

АРВАЙ ХУУРАХ УЛАМЖЛАЛТ АРГЫГ МЕХАНИКЖУУЛАХ БОЛОМЖ

Д.Түвшинжаргал^{1,а}, Ж.Амгаланзул^{2,б}, Д.Баатархүү^{3,с*}

^{1,2,3}ХААИС, Инженер, технологийн сургууль

^аtuvshinjargal@muls.edu.mn, ^бamgalanzul@muls.edu.mn, ^сelec_eng@muls.edu.mn

Хураангуй

Монголчуудын уламжлалт хоол хүнсний нэг болох арвайн гурилд хүний биед шаадлагатай олон төрлийн амин дэм, эрдэс бодис агуулагддаг учраас хоол тэжээлээс гадна эмчилгээний зорилгоор ашиглаж иржээ. Манай орны хувьд арвайн гурилын үйлдвэрлэл нь жижиг аж ахуй болон өрхийн үйлдвэрлэлийн хэмжээнд уламжлалт аргаар явагдаж байна. Ялангуяа арвайг хуурах ажиллагаа нь гараар хийгддэг учраас хөдөлмөр зарцуулалт, цаг хугацаа шаардсан ажил болдог. Иймээс бид арвай хуурах үйл ажиллагааг механикжуулах төхөөрөмжийн хүчин чадлын тооцоог хийж, туршилт явуулж, эдийн засгийн үр ашгийг уламжлалт аргатай харьцуулан тооцож гаргалаа.

Түлхүүр үг: далбаа, хугацаа, температур, эзлэхүүн жин

ОРШИЛ

Арвай нь цаг уурын ямар ч нөхцөлд тэсвэртэй, байгалийн ихэнх бүсэд дасан зохицож ургадаг, тариалалтын хэмжээгээр дэлхийд дөрөвдүгээрт ордог түгээмэл тархсан ургамал юм. Арвай нь бусад үр тариатай харьцуулахад эрдэс бодис, эслэг, бета глютин, үл орлогдох аминхүчил болон шимт бодисоор баялаг бөгөөд агуулагдах бодисуудын харьцаа нь зохистой хэмжээнд байдаг [1]. Дээрх бодисууд нь гэдэсний гүрвэлзэх хөдөлгөөнийг сайжруулж, хоол боловсруулах эрхтэн системийн үйл ажиллагааг дэмжиж, бие дэх хорт бодисыг гадагшлуулж, эрдэс бодисын дутагдлаас сэргийлэхээс гадна, цусан дахь холестерин түвшинг бууруулж, сахар болон инсулиныг хэвийн хэмжээнд барьж, таргалалт, хорт хавдраар өвчлөх эрсдэлийг багасгана [2]. Арвай нь хүнсний, малын тэжээлийн, шар айрагны түүхий эдийн зориулалттайгаар ашиглагдсаар ирсэн [3]. Өнөө үед дэлхий нийтэд эрүүл мэндийг дэмжсэн зохицуулах үйлчилгээтэй хүнс хэмээх ойлголт түгэн дэлгэрч, энэ чиглэлийн судалгаа ихээхэн хийгдэж, олон нэр төрлийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэгдэх болсон.

Манай орны хувьд эрт дээр үеэс арвайг хүнс тэжээлдээ өргөн хэрэглэж ирсэн бөгөөд гар аргаар бүх үйлдвэрлэлийг явуулж ирсэн. Баруун аймгуудад ялангуяа Увс, Ховд, Говь-Алтай, Хөвсгөл зэрэг аймгуудад өрхийн болон жижиг аж ахуйн үйлдвэрлэлийн хүрээнд сүүлийн жилүүдэд арвайн үйлдвэрлэл нутгийн брэнд хэлбэрээр эрчимтэй хөгжих хандлагатай байгаа хэдий ч гар аргаар үйлдвэрлэлийг явуулж байгаа нь бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг ихсэх болон хөдөлмөрийн бүтээмж буурах үндсэн нөхцөл нь болж байна.

