



## Тэжээл холигч (tmr) машины ашиглалтын үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон дүн

Ц.Солонго<sup>1</sup>, Д.Баатархүү<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>-Ажил мэргэжлийн сургууль, Шилийн гол аймаг ӨМӨЗО, БНХАУ

<sup>2</sup>-Инженер, технологийн сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

\*Холбоо барих хаяг: elec\_eng@muls.edu.mn

### ХУРААНГУЙ

*Хятад улсын сүү үйлдвэрлэлийн гол бааз болсон Шилийн гол аймгийн сүү үхрийн чиглэлийн фермүүд тасралтгүй нэмэгдэж байна. Сүүний үйлдвэрлэл өндөр хөгжсөн орнууд тэжээл холигч (TMR) машиныг ашиглаж саалийн үхрийн сүүний гарцыг нэмэгдүүлж, үр ашгаа дээшлүүлж байна. Хятад улс бодлогоор дэмжин, нөхөн олговор олгох замаар тус машин технологийг өргөн нэвтрүүлж байна. Тус өгүүлэлд Өвөр Монголын Шилийн гол аймгийн Хун Юан үхэрийн ферм дэх тэжээл холигч (TMR) машин дээр туршилт хийж холимог тэжээлийн уртын хэмжээ, нунтагын түвшин, холимогийн төрөлийн зэргийг машины үндсэн параметруудээс хамааруулан тодорхойллоо.*

**ТҮЛХҮҮР ҮГ:** Судалгааны арга зүй

### ОРШИЛ

Өвөрмонгол нь Хятадын сүүний үйлдвэрлэлийн дийлэнх хувийг үйлдвэрлэдэг бүс нутаг юм. Хятад улсын сүүний үйлдвэрлэл хурдтай өсөн нэмэгдэж байгаа боловч нэг хүнд ноогдох сүүний эзлэх хэмжээгээрээ дэлхийн дундажаас 3 дахин бага байна [3]. Сүү үйлдвэрлэлийн хэмжээг өсгөхөд сүүний үүлдрийн үхрийн тоо толгойг нэмэгдүүлэх, чанарыг сайжруулах нь чухал боловч, үхрийг тэжээх арга их чухал нөлөөтэй. Өнөөдөр тус улсад малыг өвс болон бусад тэжээлээр тус тусад нь тэжээх арга өргөн хэрэглэж байна. Энэ арга нь хуурай өвснөөс хаягдал их гардаг, үхрийн хоол боловсруулалт ба бодисын солилцооний динамик тэнцвэрийг алдагдуулдаг, эрчимжүүлсэн аж ахуйн нөхцөлд тохиромж муутай байна [3]. Тэжээл холигч (TMR) машиныг ашигласнаар дээрх дутагдлуудыг арилгаж тэжээлийн чанарыг дээшлүүлж болно. Сүүний үйлдвэрлэл өндөр хөгжсөн

орнууд болох Америк, Канад, Нидерланд, Итали зэрэг улсуудад TMR машиныг өргөнөөр ашиглаж байна. Азийн орнуудаас Солонгос, Японд TMR технологийг өргөн ашиглаж байгаа ба нийт сүүний чиглэлийн үхрийн фермийн 50% гаруй нь энэхүү машиныг ашигласнаар сэтгэл хангалуун үр дүнд хүрсэн байна [4]. Хятадын Бээжин, Шанхай, Гуанжү зэрэг газруудад энэ машиныг өргөнөөр ашиглаж байна. Жишээ нь Шанхайд нэг үнээний сүүний гарц тасралтгүй нэмэгдэж жилд дундаар 8000-9000кг болсон ба энэхүү технологи нь уламжлалт аргаар хооллосноос илүү үр дүнтэй болох нь харагдаж байна. Шилийн гол аймаг нь Хятад улсын мал аж ахуйн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийн чухал түшиц газрын нэг юм. Иймээс Хятад улсын засгийн газраас Шилийн гол аймгийн ХАА-н салбарын хөгжилтийг түргэтгэх зорилгоор 2013-2017 онын хооронд механикжсан үхрийн ферм 200, хонины ферм 164-ийг байгуулан ашиглалтад оруулаад байна. 2012 оноос эхлэн холимог тэжээл

бэлтгэх машинд улсын нөхөн олговор олгохоор болсон бөгөөд нөхөн олговрын хэмжээг 50%-д хүргэсэн. Гэсэн хэдий ч Шилийн гол аймгийн холимог тэжээл бэлтгэх автомат машины хэрэглээ төдийлөн их биш байгаагийн гол шалтгаан нь үнэ ханш өндөр, мөн тэжээл холих үеийн технологийн параметруудийн оновчтой хэмжээг тогтоож өгөөгүйгээс болж байна гэж үзэж байна. Иймээс Шилийн гол аймгийн өвс ургамлын онцлог, холимог тэжээл бэлтгэхэд орж байгаа

