

## ХАДУУРЫН ХЭРЭЭ ХОШУУ-СЕГМЕНТЭТ ХАДАХ АППАРАТЫН АЖИЛЛАГААГ СУДАЛСАН ДҮН

**Б.Мөнгөнцэцэг\*, Ч.Бямбадорж**

Инженер, технологийн сургууль, ХААИС

\*Email: mengunqiqge@163.com

### ХУРААНГУЙ

*Өвсний хэрээ хошуу-сегментэт хадах аппаратын ажиллагааг лабораторын болон үйлдвэрлэлийн нөхцөлд судлав. Хадуур ажиллах явцад түүний хутганы (сегмент) хэрчих ирмэгээр ургамлыг түрж нөгөө талын эсрэг огтлогч хутга дээр очиж хэрчихээсээ өмнө тракторын хөдөлгөөний хурдаас хамааран янз бүрийн хэмжээтэй түрж байгаа төлвийг тодорхойлсон. Хадуурын ажиллагааг сайжруулах, бүтээмжийг нэмэгдүүлэхийн тулд хутганы хэрчих хурдыг ихэсгэх шаардлагатай бөгөөд үүний тулд одоогийн хэрэглэж байгаа зарим хадуурын хутганы хийцийг боловсронгуй болгох шаардлагатай болохыг үндэслэсэн.*

**ТҮЛХҮҮР ҮГ:** Хадлан, хадуур, хадах аппарат, хэрээ хошуу сегмент, ажлын хурд

### ОРШИЛ

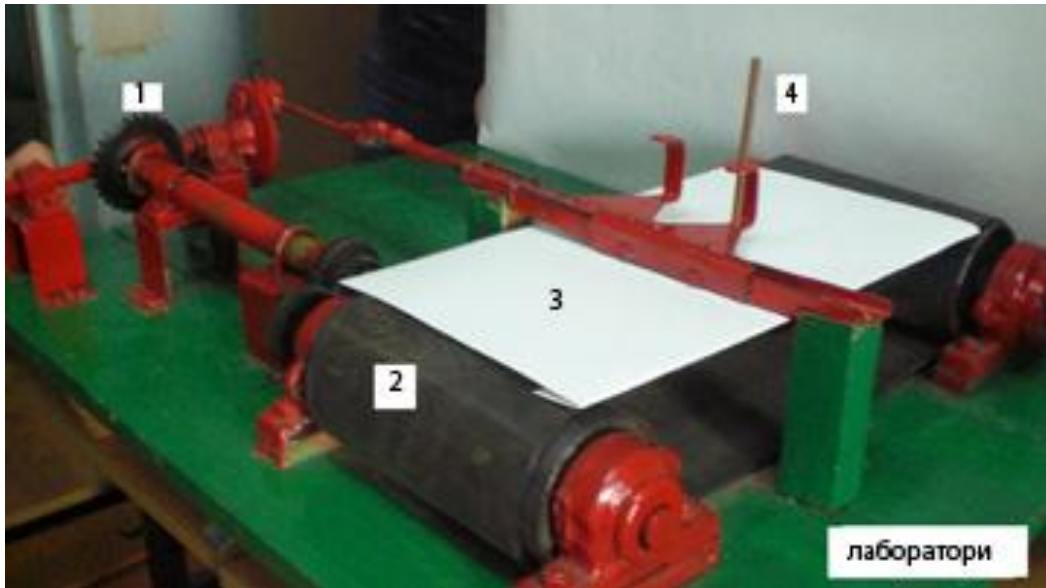
Бэлчээрийн мал аж ахуй нь Монгол улсын хөдөө аж ахуйн суурь бөгөөд уламжлалт салбар юм. 2015 оны байдлаар улсын хэмжээнд 145 малчин өрхөд 56.3 сая мал өвөлжиж байна. Бэлчээрийн мал аж ахуйг өвлийн улиралд бүдүүн тэжээлээр хангах эх үүсвэр нь байгалын хадлан бөгөөд энэ оны 11 сарын байдлаар 1 сая тонн өвс, 44.7 мянган тонн сүрэл, 42.5 мянган тонн гар тэжээл бэлтгэжээ. Өвөр Монголд ч бэлчээрийн мал аж ахуй гол байр суурь эзэлсэн хэвээр бөгөөд Шилийн гол аймагт байгалын хадлан бэлтгэх арга одоо ч хэрэглэгдсээр байна. Байгалын хадлан бэлтгэхэд гар болон үүргэвчин хадуур ашиглах боловч хадлангийн дийлэнх хэсгийг механиксан технологиор бэлтгэдэг. Монгол улсад ОХУ, БНХАУ, Беларус зэрэг олон оронд үйлдвэрлэсэн хадуур ашиглаж байгаа ба хадуурыг 20-30 м.х.

