



Камелина сативагийн үрийн физик-механик шинж чанар болон зохион бүтээсэн үрлэх аппаратын ажиллах горимыг лабораторийн туршилтаар тодорхойлсон дүн

Ж.Эрдэнэдалай, Б.Мөнхбат*, Ж.Мөнгөн, Л.Лхагвасүрэн

Инженер, технологийн сургууль, ХААИС

*Холбоо барих хаяг: munkhbat.b@mul.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Жижиг үрт тосны ургамал камелина сативагийн (*Camelina sativa*) үрийн физик-механикийн шинж чанарыг тодорхойлон ховил бүхий диск хэлбэрийн катушкан үрлэх аппаратыг үрийн физик механик шинж чанараас нь хамааруулна зохион бүтээж туршив. Лабораторийн туршилтаар үр унасан эгнээний уртын дагуух үрийн жигд бус тархалт, дискний ховилын өндөр, катушкийн эргэлтийн давтамжаар катушкаар гарах үрийн хэмжээг тогтооход эзлэхүүн жин $674,5 \pm 6,8$ гр, 1000 ширхэг үрийн жин $1,24 \pm 0,09$ гр байв. Шинээр зохион бүтээсэн ховил бүхий дискэн үрлэх аппаратыг лабораторийн төхөөрөмж болох туузан дамжуулгатай СЗП-3.6 үрлүүрийн хэсэгт угсарч катушкын эргэлтийн давтамж, дискний шүдний өндрийг $h = (1,2,3)$ мм байхаар өөрчлөн хэмжилтийг шүд тус бүр дээр 5 давталттай 15 удаагийн хэмжилт авч явуулж үр дүнг STATISTICA програмаар боловсруулав. Оновчлолын үр дүнгээр катушкын шүдний өндөр 2 мм, эргэлтийн давтамж $n=13$ эрг/мин байхад катушкаар хамагдаж гарах үрийн хэмжээ $m=3,75$ гр байх зохистой параметрууд тогтоогдсон.

Түлхүүр үг: үрийн физик-механикийн шинж, ховил бүхий дискэн үрлэх аппарат, үрийн хоолой, үр чиглүүлэгч

ОРШИЛ

Тариалангийн тухай хууль, Монгол Улсын Засгийн газраас газар тариалангийн талаар гаргасан бодлогын баримт бичигт сэлгээний таримлын тоог нэмэгдүүлэх, цулгүй уриншийн эзлэх хувийг багасгахаар заасны дагуу жижиг үрт ашигт тариамлыг тариалах механикжсан технологи боловсруулах шинжлэх ухаан технологийн төслийг хэрэгжүүлэх судалгааны хүрээнд энэхүү ажлыг явуулж, жижиг үрт камелина сативагийн үрийг тариалах өвөрмөц хийцтэй үрлэх аппаратын хийц- технологийн судалгааг хийлээ. Дэлхийн улс орнуудын эрдэм шинжилгээний хүрээлэнгүүд хийн болон механик үрлэх аппаратын талаар харьцуулсан судалгааг хийж үйлдвэрлэлт нэвтрүүлэхдээ улаанбуудай, эрдэнэ шиш, рапс, болон түгээмэл тариалагддаг тарималууд дээр анхаарлаа голчлон хандуулсан байдаг [1, 4]. Жижиг үрт таримлын үрийг тарихад зориулагдсан AMAZON D9-40, SZT-5.4 ASTRA 5.4T, Metro Mega 1200, ZS-4.2, RITM SZ-6, John Deere 455, DIRETTA GASRARDO, Focus 6TD HORSCH, Flexi-Coil ST 820, Seed Hawk зэрэг үрлүүрүүд байна [4]. Эдгээр үрлүүрүүд нь камелина сативаг тариалахад зориулсан үрлэх

аппарат байхгүй бөгөөд нийтлэг (рапс, царгас, гич, гүрмэг г.м) жижиг үрт таримал тарихад зориулсан байдаг.

Жижиг үрт тосны ургамлыг тариалах, хураах ажлын технологийн үйлдэл дотроос хамгийн чухал нь үрлэх машинаар үрийг хөрсөнд жигд суулгах явдал юм. Тухайн ургамлыг тариалах зориулалттай үрлүүр нь тарималын үрийг талбайд жигд тараан, эгнээний уртын дагуух тархалт жигд байх, тарих үеийн үрийн гэмтэл, бяцралт нэн бага байх, үр суулгах технологийн ажиллагаа жигд тогтвортой байдлыг хангасан байх, үрийн норм нэн бага зарцуулдаг байх зэрэг шаардлагыг хангах ёстой [5]. Тиймээс, жижиг үрт тосны ургамлын үрийг суулгах зориулалттай үрлүүрийн үр хуваарилах аппаратын хийцийг боловсруулж, технологийн параметруудийг нь оновчлох онолын үндэслэлийг боловсруулах зорилт тавьсан.