бүдүүн тэжээл, хүчит тэжээл, нэмэлт тэжээлийн онцлогоос хамааруулан малын тэжээл холих (TMR) машины ашиглалтын үеийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг оновчлох нь илүү чухал байна. Тус судалгааны ажлаар тэжээлийн уртын хэмжээ, нунтагын түвшин, холимогийн төрөлшлийн зэргийг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлж, технологи ажиллагааг илэрхийлэх математик загварыг гаргах зорилго тавьлаа.

## СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

Сүүний үнээний фермийн холимог тэжээл бэлтгэж өгөх орчын жорыг дараах хүснэгтээр харууллаа.

Хүснэгт 1

| Холимог тэжээлийн найрлага |                              |               |
|----------------------------|------------------------------|---------------|
| №                          | Тэжээлийн найрлага           | Эзлэх хувь(%) |
| 1                          | Өвс                          | 2.10          |
| 2                          | Хошингорын дарш              | 16.80         |
| 3                          | Дарш                         | 25.20         |
| 4                          | Овьёос                       | 2.94          |
| 5                          | Хөвөнгийн үр                 | 3.80          |
| 6                          | Чихрийн манжингийн багсармал | 3.15          |
| 7                          | Эрдэнэ шишийн тасалбар       | 6.30          |
| 8                          | Эрдэнэ шишийн гурил          | 25.20         |
| 9                          | Өөх тосны хүчил кальци       | 1.04          |
| 10                         | Эсэлдүүлэгчийн эсрэг бодис   | 0.04          |
| 11                         | Нунтаг давс                  | 0.83          |
| 12                         | Ус                           | 12.6          |

### Зоо техникийн шаардлага

- ✓ Холих даршны чийг нь 78 % орчим ,өвсний чийг нь 30%, эрдэнэ шишийн гурилын чийг нь 14% байх.
- ✓ Хэрчсэн өвсний дундаж урт нь <40 мм-ээс бага байх.
- ✓ Холих гэж байгаа даршны нэмэгдэл тэжээлийн ширхэгийн урт нь 3-5мм байх бөгөөд 40мм-ээс дээш урттай хэсгийн эзлэх хэмжээ 15%-20% байх.
- ✓ Нэг удаа шүршэх усны хэмжээ нь 210кг байх.

### Техникийн шаардлага

- ✓ Төхөөрөмжийн холих багажийн хутга элэгдээгүй байх, бүрэн байх (n=8)
- ✓ Үндсэн болон туслах шнекийн ороодос элэгдээгүй байх.
- ✓ Холих машины бункерийг тэжээлийн холимогоор дүүргэх илтгэлцүүр ( $\eta=80\%$ ) байх.
- ✓ Холих төхөөрөмжид тэжээлийг нэмэхдээ эхлээд хуурай тэжээл дараа нь нойтон тэжээлийг бүдүүн тэжээл хүчит тэжээл гэсэн ерөнхий дарааллаар нэмж өгөх.



1-р зураг. Зорилгын функцын загвар

Үүнд:

- $x_1$  – Эргэлтийн давтамж
- $x_2$  – Холих хугацаа
- $x_3$  – Хольсон тэжээлийн чийг
- $z_1$  – Даршны чийг
- $z_2$  – Сүрэл(өвс) – ний чийг
- $z_3$  – Нэмэлт тэжээлийн чийг
- $Q_1$  – Тэжээлийн бохирдол

- $Q_2$  – Даршны чанар
- $y_1$  – Вариацийн илтгэлцүүр, %
- $y_2$  – Тэжээлийн зохимжтой ургын хувь, %
- $y_3$  – Тэжээлийн нунтагын түвшний, %
- $y_1 = f(x_1, x_2, x_3) < 10\%$
- $y_2 = f(x_1, x_2, x_3) > 80\%$
- $y_3 = f(x_1, x_2, x_3) < 30\%$

Дээрх у үзүүлэлтүүдийг илэрхийлэх хүчин зүйлүүдийн түвшинг зөвхөн  $X_{i\partial\text{ээд}}$ ,  $X_{i\partial\text{оод}}$  утгаар биш 3 ба 5 түвшинд өөрчилөн Боксын төлөвлөлт буюу Пэрэмбийн ротатабель төлөвлөлтийг хэрэглэж тодорхойлно.