чадалтай бага оврын трактор, мөн 60-80 м.х. чадалтай том тракторт угсарч ажиллуулдаг. Сүүлийн үед зээрэнцгэн хадуур ашиглах болсон боловч өвс хадах үндсэн машин нь хэрээ хошуу-сегментэт энгийн хэрчилттэй хадах аппараттай хадуур юм. Сүүлийн үед хэрээ хошуу-сегментэт хадах аппаратын хийц улам боловсронгуй болж шилжилтийн хурд нь 1200-1500, түүнээс дээш болсонтой уялдан тариа хадаж байгаа комбайн, тракторын ажлын хурд ажлын дундаж хурд 10-12 км/ц, түүнээс даваад байна. Гэтэл хадлангийн ажилд хэрэглэж байгаа тракторт угсардаг хэрээ хошуу-сегментэт хадах аппараттай хадуурын дундаж хурд 5 км/ц хүрэхгүй байгаа нь хадуурын хадах аппаратын хийцийг боловсронгуй болгох шаардлагатайг харуулж байна.

## СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Судалгаа явуулсан газар: ХААИС-ийн Хөдөө аж ахуйн машин судлалын лаборатори, Өвөр Монголын Шилийн гол аймаг. Хэмжилт туршилтын арга: Харьцуулсан шинжилгээний арга, математик-статистикийн арга, корреляцийн шинжилгээний арга ХААИС-ийн Инженер-Технологийн сургуулийн лабораторийн төхөөрөмж (1-р зураг) дээр ажлын гурван хурдны

хувилбараар туршилтыг хийхдээ тракторын дундаж хурдыг бага оврын Хятад Улсад үйлдвэрлэсэн ВJ-200 трактораар өвс хадах үеийн дундаж утга /3.4 км/цаг/-аар авлаа. Туршилтын төхөөрөмж дээр (1-р зураг) тракторын дундаж хурд 3.4 км/ц (0.94 м/с) байгаа үеийг эхний хувилбар болгон авч өвс хадах өндрийг 10 см байгаа нөхцлөөр туршилт хийв.



1-р зураг. Хадах аппаратын ажиллагаа судлах лабораторын төхөөрөмж. 1-төхөөрөмжийн дамжуулга, 2-урсдаг зөөгүүр, 3-дүрс зурах цаас, 4-харандаа

Туршилтын төхөөрөмжийн өвдөгт голын эргэлтийн давтамж 447 эрг/мин буюу хутга минутад 894 удаа шилжиж байсан болно.

## СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

**Лабораторын болон хээрийн туршилтын үр дүн:**

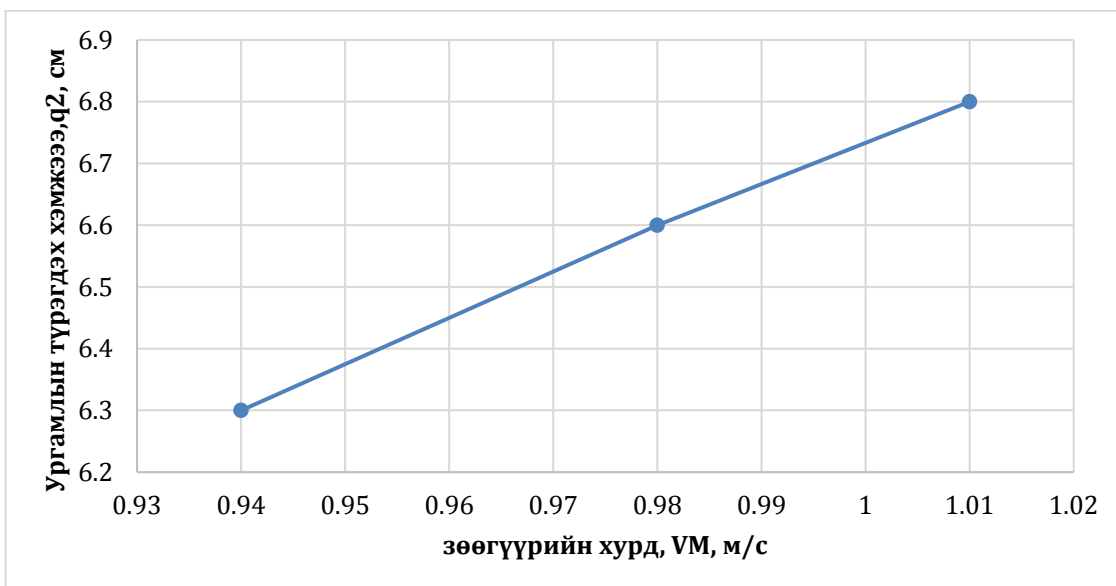
Туршилтын төхөөрөмж дээр хутганы 3-4 шилжилтээр гарсан түүний үнэмлэхүй хурдны муруй дээр тооцоолол, шинжилгээ хийж хурд нэмэгдэхэд ургамлыг хутга (сегмент) ташуу түрэх ( $q_2$ ), хэрээ хошуугаар хөндлөн ярагдах ( $q_1$ ) болон хадуур урагш түрэх ( $q_3$ ) төлөвүүдийг байгуулалтын аргаар дүрсэлж холбогдох тооцоог хийлээ. Ташуу түрэгдсэн ургамлын шилбэний машины хөдөлгөөний чиглэлд таших өнцөг нь доорх томъёогоор тодорхойлсон.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{L}{2 \cdot r} \quad (1)$$

Үүний:  $r$  – өвдөгт голын радиус

Өвдөгт гол хагас эргэлт хийх агшинд машины урагшаа шилжсэн замын урт ( $L$ ) нэмэгдэх хирээр

энэ өнцөг ихсэж ургамлыг урагш түрэх хэмжээ нэмэгдэх ба хэмжилтээр хурдыг 0.1 км/ц-аар нэмэхэд таших өнцгийн хэмжээ  $3.0^0$ - $3.5^0$  -аар ахисан байв. Хутга нэг захын байрлалаас нөгөө захын байрлалд очиход трактор урагшаа 5-8 см ахисан байдаг болохыг судлаачид тогтоосон ба бидний туршилтаар 6.3-6.8 см урагш шилжсэн байсан нь туршилтыг хадуурын хэвийн ажиллах нөхцөлд хийсэн болохыг харуулж байна. Ийм учраас түрэлтийг багагахын тулд боломжийн хэмжээгээр өвдөгт голын эргэлтийн давтамжийг өсгөх шаардлагатай болохыг харуулж байна. Төхөөрөмжийн өвдөгт голын эргэлтийг нэмэгдүүлэхэд хадагдаж байгаа ургамлын ташуу түрэгдэх хэмжээ улам ихсэж байгааг 2-р зураг дээрээс харж байна



2-р зураг. Зөөгүүрийн хурдыг нэмэгдүүлэхэд ургамлын ташуу түрэгдэх урт ( $q_2$ ) ихсэж байгаа төлөв.

Төхөөрөмжийн зөөгүүрийн хурдыг буюу бодит байдал дээр тракторын урагшлах хурдыг нэмэгдүүлэх боломж нь хадах аппаратын хэрчих хурдтай шууд холбоотой бөгөөд боломжит хэмжээ хэтэрсэн тохиолдолд хутга ургамлыг хадаж амжихгүй хөдөлгөөний дагууд түүнийг түрэх болно. Ийм учраас лабораторын нөхцөлд хийсэн туршилтыг үйлдвэрлэлийн нөхцөлд давхар шалгаж үзсэн болно.