Үрлүүрийн хийц параметрыг үндэслэхэд үрийн физик-механикийн шинж болох үрийн материалын гадаад үрэлтийн өнцөг, овоологдох өнцөг, эзлэхүүн жин, үнэмлэхүй (1000 үрийн) жин, үрийн бяцралт зэрэг үзүүлэлтүүд нь үрлүүрийн

үрийн хайрцаг савны багтаамж, үр ямар гадаргуу дээгүүр амархан гулсаж шилжих байдлыг тодорхойлов. Мөн үрийн геометрын хэмжээ (урт, зузаан, өргөн), ховил бүхий диск хэлбэрийн катушкын шүдний өндөр, шүд хоорондын

налуугийн өнцөг, шүд хоорондын эзлэхүүнийг туршилтаар тодорхойлж баталгаажуулахад эдгээр үрийн параметрийн үзүүлэлтүүд чухал ач холбогдолтой эх өгөгдөл болох юм.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Камелина сативаг тариалах машины үрлэх апаратын хийцийн параметр болон технологи ажиллагаанд нөлөө үзүүлэх үрийн технологийн зарим шинж чанар болох

1. Үрийн геометрийн хэмжээ (урт, өргөн, зузаан)
2. Үрийн бяцралт
3. Үрийн дотоод болон гадаад үрэлтийн илтгэлцүүр
4. Үрийн эзлэхүүн жин болон үнэмлэхүй жин
5. Ховил бүхий дискэн үрлэх аппараттай үрлүүрийн үрийн хоолой болон сошникоор, гарах үрийн хэмжээ тархалт зэрэг үзүүлэлтүүдийг лабораторын төхөөрөмж, багаж ашиглан тодорхойлов.

Камелина сативагийн үрийн технологийн шинж чанар, шинээр хийсэн катушкан үрлэх аппаратны нэг бүтэн эргэхэд гарах үр үрлүүрийн сошникоор гарах үрийн хөндлөн тархалтыг лабораторийн

төхөөрөмж дээр тус бүр 10 удаагийн хэмжилт хийв [1,2].

Судалгаа хэмжилтийн утгыг шинжлэх, параметрийн өөрчлөлтийн тархалтын хуулийг тодорхойлохын тулд тухайн үзүүлэлтийн тархалтын гистограммыг байгуулж, тархалтын ямар хуульд захирагдаж буйг урьдчилан таамаглаж, судалгаа, хэмжилтийн үзүүлэлтийн тоон утгын математик дундаж, дисперсийг тодорхойлж, сонгосон тархалтын хуулиар тэгшитгэхэд инженерийн тооцооны MATLAB програм ашиглав.

Лабораторийн туршилтыг ХААМашины онолын лабораторид явуулж камелина сативагийн үрийн параметр, үрийн материалын гадаад, дотоод үрэлтийн өнцөг, 1000 үрийн жин, үрийн овоолгодох өнцөг, бяцралтын хүчийг тодорхойлон гаргав.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Үрийн геометрийн хэмжээг нийт 50 үрийн урт өргөн зузаан гэсэн хэмжээг авч тархалтын зүй тогтлыг тодорхойлж, дисперс, дундаж квадрат

хазайлт, Хамгийн бага болон их утгыг тодорхойлов (Зураг 1).

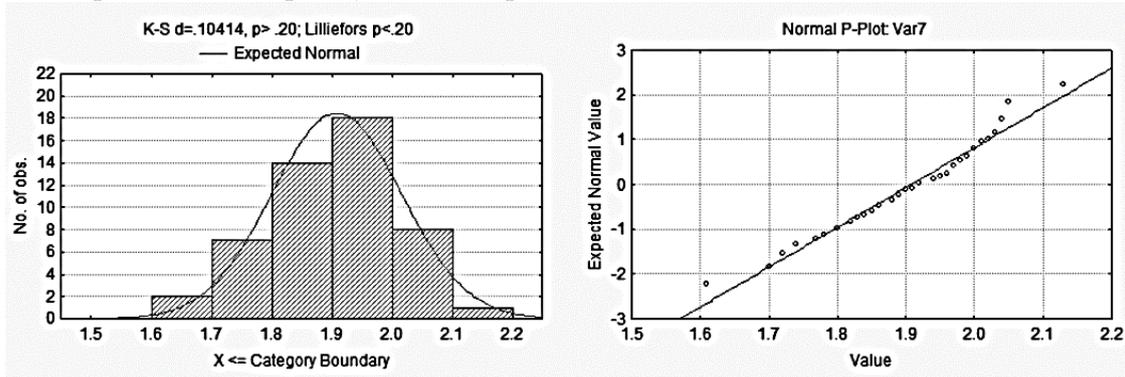


Figure 1. Length of Kamelina sativa seeds (L)