Оролтын хүчин зүйлүүдийн нөлөөлөх утгыг хүснэг 2-т харуулсан шиг 5 түвшинд авна. Гурван хүчин зүйлт туршилтын хоёрдугаар эрэмбийн ререссийн тэгшитгэлийн загварыг гаргаж оновчтой утгуудыг тодорхойлно.

Хүснэгт 2

| Нөлөөлөх хүчин зүйлүүд                          | Туршилтын нөхцөл                          |    |    |    |        | $J_i$ |
|---|---|----|----|----|--------|-------|
|   | Нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн өөрчлөгдөх утга |    |    |    |        |       |
|   | -1.682                                    | -1 | 0  | +1 | +1.682 |       |
| Шнекийн голын эргэлтийн давтамж $X_1$ , эрг/мин | 16  | 19 | 24 | 29 | 32     | 5     |
| Хольж боловсруулах хугацаа $X_2$ , минут        | 3   | 6  | 11 | 16 | 19     | 5     |
| Хольсон тэжээлийн чийгийн хэмжээ $X_3$ , %      | 36.6                                      | 40 | 45 | 50 | 53.4   | 5     |

### СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Судалгааны ажлыг Өвөр Монголын Шилийн гол аймгийн Хун Юан үхэрийн ферм дээр гүйцэтгэлээ. Тус ферм нь 2005 оны 3-р сарын 28-нд байгуулагдсан, сүүний чиглэлийн 700 гаруй, махны чиглэлийн 1200 гаруй үхэртэй,

Шилийн гол аймгийн тэргүүлэх аж ахуйн нэгүүдийн нэг юм. 2016 оны 7-р сараас 2018 оны 7-р хүртэл тус фермд, 80 гаруй туршилт тавьж, хэмжилтийн өгөгдөл цуглуулах ажлыг явуулж үр дүнг хүснэгт 3-т нэгтгэн харууллаа.



2-р зураг. Хун Юан үхэрийн ферм

Тэжээл холих машиныг эргэлтийн давтамж, тэжээлийн хэмжээ, тэжээлийн төрөшлийн холих хугацаа, чийгийн хэмжээнээс зэргийг тодорхойллоо. хамааруулан нунтагын түвшин, зохимжит

Хүснэгт 3

| Туршилт, хэмжилтийн үр дүн |                   |               |               |                             |       |       |                |       |       |
|----------------------------|-------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| u                          | Стандартын матриц |               |               | Ажлын матриц                |       |       | Гарах үзүүлэлт |       |       |
|                            | Хүчин зүйлүүд     |               |               | Хүчин зүйлүүдийн бодит утга |       |       |                |       |       |
|                            | $x_1$             | $x_2$         | $x_3$         | $X_1$                       | $X_2$ | $X_3$ | $y_1$          | $y_2$ | $y_3$ |
| 1                          | -                 | -             | -             | 19                          | 6     | 40    | 32.20          | 64.79 | 13.56 |
| 2                          | +                 | -             | -             | 29                          | 6     | 40    | 29.04          | 69.17 | 19.17 |
| 3                          | -                 | +             | -             | 19                          | 16    | 40    | 31.49          | 68.01 | 17.23 |
| 4                          | +                 | +             | -             | 29                          | 16    | 40    | 27.07          | 79.13 | 23.92 |
| 5                          | -                 | -             | +             | 19                          | 6     | 50    | 33.56          | 61.46 | 14.78 |
| 6                          | +                 | -             | +             | 29                          | 6     | 50    | 29.01          | 67.24 | 24.01 |
| 7                          | -                 | +             | +             | 19                          | 16    | 50    | 32.68          | 67.12 | 26.12 |
| 8                          | +                 | +             | +             | 29                          | 16    | 50    | 27.19          | 74.35 | 31.89 |
| 9                          | <b>-1.682</b>     | 0             | 0             | 16                          | 11    | 45    | 31.64          | 67.96 | 16.02 |
| 10                         | <b>+1.682</b>     | 0             | 0             | 32                          | 11    | 45    | 28.21          | 84.27 | 29.13 |
| 11                         | 0                 | <b>-1.682</b> | 0             | 24                          | 3     | 45    | 33.66          | 67.24 | 19.06 |
| 12                         | 0                 | <b>+1.682</b> | 0             | 24                          | 19    | 45    | 28.10          | 83.75 | 30.34 |
| 13                         | 0                 | 0             | <b>-1.682</b> | 24                          | 11    | 36.6  | 29.20          | 73.72 | 19.12 |
| 14                         | 0                 | 0             | <b>+1.682</b> | 24                          | 11    | 54.4  | 26.65          | 67.28 | 29.24 |
| 15                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 28.05          | 58.83 | 19.97 |
| 16                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 23.93          | 70.86 | 27.03 |
| 17                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 16.22          | 71.54 | 22.63 |
| 18                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 18.77          | 72.25 | 20.73 |
| 19                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 19.75          | 74.18 | 20.12 |
| 20                         | 0                 | 0             | 0             | 24                          | 11    | 45    | 17.70          | 75.81 | 21.39 |