Хээрийн туршилтыг Өвөр Монголын Шилийн гол аймагт 2016 оны 8-р сарын 28 өдөр бага оврын ВJ-200 тракторт угсарсан 9L-2.1 маркийн нэг хөрөөт хадуур, түүний ардаас угсарсан хөндлөн тармууртай угсраан дээр хийлээ. Тракторын ажлын хурдыг гурван хувилбараар өөрчилж хадалтын бодит өндрийг хэмжив (1-р хүснэгт).

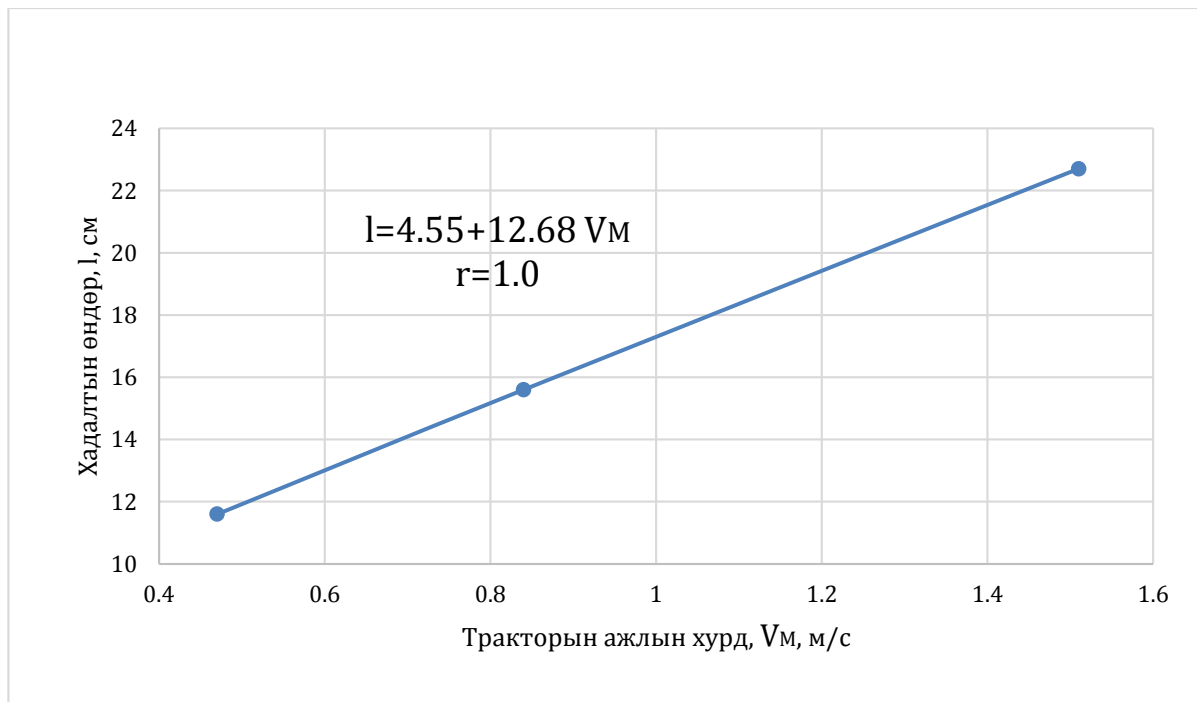
1-р хүснэгт

Хадуурын хадах өндөр ажлын хурдаас хамаарч өөрчлөгдөх байдал

	Хурд хэмжсэн давталт			Дундаж хурд, с	Хадалтын ундаж) өндөр, м
	1	2	3		
$V_{M1}$	0.44	0.48	0.48	0.47	11.6
$V_{M2}$	0.83	0.90	0.87	0.84	15.6
$V_{M3}$	1.67	1.43	1.43	1.51	22.7