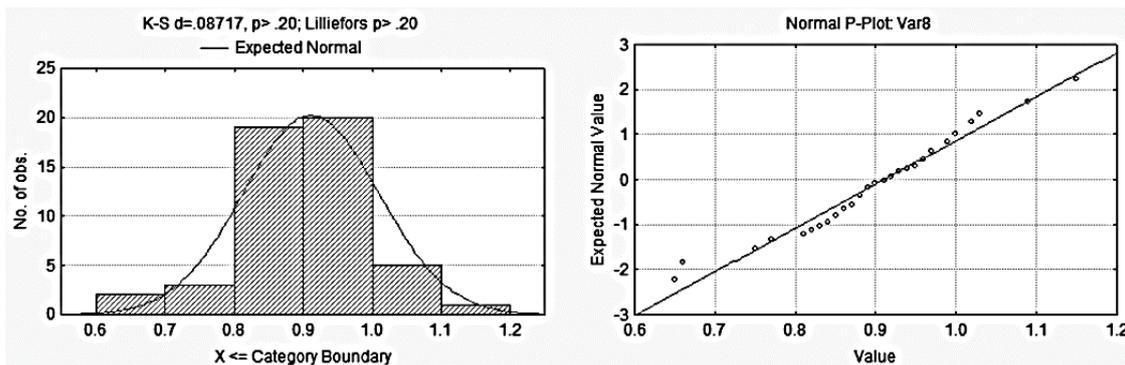


Figure 2. Thickness of Kamelina sativa seeds (b)

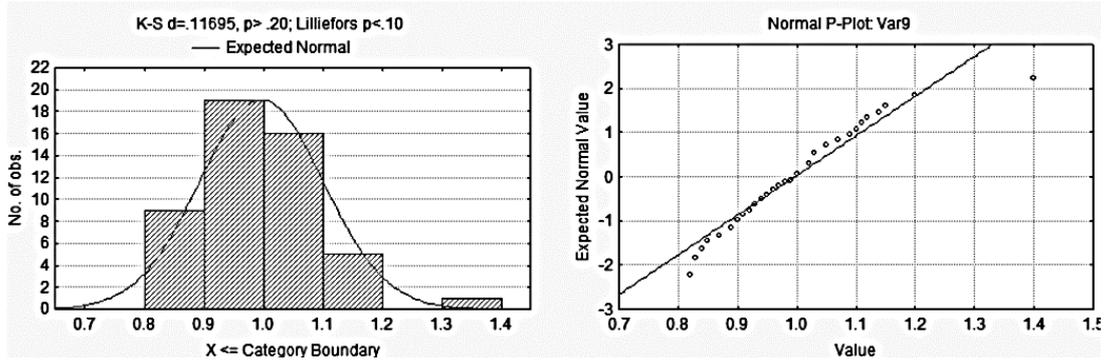


Figure 3. Width of Kamelina sativa seeds (h)

Компьютерийн STATSTICA программыг ашиглан гарган авсан загварын нийцтэй байдлыг Колмогоров-Смирновын D_n - шалгуураар шалгасан бөгөөд шалгуурын тооцооны утгыг дараах байдлаар тодорхойллоо. Эндээс үрийн урт $50,0,05=\lambda\sqrt{n}=1.35810\sqrt{50}=0.192 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг

хангаж 0.104 , үрийн зузаан $n=50$ байхад $50,0,05=0.192 D_{n,\alpha} > D_n=0.087$, үрийн өргөн $n=50$ байхад $50,0,05=0.192 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг хангаж 0.116 тус тус байгаа учраас хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж байгаа нь батлагдаж байна.