Дээрх хүснэгтээр харуулсан хүчин зүйлүүдийн хоорондын хамаарлыг илэрхийлсэн олон хүчин зүйлт регрессийн загварыг гаргаж авлаа [1].

Үүнд:

$$y_1 = 20.7 - 1.71x_1 - 1.08x_2 - 0.12x_3 - 0.31x_1x_2 - 10.66x_2x_3 + 1.13x_1^2 + 1.47x_2^2 + 0.43x_3^2$$

Холимог тэжээлийн төрөшлийн зэрэг  $y_1$  –т TRM холигч машины эргэлтийн давтамж, тэжээл холих хугацаа мөн тэжээл холих хугацаа болон тэжээлийн чийгийн хавсарсан

үйлчлэл хамгийн их нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.

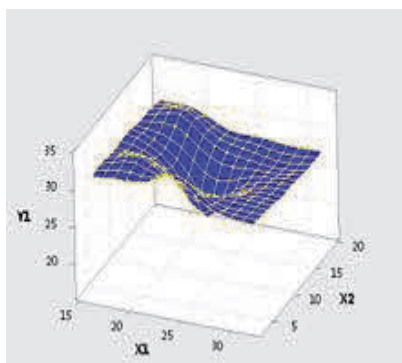
$$y_2 = 70.68 + 4.1x_1 + 3.93x_2 - 1.59x_3 + 1.02x_1x_2 - 0.31x_1x_3 + 0.84x_1^2 + 0.62x_2^2 - 1.14x_3^2$$

Хамаарлыг илэрхийлсэн загвараас харвал холимог тэжээлийн зохимжит уртын хэмжээ  $y_2$  –т TRM холигч машины эргэлтийн давтамж, тэжээл холих хугацаа хамгийн их нөлөөтэй байна.

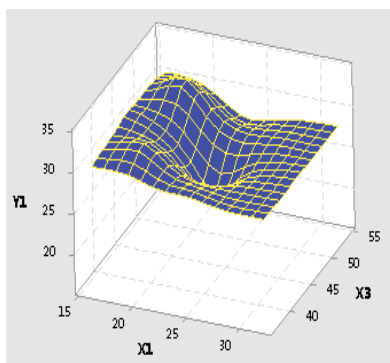
$$y_3 = 22.04 + 3.61x_1 + 3.41x_2 + 2.92x_3 - 0.30x_1x_2 + 0.34x_1x_3 + 1.35x_2x_3 - 0.33x_1^2 + 0.42x_2^2 + 0.23x_3^2$$

Холимог тэжээлийн нунтагын түвшин  $y_3$  –т TRM холигч машины эргэлтийн давтамж, тэжээл холих хугацаа, тэжээлийн чийг

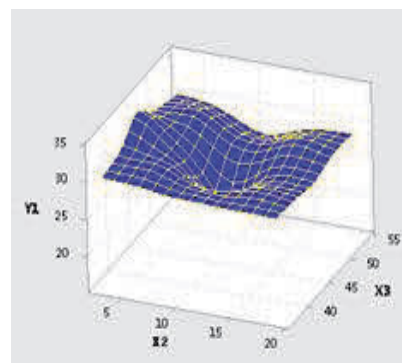
хамгийн их нөлөөтэй байна. Холимог тэжээлийн нэгэн жигд холигдсон байдлыг тодорхойлох тэжээлийн төрөшлийн зэргийг илэрхийлэх вариацийн коэффициенту<sub>1</sub> болон түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс  $x_1, x_2, x_3$  -ийн хамаарлыг графикаар илэрхийлэж болно (3-р зураг). 3-р зургаас харвал нийтлэг нэг хамаарал харагдаж байна. Эргэлтийн давтамж  $x_1$ , тэжээл холих хугацаа  $x_2$ , холимог тэжээлийн чийг  $x_3$  нэмэгдэхийн хэрээр тэжээлийн вариацийн коэффициент  $y_1$  нь эхлээд буурч байгаад тодорхой утгад хүрээд өсч байна. Туршилтын хүрээнд эргэлтийн давтамж ( $x_1$ ), холих хугацаа ( $x_2$ ) ба хольсон тэжээлийн чийг ( $x_3$ ) гурвуулаа 0 түвшиний ойролцоо утгатай байх үед вариацийн коэффициент  $y_1$  хамгийн бага утгаа авч байна.