Иймээс өрхийн хэрэгцээнд тохирсон, уламжлалт аргаас нь хэт өөрчлөхгүй, амт чанарыг нь бууруулахгүйгээр боловсруулалт хийхэд зориулсан хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчилж, эдийн засгийн хэмнэлттэй төхөөрөмжүүдийг зохион бүтээх механикжуулах шаардлага тавигдаж байна. Уламжлалт аргаар арвайн гурил бэлтгэхдээ зураг 1-т үзүүлсэн технологийн дарааллаар гүйцэтгэдэг байна. Уламжлалт аргаар арвайг хуурахдаа 20 литрийн багтаамжтай тогоонд элсээ 150 градус орчим халааж 500-аас 800 гр хэмжээтэй цогносон арвайг хийж 2-3 минут хутгаж хуурсны дараа шигшиж элснээс цэвэрлэдэг. Харин Улаангомын гурлын үйлдвэрийн инженер технологчид 250-300 градус температурт арвайг хуурч болгох нь зохистой гэж тогтоосон байна [2]. 1996-1998 онд хүсний үйлдвэрийн эрдэм шинжилгээний институтэд шинжлэх ухаан технологийн төслийн хүрээнд арвай боловсруулах технологийн судалгаа явуулсны дүнд арвайг хуурах зохистой температур нь 350 градус болохыг тогтоожээ. Тус судалгааны дүнг үндэслэн арвайн болсон гурилын MNS20191-97 улсын стандартыг боловсруулжээ.



Зураг 1. Уламжлалт аргаар арвайн гурил бэлтгэх технологи

1. АРВАЙ ХУУРАХ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ТООЦОО

Арвайг гараар хуурахдаа минутад дунджаар 80-90 удаа хутгаж эргүүлэх үйлдэл хийж байсан. Үүн дээр үндэслээд төхөөрөмжийн ажлын гол болох далбаа суулгасан хутгуурын голын эргэлтийг 85эрг/мин байхаар авсан. Тойрог хүчийг авахдаа тогоонд байх хамгийн их хэмжээний материалын жин болон нягтаар тооцож авсан. Төхөөрөмжөөр хамгийн ихдээ 3кг халсан элсэн дээр 3кг арвай хийж хуурна гэж төлөвлөөд тооцоог хийсэн. Хутгуурын далбааны урт 0.2м байна. Төхөөрөмжийн кинематик бүдүүвчийг ашиглан дамжуулгын

тооцоог хийж, цахилгаан хөдөлгүүрийг сонгов [4]. Ажлын машинд шаардагдах чадлыг дараах тооцооны аргачлалаар гүйцэтгэв.

Өнцөг хурд

$$\omega_A = \frac{\pi \cdot n_A}{30} = 8.9 \text{ рад/с} \quad (1)$$

Энд: n_A – голын эргэлт, эрг/мин

Арвай болон элсний холимгийн нийт эзлэхүүн

$$V = V_{ар} + V_{элс} = \frac{m_{ар}}{\rho_{ар}} + \frac{m_{элс}}{\rho_{элс}} = 0.007 \text{ м}^3 \quad (2)$$

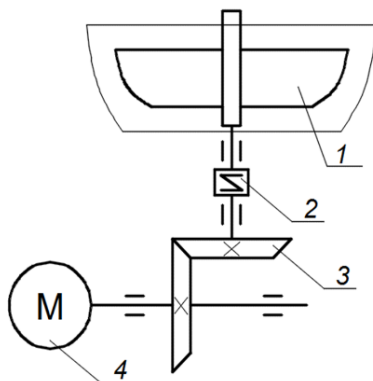
Энд: $m_{ар}, m_{элс}$ – арвай болон элсний жин, кг;

$\rho_{ар}, \rho_{элс}$ – арвай болон элсний нягт, кг/м³, арвайн нягт -600 кг/м³, элсний нягт 1500 кг/м³ байна:

Тогооны эзлэхүүн

$$V_{ц} = \pi r^2 \cdot h \quad (3)$$

Энд: r – тогооны радиус, м; h – тогооны өндөр, м.



Зураг 2. Арвайн гурил хуурах төхөөрөмжийн кинематик схем.