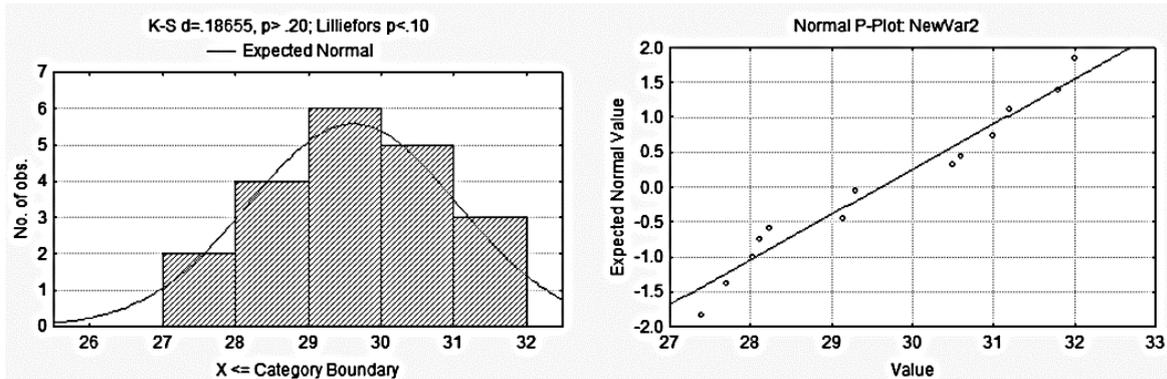


Figure 4. The external friction angle of the seed

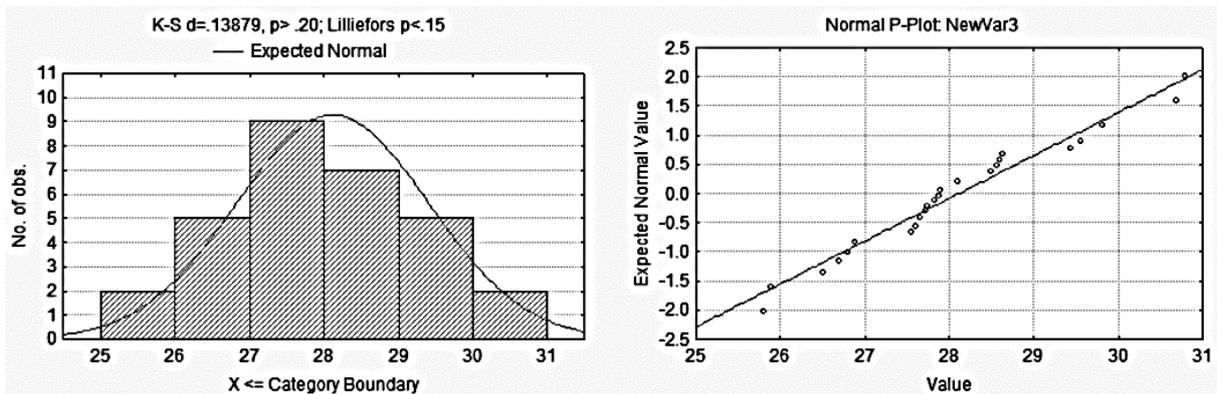


Figure 5. Seed heap angle

Эндээс үрийн гадаад үрэлтнау өнцөг $20,0,05=0.294 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг хангаж 0.186 , үрийн овоологдох өнцөг $20,0,05=0.294 D_{n,\alpha} > D_n=0.138$ байгаа учраас хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж байгаа нь батлагдаж байна.

Гадаад үрэлтийн өнцгийг ган гадаргуу дээр туршилтаар тодорхойлон гаргахад камелина сативагийн үр ган гадаргуу дээгүүр гулсах өнцөг нь $\varphi = 29.6^{\circ} \pm 1.59^{\circ}$ байв. Мөн овоологдох өнцгийг хэмжээ нь $\alpha = 28,1^{\circ} \mp 1.5$ град байна.

