэхмэлийн дулаан дамжуулах чанар” [9] аргачлалыг сонгон авч туршилт явуулан ус үл нэвтрэх шинж чанарыг ISO 4920:2012 (E) стандартын дагуу лабораторид шинжилж тодорхойлоход, сэв хялгасаар бага зэргийн ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэл эдлэл бий болсон

Дүгнэлт

1. Хонины ноосны хялгас, ямааны ноолуурын хялгас, тэмээ ноосны хялгасны хайрсны хэлбэр цагариг биш, олон өнцөгт хэлбэртэй, сарлагийн хялгас бага зэрэг цагариг хэлбэртэй байна.
2. Хялгасан ширхэгтийн шүргэлтийн өнцөг нь 112.1⁰, байгаа нь гидрофоб шинж чанартай

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

- [1] Д.Батбаяр “Хонины ноосны шинж чанар, боловсруулах технологи” Улаанбаатар Admon, 2018
- [2] “Хялгаслаг ширхэгтээр барилгын дулаалгын материал үйлдвэрлэх технологи” ШУТ-ийн төслийн тайлан УБ 2006-2008
- [3] П.Баасансүрэн, ”Агаарын урсгалаас хялгас ялгах технологи, төхөөрөмжийн хийцийн судалгаа боловсруулалт” диссертаци, ШУТИС, УБ 2010
- [4] Э.Оюунсүрэн “Монгол хонины ноосны бүтэц шинж чанарыг судлах” ХАА шинжлэл сэтгүүл №10(01): 2013 (82-88) <https://doi.org/10.5564/mjas.v10i1.301>
- [5] Р.Мядагмаа “Нэхмэлийн үйлдвэрлэлийн гүйцэтгэн боловсруулах технологи”
- [6] Г.Надмид “Нэхмэлийн ширхэгт материалын хими технологи” УБ 2011
- [7] Б.Эрдэнэбулган, О.Хосбаяр, “Хаягдал хялгас, ноос ашиглах дуу, дулаан тусгаарлах материал гарган авах

боловч сэв хялгасан нэхээсгүй эдлэлийн гадаргуун дахь бодисын шингэлт алга цоог, гадаргуугийн зарим хэсэг нь түлэгдсэн, гараар барихад хялбархан үүрч бутардаг дутагдалтай. Эдгээр арга нь хонины нарийн нарийвтар ноос тэдгээрийн боловсруулалтын дамжлагын хаягдлыг боловсруулахад зориулагдсан тул бүдүүвтэр, бүдүүн ноосны сэв хялгасыг боловсруулахад тохирохгүй байна гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн.

норголтын зэргээр маш бага норох ангилалд багтдаг тул ус үл шингээх чадвартай болохыг тогтоов.

3. Нэхээсгүй эдлэл хийх термодинамик буюу дулааны боловсруулалтын аргыг сонгон авч ус үл нэвтрэх нэхээсгүй нэхмэл үйлдвэрлэх технологийг оновчлон тогтоов.

- [8] “Ус үл нэвтрэх, тос нэвчихгүй шинж чанартай болгох арга” US2007/0149075 A1,
- [9] “Малын бүдүүн ноосны хялгасан ширхэгтийг боловсруулах шинэ технологи” ШУТТөслийн тайлан 2012-2014,
- [10] “Ус үл нэвтрэх (усны хамгаалалттай) болон амьсгалах чадвартай техникийн нэхээсгүй эдлэл” АНУ-ын патент (US.2012/0263910)
- [11] “Ноос ноолуур ээрмэл, сүлжмэл, нэхмэл, эсгий бүтээгдэхүүний стандартын эмхэтгэл” 2012
- [12] “Ус үл нэвтрэх шинж чанарыг тодорхойлох Олон улсын стандарт ISO 4920:2012 (E)
- [13] “Урлалын эсгий үйлдвэрлэх технологи нэвтрүүлэх” Инновацийн төслийн тайлан 2018-2022, УБ

A study on the waterproof properties of coarse wool

Du Hyan Yan¹, Ganbat Gombojav^{1*}, Narantuya Baatar²

¹ School of Animal Husbandry and Biotechnology, Mongolian University of Live Sciences, Zaisan 17029, Khan-Uul district, Ulaanbaatar, Mongolia

² Animal Husbandry Research Institute, Mongolian University of Live Sciences, Zaisan 17029, Khan-Uul district, Ulaanbaatar, Mongolia

 <https://orcid.org/0000-0003-1021-5382>

*Corresponding author: ganbat.g@mul.s.edu.mn

Received: 03.09.2022

Revised: 15.12.2022

Accepted: 18.01.2023

Abstract

The characteristics of the capillary fibers in the composition of sheep's wool were compared with the histological structure of the capillaries of other animals. The scale height of sheep coarse wool capillary varies from 9.12 to 24.4 μm , with an average of 15.03 μm , which is 2.54 to 4.96 μm longer than the scale height of yak and camel hair, and 3.14 μm shorter than goat hair. When determining the wetting state of the surface of the capillary fibers by measuring the contact angle of the water to the fibers, we found that the fibers exhibited a relatively low water-absorption ability of 112.10⁰. Based on the unique water repellency properties of these fibers, we can optimize waterproof non-woven textile technology.

Keyword: waterproof , coarse wool, down hair, scales form, histological structure