1 – хутгуурын далбаа; 2 – холбовч; 3 – зүрх араан дамжуулга; 4 – цахилгаан хөдөлгүүр

Тогооны босоо хөндлөн огтлолын хагасад үүсэх дүрсийн талбайг материалын дүүргэлтээр тооцвол:

$$r \cdot h = \frac{V}{\pi r} = 0.0095 \text{ м}^2 \quad (4)$$

Далбаанд үйлчлэх тархмал ачаалал

$$q = \frac{V}{\pi r} \cdot (\rho_{ар} + \rho_{элс}) = 12.35 \text{ кг/м} \quad (5)$$

Гол дээр үйлчлэх мушгих момент

$$T = 0.5q \cdot r^2 = 2.47 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6)$$

Тогоонд байгаа материалын жин, хутгуурын далбаанд тархмал ачааллаар үйлчлэнэ гэж тооцоод далбаанд үйлчлэх төвлөрсөн хүчийг тодорхойлсны үндсэн дээр гол дээр үйлчлэх чадал дараах байдлаар тодорхойлно.

$$P_{A1} = T \cdot \omega_A = 18.03 \text{ Вт} \quad (7)$$

Эргэх гол дээр 3 далбаа байгаа учир нийт мушгих момент

$$P_A = 3 \cdot P_{A1} = 54.09 \text{ Вт} \quad (8)$$

Механик дамжуулгын ашигт үйлийн коэффициент

$$\eta_{ер} = \eta_x \cdot \eta_{\theta.x} \cdot \eta_z = 0.89 \quad (9)$$

Энд: η_x – холхивчны ашигт үйлийн коэффициент; $\eta_{\theta,x}$ – өнхрөх холхивчны ашигт үйлийн коэффициент; η_3 – зүрх араан дамжуулгын ашигт үйлийн коэффициент
Цахилгаан хөдөлгүүрийн чадал

$$P_{цх} = \frac{P_A}{\eta_{ep}} = 60.7 \text{ Вт} \quad (10)$$

Цахилгаан хөдөлгүүрийг сонговол:

Цахилгаан хөдөлгүүрийн марк: 4A71B8Y3

Хөдөлгүүрийн чадал: 0.25кВт

Эргэх давтамж: 680эрг/мин

Ашигт үйлийн илтгэлцүүр: 56%

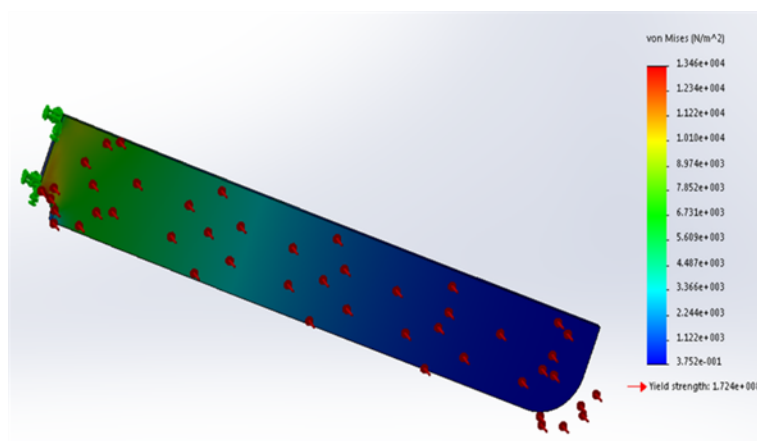
Ерөнхий дамжуулгын тоо

$$u_{ep} = \frac{n_{цх}}{n_a} = 8 \quad (11)$$

Энд: $n_{цх}$ – цахилгаан хөдөлгүүрийн эргэлтийн тоо, эрг/мин; n_a – ажлын машины голын эргэлтийн тоо, эрг/мин

2. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Далбаанд ирэх ачааллыг симуляцийн орчинд Solidworks программыг ашиглан туршилт хийж, бат бэхийг тодорхойллоо [5]. Ингэхдээ элс болон арвайн нягт, жингээс нь хамааруулан үйлчлэх хүчийг тооцож 1м^2 талбайд 3.5Н үйлчилнэ гэж авав. Далбааны доод хэсэг буюу материал ачаалласан хэсгийг сонгож симуляци хийлээ. Далбаа хийх материалыг зэвэрдэггүй ган болох AISI316 маркын Stainless Steel ганг сонгосон. Далбаанд үүсэх хамгийн их хүчдэл нь 0.0134МПа байгаа нь гангийн зөвшөөрөгдөх хүчдэлээс олон дахин бага байгаа учир бат бэхийн нөхцөлийг хангаж байна (Зураг 3).