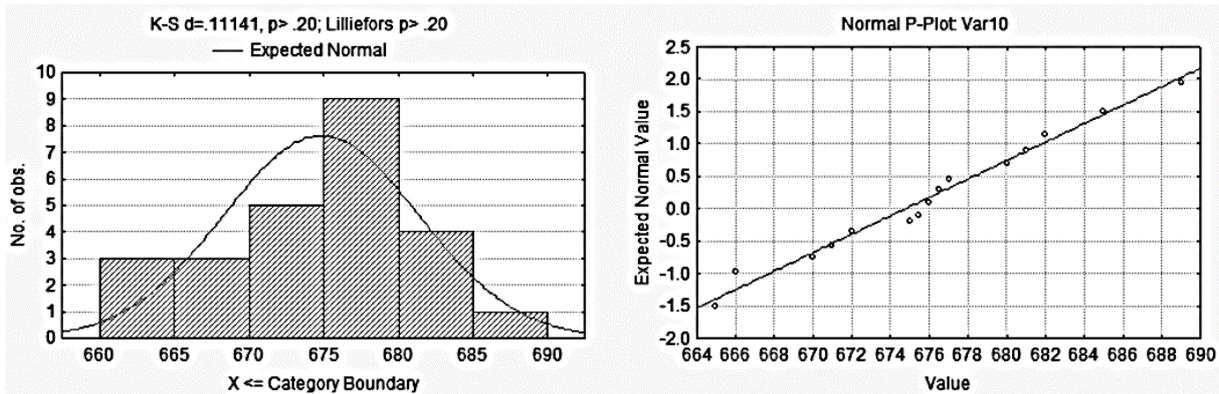


Figure 6. Range of change in seed volume weight

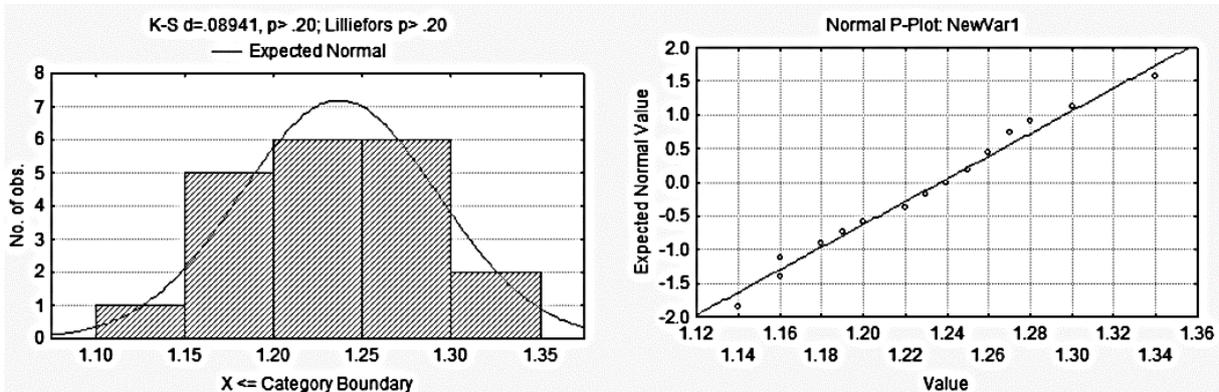
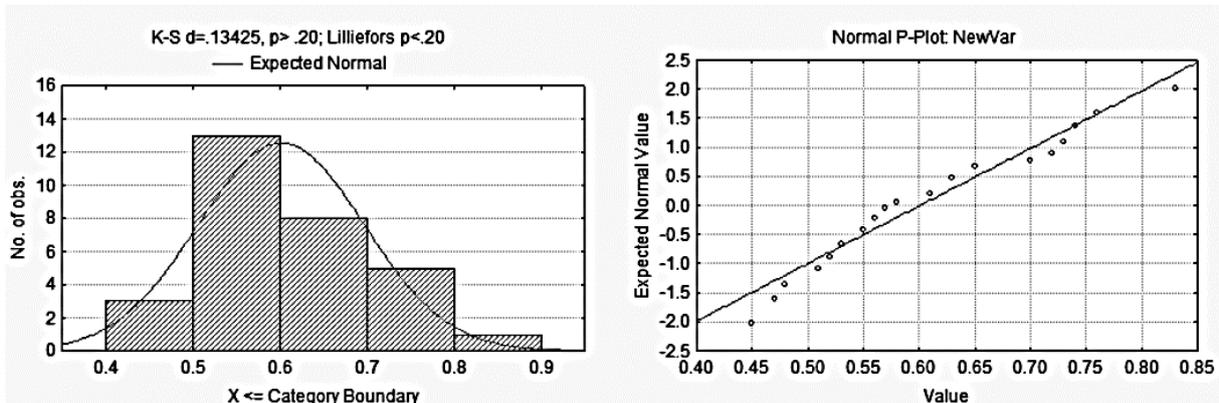


Figure 7. 1000 seed weight change range

Эндээс үрийн эзлэхүүн жин $30,0,05=0.240 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг хангаж 0.111, үрийн 1000 үрийн жин $30,0,05=0.240 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг хангаж 0.089 байгаа учраас хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж байгаа нь батлагдаж байна. Үрийн эзлэхүүн жинг лабораторийн нөхцөлд ПХ-1 багажаар тодорхойлсон бөгөөд дундаж утга болон квадрат хазайлт нь $\gamma = 674,51 \pm 6.86$ гр/см³ байв. Үрийн үнэмлэхүй жин буюу 1000 ширхэг үрийн жингийн математик дундаж нь $m_{1000} = 1,24 \pm 0.09$ гр байна. Үрийн эзлэхүүн жингийн болон 1000 үрийн жингийн статистик

өгөгдлөөр байгуулсан муруйн хэлбэр нь хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж болохыг харуулж байгаа бөгөөд судлаач Д.О.Долженко, А.А.Смирнов. [3] нарын тодорхойлсноор олон янзын сортын камелина сативагийн 1000 үрийн жин нь $m_{1000} = 0.8-1.8$ грамм байгаа байгаа ба бидний тодорхойлсон дундаж утга ч үүнтэй тохирч байна. Камелина сативагийн үрийн шахагдаж бяцрах хүчийг лабораторийн нөхцөлд (GWJ-2 маркийн багажаар) хэмжиж, үр дүнд математик статистик боловсруулалт хийсэн дүнг зураг 4-өөр үзүүлэв.