Хадлан хадаж байгаа тракторын ажлын үндсэн хурдны горим нь хоёр дугаар араа байсан ба хамаарлын төлвийг гаргахын тулд гурван араан дээр туршсан. Туршилтын үед авсан хэмжилтийн утгуудыг тэмдэглэсэн 1-р хүснэгтээс харахад хурд нэмэгдэхэд хадалтын бодит өндөр нэмэгдэж байгаа нь ургамлын ташуу болон урагшаа түрэлт ихэссэнээр тайлбарлагдана. Өөрөөр хэлбэл, ажлын хурд нэмэгдэхэд хадагдсан өвсний гуурсны буюу ёзоорын өндрийн хэмжээ даган

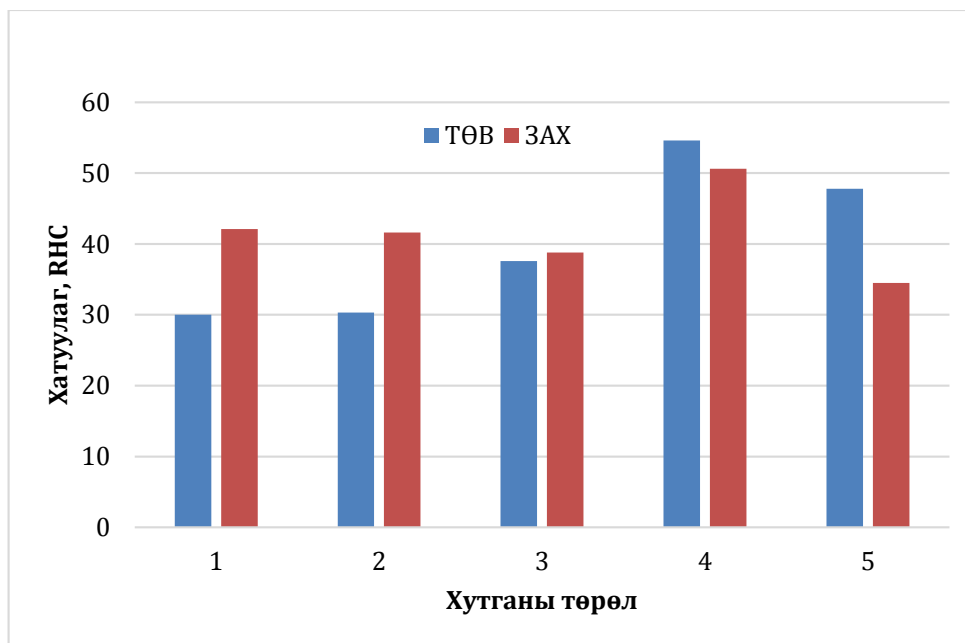
өсөж байгаа нь хадуурын сегментээр ургаа өвсний шилбэ ташуу түрэгдэх хэмжээ нэмэгддэг лабораторын туршилтаар гарсан зүй тогтлыг уг туршилт бататгаж байна. Хадах аппаратын хадах өндрийн тохируулгыг нэг хэмжээнд тааруулсан байлаа ч ургамлыг хадах өндрийн хэмжээ нь тракторын урагшлах хурдаас хамаарч шулуун шугамын тэгшитгэлээр өөрчлөгдөж байгаа зүй тогтлыг тодорхойлж илэрхийлэгдэх тэгшитгэлийг 3-р зураг дээр харуулав.



3-р зураг. Ургамлыг хадсан өндөр, тракторын ажлын хурдаас хамаарах төлөв.

Үүнээс харахад хадуурын хадах чадварыг сайжруулах, ажлын бүтээмжийг нэмэгдүүлэхэд хадуурын хутганы шилжих хурд хязгаарлагч хүчин зүйл болох нь лабораторын болон үйлдвэрлэлийн туршилтаас харагдаж байна. Үр тариа хураах комбайн болон тариа ангилан хадах өөрөө явагч хадуурын хадах аппаратын хийц өөрчлөгдөж хутганы шилжилтийн хурд нэмэгдэн минутад 1200-аас дээш шилжилт хийдэг болсон байна. Үүний үр дүнд комбайны ажлын хурдны хэмжээ 11.0 км/ц, түүнээс даваад байна. Иймд хадах аппаратад хөдөлгөөн дамжуулах механизмын эргэлтийг нэмэгдүүлэх асуудлыг авч үзэхийн хамт эргэлт нэмэгдэх хирээр өсөх үрэлтийн хүчийг багасгах инженерийн шийдэл зайлшгүй шаардагдана. Гэхдээ хадуурын өвдөгт голын эргэлтийг дамжуулгын харьцааг өөрчлөх байдлаар ихэсгэхэд хадуурын толгойн хэсэгт үүсэх цохио чимээ болон үрэлтээс үүсэх халалт улам нэмэгддэг учраас одоо байгаа хийцийг сайжруулахгүйгээр ажиллагааг сайжруулах