Зураг 3. AISI316 маркын Stainless Steel гангаар хийсэн далбаанд үүсэх хүчдэл

Бидний зохион бүтээсэн төхөөрөмж нь цахилгаан хөдөлгүүрээс эргэлт авч зүрх араан дамжуулгаар цахилгаан хөдөлгүүрийн эргэлтийн давтамжийг бууруулан, голын эргэлтийн чиглэлийг өөрчлөн ажлын эрхтэн болох хутгуурын босоо голд эргэлтийг дамжуулна. Хутгуурын далбаа тогооноос хөндий байрлах бөгөөд тогтмол хурдтай эргэж арвай болон элсний холимгийг хутгана. Элс нь арвайг түлэгдэхээс хамгаалах, жигд болгох нөхцөл бүрдүүлдэг бөгөөд уламжлалт аргаар хуурахад ч гэсэн элстэй хольж хуурдаг технологи байдаг. Арвай хуурах төхөөрөмжийн тогоо нь эргэх гол дээр суурилагдсан бөгөөд 90 градус

эргэж бүтээгдэхүүнийг юүлэх боломжтой (зураг 4). Энэ төхөөрөмж нь бүтээмж өндөр, цаг хугацаа хэмнэх, хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчилөх гэх мэт олон давуу талуудыг бий болгох юм.



Зураг 4. Арвай хуурах төхөөрөмж

Тогоог хийн түлшээр халаах ба галын дөлийн температурыг терморын тусламжтай 250°C -т барина. Бид хийн түлшний дөлийг тогоог жигд халаах боломжтойгоор хоолойгоор дамжуулж хийхээр зохиосон бөгөөд хоорондоо 10 мм зайтайгаар дөл гарч байхаар хоолойг нүхэлсэн. Зураг 5-т тогоог халаах хийн түлшний шугамыг харууллаа.



а. Тогоог хийн түлшээр халаах шугам



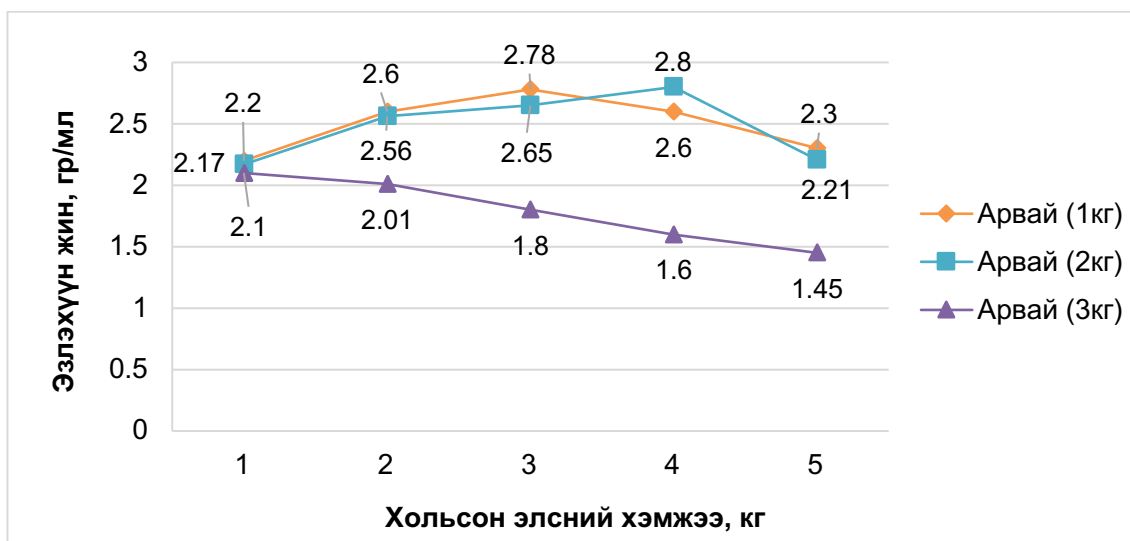
б. Тогоог хийн түлшээр халааж байгаа байдал

Зураг 5. Тогоог халаах шийдэл

Хуураагүй арвайнаас хуурсан арвайн эзлэхүүн жин нь 2-оос 2.5 дахин ихэсдэг. Бид гар аргаар хуурсан арвайн эзлэхүүн жинг 20 удаагийн туршилтаар гаргахад дундаж нь 2.82 гр/мл байсан.