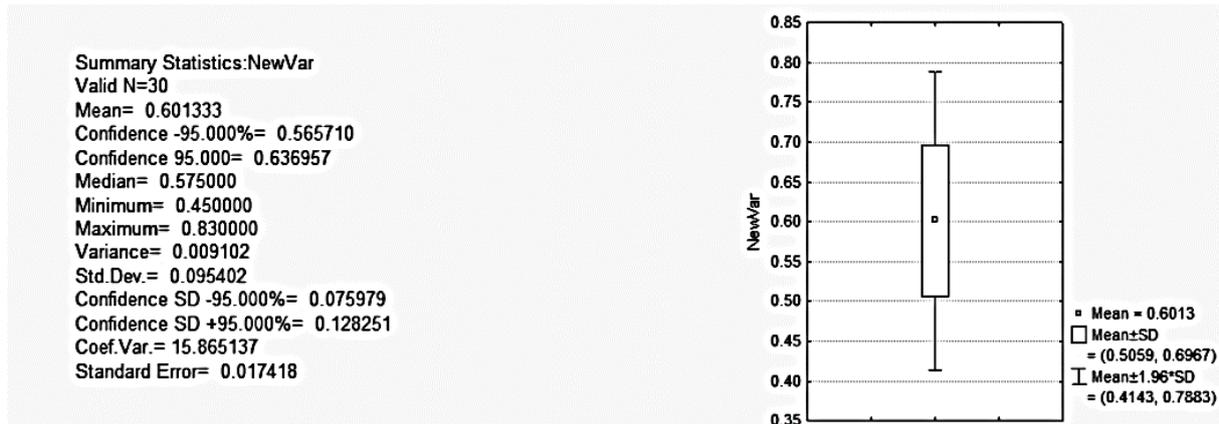


Figure 8. The strength for crushing seeds

Эндээс үрийн гадаад үрэлтийн илтгэлцүүр $30,0,05=0.240 D_{n,\alpha} > D_n$ нөхлийг хангаж 0.134 байгаа учираас хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж байгаа нь батлагдаж байна.

Камелина сативагийн үрийн бяцралтын хүчний математик дундаж утга нь $p_6 = 0.601$ кг, дундаж квадрат хазайлт $\sigma_x = \pm 0.095$ кг байна.

Лабораторийн туршилтаар манай орны газар тариаланд шинээр нэвтрүүлж болох ашигт таримал камелина сативагийн зарим технологийн шинжүүд болох үрийн геометрийн хэмжээ, үрийн эзлэхүүн жин, үрийн үнэмлэхүй жин, гадаад дотоод үрэлт зэргийг тодорхойлж зарим

судлаачын [7] үр дүнтэй харьцуулж үзлээ. Туршилтаар тодорхойлсон физик механик шинж чанараас нь хамааруулан ховил бүхий дискэн үрлэх аппаратыг зохион бүтээв.

Зориулалтын үрлэх аппаратаар тоногдсон төхөөрөмжийг ашигласнаар нийт үрийн тархалтын жигд биш байдлыг 2.4% хүртэл бууруулах, эгнээний уртын дагуу жижиг үрт тосны ургамлын жигд бус тархалтыг 34.8% хүртэл, үрийн бяцралт гэмтлийг 0.23% хүртэл, ногоон массын ургацыг 22% хүртэл, үрийн ургацыг 24% хүртэл нэмэгдүүлэх боломжтой болохыг “Судлаач Jin Minfeng [8] тодорхойлсон байдаг.

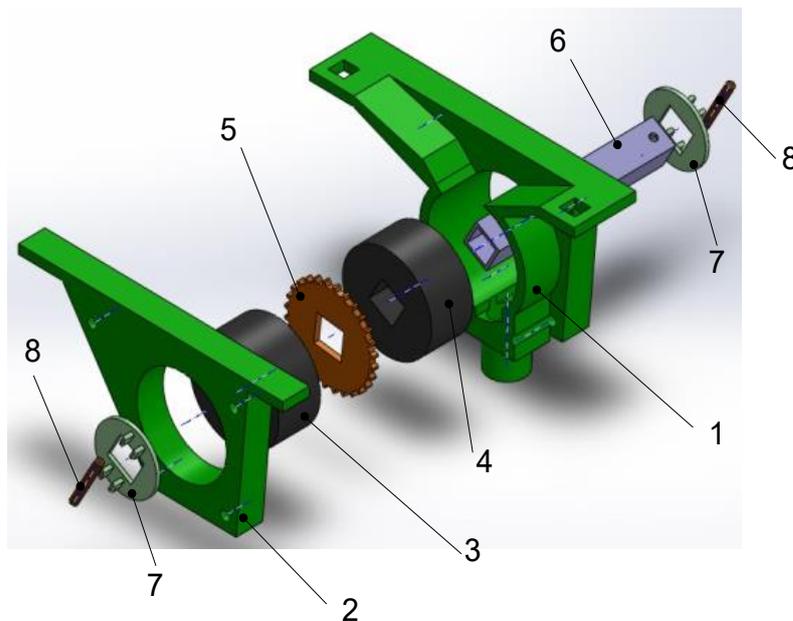


Figure 9. General view of a disk-shaped seed meter splicing suction unit with small seeding grooves
 1, 2- seed meter housing; 3,4- spacer rollers; 5- disk with seed grooves; 6- square shaft; 7-lock dick, 8- cotter pin

Жижиг үрт тосны ургамлын үрийг тарих, ховил бүхий диск хэлбэрийн катушкан үрлэх аппаратаар хамагдаж гарах үрийн хэмжээг оновчтой тогтоохын тулд дискний шүдний өндөр, катушкын эргэлтийн давтамжаас хамаарсан функцийг $m = f(n, h) \rightarrow q_{opt} (5 - 13)$ кг/га оновчлолын бодлогыг бодож зохицолдоот шийдийг дараах байдлаар гаргав. Оновчлолын үр дүнгээс харахад катушкын шүдний өндөр 2 мм, эргэлтийн давтамж $n=13$ эрг/мин байхад

катушикаар хамагдаж гарах үрийн хэмжээ $m=3.75$ гр байх тохиолдолд нь оновчтой болох зохцолдоот шийд гарсан болно. Шүдтэй диск хэлбэрийн катушкан үрлэх аппаратын үндсэн үзүүлэлтийг h болон n -ийн өөрчлөлтийн бодит хязгаар дотор тодорхойлж үр дүнг 6-р зурагт нэгтгэн үзүүлэв.