боломжгүй билээ. Хийц, ажиллагааг боловсронгуй болгохын тулд хутгыг (сегментийг) зузаан болгож, хатуулгыг дээшлүүлэх, шатунгүй дамжуулга хэрэглэх зэрэг олон шаардлага үүсэх болно. Бид нийтлэг хэрэглэж байгаа өвсний хадуурын хутганы хийц, ажиллагааны горим нь цаашид сайжруулалт хийлгүйгээр ашиглах боломжтой эсэхийг магадлах зорилгоор зургаан төрлийн хутганы хатуулгыг Роквеллер багажаар ХААИС-ийн Инженер-Технологийн сургуулийн Трибологийн лабораторит хэмжиж харьцуулалт хийлээ. Хутганы материалын хатуулгаас гадна зузаан, үрэлдэх хэсгийн өргөн зэрэг геометрын хэмжээсүүдийг нь тодорхойлсон болно. Хадах аппаратын сегментийн хатуулаг болон зузааны хэмжээ нь өндөр эргэлттэй ажиллахад чухал учраас манайд түгээмэл хэрэглэгдэж байгаа өндөр эргэлтэд ажилладаг бага эргэлтэд ажилладаг хэд хэдэн төрлийн сегментийн хатуулгыг тодорхойлсон дүнг 4-р зурагт харуулав.



4-р зураг. Төрөл бүрийн үйлдвэрийн хадуурын хадах аппаратын сегментийн хатуулаг. 1-Pro-CUT(Герман) , 2- Claas (Герман) , 3-4113-153 (New Holland), 4-ОХУ, 5-БНХАУ.

Өндөр хурдтай ажилладаг хадах аппаратын Pro CUT хутганы зузаан 2.8 мм байгаа бол Орос хийцийн хадуурын хутга 2.0 мм зузаан, БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн хутга мөн 2.0 мм зузаан байна. 4-р зураг дээрээс харахад сегментийн захын хэсэгт хийсэн дулааны боловсруулалт чухал болохыг

Хятад улсаас оруулж ирсэн сегментээс бусад дээр харагдаж байна. Өндөр хурдтай ажилладаг Pro-CUT, Claas зэрэг Германы хадуурын сегментийн хатуулгаас харахад түүний зах хэсгийн хатуулгыг 40 HRC-ээс доошгүй болгох шаардлагатай байна.

### ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Тракторын ажлын хурд ( $V_M$ ) хадалтын өндөр ( $l$ ) хоорондын корреляцийн илтгэлцүүр 1.0 гарч байгаа нь эдгээр хэмжигдүүний хооронд хүчтэй шулуун шугамын хамаарал байгааг харуулж байна. Энэхүү тэгшитгэл нь тракторын ажлын хурдыг 0.4-1.5 м/с хооронд өөрчлөхөд хүчинтэй бөгөөд дундажаар хурд 1 м/с-ээр нэмэгдэхэд хадах өндөр 10.6 смээр нэмэгдэж байна. Оросын судлаачдын [3] тэмдэглэсэнээр хутга ургамлыг чанартай, эрчим хүчний зарцуулалт багатай хяргах, хадахын тулд хадуурын хутганы шилжилтийн хурд нь тракторын урагшлах хурдаас 1.25-1.30 дахин их байх ёстой байдаг. Гэхдээ энэ харьцаа хэрэв хошуу-сегментийн төвлөрөл таарсан үед байгаа бөгөөд амьдрал дээр төвлөрөл алдагдах нь элбэг байдаг бөгөөд Орос хийцийн хадуурт зөрөө 3 мм-ээс хэтрэхгүй байх ёстойг үйлдвэрээс нь зөвлөдөг. Хэрэв хутганы төвлөрөл 5-10 мм хэмжээнд алдагдвал төвлөрөл