Төхөөрөмжөөр арвайг хуурахад ашиглагдах элс, арвайн тохиромжтой харьцааг гаргахдаа дараах туршилтыг хийсэн. Төхөөрөмжид 1кг, 2кг, 3кг, 4кг, 5кг элс тус бүр дээр 1кг, 2кг, 3кг арвай хийж 2 минутын хугацаанд ижил температурт хуурч арвайг шигшүүрээр

элснээс ялган 100мл – ийн саваар хуурсан арвай тус бүрээс авч, эзлэхүүн жинг гарган зураг 6-д харьцуулан харуулав.



Зураг 6. Хуурсан арвайн эзлэхүүн жингийн харьцаа

Зураг 6-аас харахад 4кг элсэн дээр 2кг арвайг хийж хуурсан хувилбар нь эзлэхүүн жин хамгийн өндөр буюу 2,8гр/мл байна. Хуурах үеийн элс арвайн харьцаа 2:1 байх нь хамгийн тохиромжтой байна. Төхөөрөмжийн бүтээмжийг гаргахдаа бэлтгэх, хуурах, шигших, савлах хугацааг тооцвол 2кг арвайг хуурч бэлтгэхэд 5 минут зарцуулж байв. Иймээс бидний зохион бүтээсэн төхөөрөмжийн бүтээмж 24 кг/цаг байна. Уламжлалт аргаар арвайн гурил хийх өрхийн үйлдвэрлэлд хуурах ажиллагаа нь цаг хугацаа их шаардсан, хөдөлмөр их зарцуулсан ажил болдог учраас үйлдвэрлэгчид 1кг арвайг 400 төгрөгний хөлс өгч хууруулдаг орон нутгийн тогтсон ханш байдаг байна.

ДҮГНЭЛТ

- Монголчуудын уламжлалт хоол хүнсний нэг төрөл бол тарианы гурил буюу арвайн гурил бөгөөд тэжээллэг чанартай, эрүүл мэндэд ач тустай бүтээгдэхүүн юм. Арвайн гурилыг гар аргаар боловсруулдаг учраас ажиллагаа ихтэй, өөрийн өртөг өндөртэй байдаг.
- Арвай хуурах төхөөрөмжийн механик дамжуулгын тооцоогоор хөдөлгүүрийн чадал 0.25кВт, далбаанд үүсэх хамгийн их хүчдэл нь 0.0134МПа байгаа нь гангийн зөвшөөрөгдөх хүчдэлээс олон дахин бага байгаа учир бат бэхийн нөхцөлийг хангаж байна.
- Төхөөрөмжөөр арвай хуурах үеийн элс арвайн хамгийн тохиромжтой харьцаа 2:1, хуурах хугацаа 2 минут, ажлын бүтээмж 24кг/цаг байна.
- Арвай хуурах ажиллагааг механикжуулж өгснөөр арвай хуурах хугацааг хэмнэж, хүний хөдөлмөрийг хөнгөвчилж, бүтээмжийг нэмэгдүүлж байгаа нь түүний зах зээлийн үнийг бууруулах боломжтой юм гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

1. <http://altanchagnuur.mn/articles/325.html>
2. Л.Лхагваа (2012) Нүүдэлчин монголчуудын хүнсний уламжлалт технологи. Улаанбаатар хот: Монгол. 6-10х, 122-123х

3. <https://www.mongoliajol.info/index.php/MJAS/article/view/257/259>
4. Н.Төмөрбаатар, А.Гөлгөө нар (2011) Хэрэглээний механик 2. Улаанбаатар хот: Монгол. 125-131х
5. Б.Болдбаяр (2013) SolidWorks 2012 сурах бичиг. Улаанбаатар хот: Монгол. 80х

Abstract

Barley flour, which a Mongolian conventional food, widely used as a food and medicine to treat some diseases because of a number of biological active components such as vitamins and minerals. In Mongolia, production of the barley flour is a developing as small business or household production. Frying the barley takes a lot of time and human labor due to it has done by hand. Therefore, we focused on calculating the capacity of the mechanic equipment and comparing the economic effect with the traditional methods.

Key words: blend, time, temperature, volume weight