Энэхүү хамааралыг харуулсан математик загвар нь дараах байдалтай байна.

$$m_{\text{gramm}} = -5.00 + 0.51n_{\text{rpm}} + 1.928h_{\text{mm}} - 0.0133n_{\text{rpm}}^2 + 0.035n_{\text{rpm}}h_{\text{mm}} - 0.0133h_{\text{mm}}^2$$

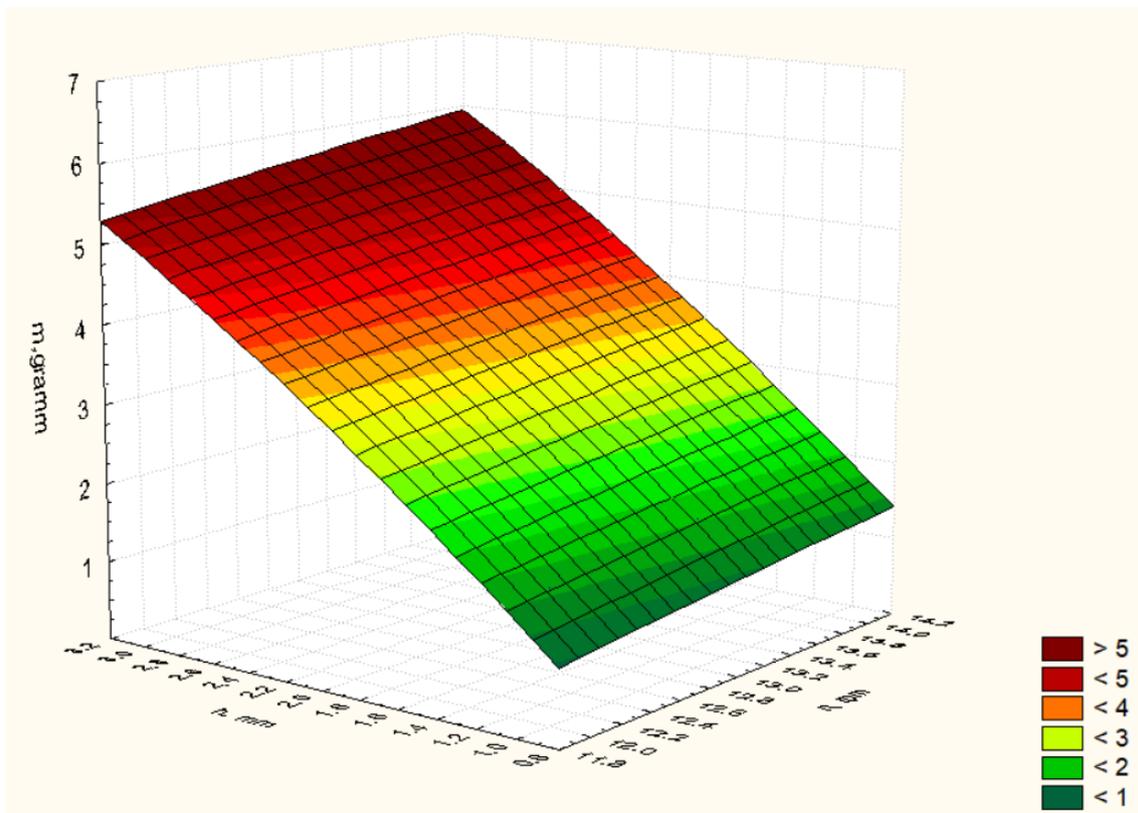


Figure 10. A graph describing the optimal size of a seed metering

Гурван төрлийн үр дамжуулах хоолой дээр туршилт хийж үрлүүрт тавих хоолойны сонголт хийв. Туршилтын үр дүнгээс үзэхэд ган болон хуванцар үрийн хоолойгоор жижиг үрт камелина сативаг үрлэхэд үр нь шууд унаж байгаа учир үрийн нормын хэлбэлзэл бага байна. Харин гармошкин үрийн хоолойд жижиг үрүүд тээглэн унахад саадтай байгаа учир үрийн нормын хэлбэлзэл их байсан. СЗП-3,6 үрлүүр нь цант

сошниктой бөгөөд жижиг үрт таримал үрлэхэд сошникны үр хаях хэсэгт жижиг үрүүд цохигдон эмх замбараагүй унаж байсан учир үрийн тэжээлийн талбайг жигдлэх зорилгоор үр чиглүүлэгчийг нэмэлтээр хийв. Уг нэмэлт тоноглол нь цант сошникны гэрэнд хамт бэхлэгдэх учир үрийн хоолой сугарахгүй, бөглөрөхгүй сааталгүй ажиллах нөхцөл боломж бүрдэнэ.