сайтай хадууртай харьцуулахад хутганы хадалтын төгсгөлийн хурд 30-40 хувь доогуур болно. Монгол улсад ашиглаж байгаа төрөл бүрийн хийцийн хадуурын хатуулгыг харьцуулсан хэмжилтээс харахад Евро стандартын шаардлагад Герман болон ОХУ-д үйлдвэрлэсэн хутга үндсэндээ хангаж байгаа бөгөөд харин Хятад улсад үйлдвэрлэсэн хутганы хатуулаг нь хатаалга хийсэн зүүн хэсэгтээ 4.3 нэгжээр, баруун хэсэгтээ 13.2 нэгжээр бага байна. Зураг 4-өөс харахад Герман болон Орос улсад үйлдвэрлэсэн сегмент хийцийн материал сайн, бүр Германы хийц нь дулааны боловсруулалт хийхгүйгээр үйлдвэрлэгдсэн, чанаржуулсан гангаар хийсэн нь харагдаж байна. Харьцуулсан шинжилгээнээс харахад БНХАУ-д улсад үйлдвэрлэсэн тухайн хийцийн хутга нь өндөр хурдтай ажиллах нөхцлийг хангахгүй байгаа тул түүний хийц, дулааны боловсруулалтад шинэ технологи хэрэглэх шаардлагатай байна.

**ДҮГНЭЛТ**

1. Хэрээ хошуу сегментэт хадуурын хадах чадварыг сайжруулах, ажлын бүтээмжийг нэмэгдүүлэхэд хадуурын хутганы шилжих хурд хязгаарлагч хүчин зүйл болж байгаа нь лабораторын болон үйлдвэрлэлийн туршилтаас харагдлаа.
2. Хадах аппаратад хөдөлгөөн дамжуулах механизмын эргэлтийг нэмэгдүүлэхийн хамт эргэлт нэмэгдэх хирээр өсөх үрэлтийн хүчийг багасгах инженерийн шийдэл зайлшгүй шаардагдаж байна. Хадуурын өвдөгт голын

эргэлтийн давтамжийг дамжуулгын харьцааг өөрчлөх байдлаар ихэсгэхэд хадуурын толгойн хэсэгт үүсэх цохио чимээ болон үрэлтээс үүсэх халалт улам нэмэгддэг учраас одоо байгаа хийцийг сайжруулахгүйгээр ажиллагааг сайжруулах боломжгүй. Хийц, ажиллагааг боловсронгуй болгохын тулд хутгыг (сегментийг) зохих хэмжээгээр зузаан болгох, хатуулгыг дээшлүүлэх, шатунгүй дамжуулга хэрэглэх зэрэг шаардлага урган байна.

**АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ**

1. Ч.Авдай, Д.Энхтуяа: Судалгааны ажил гүйцэтгэх арга зүй. Улаанбаатар. 2013 он.
2. Ч.Бямбадорж. Хөдөө аж ахуйн машины онолын үндэс. Улаанбаатар. 2010 он.
3. Сельскохозяйственные машины. Основы теории и расчета уборочных машин и машин

- для послеуборочной обработки зерна. Кемерова. 2006 г.
4. Geng Duan Yang. Орчин үеийн хөдөө аж ахуйн машин (Хятад хэл дээр), 2011 он.

**DETERMINATION OF EFFICIENCY OF KNIFE CUTTER BAR  
MOTION IN HAY HARVESTING**

**ABSTRACT**

*In this study, the efficiency of cutter bar mower, which is essential equipment in a hay making process, was investigated. During the hay preparation, the behavior of knife cutter bar was determined and compared in terms of the tractor movement and speed. To improve the quality of cutting process and increase a field capacity of machine, the cutter bar rolling speed should be increased during the process. According to our results, we purpose that current design of some knife cutter bars should be improved for efficiency of the hay harvesting.*