Figure 11. Additional accessories to double disk furrow openers of drill SZP-3.6.

ДУГНЭЛТ

- Лабораторийн туршилтаар $\delta = 29.6^0 \pm 1.59^0$, $\alpha = 28,1^0 \mp 1.5$, $m_{1000} = 1,24 \pm 0.09$ гр, $\gamma = 674,51 \pm 6.86$ гр/см³, $l = 1,9 \pm 0,01$ мм, $\delta = 0,91 \pm 0,01$ мм, $b = 1,0 \pm 0,01$ мм, $p_6 = 0.601 \pm 0.095$ кг байгаа тоон үзүүлэлт нь агротехникийн шаардлагыг бүрэн хангаж байгаа бөгөөд үрлүүрийн үрлэх аппаратыг өөрчлөн шинээр зохион бүтээх эх өгөгдөл болж байна.
- Өөрчлөн тоногдсон шүдтэй диск бүхий катушкан үрлэх аппаратын катушкын эргэлтээр гарах үрийн хэмжээг оновчлоход катушкын шүдний өндөр $h=2$ мм, эргэлтийн давтамж $n=13$ эрг/мин байхад катушкаар хамагдаж гарах үрийн хэмжээ $m=3,75$ гр байх тохиолдол нь оновчтой шийд болж байна.
- Ховил бүхий дискэн үрлэх аппараттай үрлүүрийн гурван төрлийн үрийн хоолойгоор үр унах төлөвийг харьцуулан тодорхойлоход хуванцар хоолойгоор гарах үрийн хэмжээ нь 4,17 гр байгаа нь үрийн хоолойд үр тээглэн үлдэх магадлал нэн бага байлаа.
- Сошникын үр чиглүүлэгчийг үрийн тэжээлийн талбайг жигдлэх зорилгоор нэмэлтээр хийж лабораторийн туршилтаар ховил бүхий дискэн үрлэх аппараттай үрлүүрийн үрийн сошникоор гарах үрийн тархалтыг тодорхойлов.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- Ч.Бямбадорж. Хөдөө аж ахуйн машины онолын үндэс. Улаанбаатар. 2004.
- Л.Даваадорж, Ч.Бямбадорж, Т.Должинсүрэн. Хөдөө аж ахуйн машины онолын үндэс. Лабораторын ажлын арга зүйн эмхэтгэл. Улаанбаатар. ХААИС. х.30-35. 2012
- Д. Должинко. Основы технологии возделывания рыжика посевного, Пенза : – 32 с., 2013.
- В. Овчинников, Повышение эффективности машин для посева мелкосеменных культур, Саранск: МГУ им. Огарева, 2013 – 104 с.
- Ю. С. Н. Исаев, “Движение семян в высевальном устройстве,” *Международный журнал экспериментального образования.*, б. 3, pp. с 27-28, 2016.
- К. З. Кухмазов, Результаты исследований экспериментального сошника. *ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, Россия.*, б. 4(45), pp. 164-169, 2017.
- “The Moisture Content Effect on Some Physical and Mechanical Properties of Corn (Sc 704),” *Journal of Agricultural Science*, б. 2, %1-ийн д.д.ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760, pp. 125-134, Des, 2010.
- D. J. Binfeng, “Optimal Structure Design and Performance Tests of Seed metering Device with Fluted Rollers for Precision Wheat Seeding Machine,” *Elsevier, ScienceDirect*, Ботиуд. %2-ын %151-71, pp. 509-514, 2018.

The results of laboratory tests of the physical and mechanical properties of camelina sativa and the mode of operation of the newly designed seed metering

Erdenedalai Jantsanpurev, Munkhbat Bazarjav^{*}, Mungun Jargalsaikhan, Lkhagvasuren Luvsan

School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

^{*}Corresponding author: munkhbat.b@muls.edu.mn

ABSTRACT

The physico-mechanical properties of the seeds of the small-seeded plant, camelina sativa, were determined. The groove disc-shaped seed metering designed to depend on the physical and mechanical properties of the seed. The seed volume weight 674.5 ± 6.8 g, the absolute seed weight was 1.24 ± 0.09 g. The newly invented groove disc-shaped seed metering was tested on the laboratory device where mounted SZP-3.6 with conveyor belt and while customized speed of the metering shaft and of the tooth height, with a total number of 15 measurements on each tooth. The test results were processed by STATISTICA. It suggested the highest quality of feed index by modified toothed seed disk to be $m= 3.75$ gr at disk tooth height of $h=2$ mm, and disk speed at $n=13$ r/min.

Key words: physico-mechanical properties of the seeds, groove disc-shaped seed metering, seed tube, seed router