а



б



в

3-р зураг. Вариацийн коэффициентын тусгалын гадарга буюу хамаарлын график  
а-  $y_1=f(x_1, x_2)$  б-  $y_1=f(x_1, x_3)$  в-  $y_1=f(x_2, x_3)$

## ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Эрдэмтэн Aage нь бүх тэжээл холигч (TMR) машиныг ажиллах зарчмаас нь хамааруулан босоо ба хэвтээ голтой гэж хоер ангилан тэдгээрийн бүтэц, онцлог шинж чанар, хэрэглээнд сонгож авах арга зэргийг нарийвчлан судалсан [7]. БНХАУ-ын эрдэмтэд Ван Defu нар нь хоёр голтой хэвтээ тэжээл холигч (TMR) машиныг хийж, параметруудийг оновчтой болгосон бөгөөд

энэхүү судалгаанд онолын үндэс суурийг тавьсан [5]. Лю Хонгтао нар Шинжааны ферм, аж ахуйн нэгжүүдийн онцлогт тохируулан 9TMR-5 тэжээл холигч (TMR) машиныг хийж, тухайн орон нутагт нь туршилт хийсэн [6]. Харин бид ашиглалтын үеийн технологи ажиллагааны үеийн төхөөрөмжийн үндсэн параметруудийн зохимжит утгуудыг тодорхойллоо.

**ДҮГНЭЛТ**

Өвөр Монголын Шилийн гол аймгийн Хун Юан үхэрийн фермд туршилтыг батлуулсан арга зүйн дагуу хийлээ. Хэмхилтийн тоон утгуудад хэвийн тархалтын хуульд захирагдаж байгаа эсэх, хэт ялгарах

хэмжигтэхүүн байгаа эсэх, дисперс нэгэн төрлийн байгаа эсэгийг тус тус шалгаж, регрессийн коэффициентуудыг тодорхойлж, тэдний нөлөөлөх утгыг шалгаж, технологи ажиллагааг илэрхийлэх загвар гаргалаа.

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 20.7 - 1.71x_1 - 1.08x_2 - 0.12x_3 \\
 &\quad - 0.31x_1x_2 - 10.66x_2x_3 \\
 &\quad + 1.13x_1^2 + 1.47x_2^2 + 0.43x_3^2 \\
 y_2 &= 70.68 + 4.1x_1 + 3.93x_2 - 1.59x_3 \\
 &\quad + 1.02x_1x_2 - 0.31x_1x_3 \\
 &\quad + 0.84x_1^2 + 0.62x_2^2 - 1.14x_3^2 \\
 y_3 &= 22.04 + 3.61x_1 + 3.41x_2 + 2.92x_3 \\
 &\quad - 0.30x_1x_2 + 0.34x_1x_3 \\
 &\quad + 1.35x_2x_3 - 0.33x_1^2 + 0.42x_2^2 \\
 &\quad + 0.23x_3^2
 \end{aligned}$$

Холимог тэжээлийн хамгийн жигд сайн холигдсон утагт тохирох голын эргэлтийн давтамж нь  $x_1 = 22 \sim 25$  эрг/мин; холих хугацаа нь  $x_2 = 9 \sim 12$  мин; чийгийн хэмжээ нь  $x_3 = 44 \sim 48\%$  байна.

**АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ**

- [1] Ц.Авдай, Д.Энхтуяа “Суудлгаа шинжилгээний ажил гүйчэдгэх арга зүй”. Улаанбаатар хот. 2010он.
- [2] Ц.Авдай, Д.Энхтуяа “Туршилт төлөвлөлтийн матемагийн арга, түүнийг суудлгаа шинжилгээний ажилд хэрэглэх”. Улаанбаатар хот. 2017он.
- [4] 李明华, 奶牛全混合日粮技术应用效果及配方优化的研究[D].内蒙古农业大学硕士学位论文, 2007 (5): 1-3
- [5] 于克强. 单卧轴全混合日粮混合机试验研究[D].东北农业大学, 2007
- [6] 王广银, 全混合日粮 (TMR) 技术在规模化奶牛养殖小区推广和应用的研究[D] 农业 大学硕士学位论文. 2007 (12): 20-28
- [7] 郭庆贺, 肉羊饲料混合搅拌机混料系统的优化与试验研究[D].石河子农业大学硕士学位论文, 2016 (6) 22-28
- [8] Miller-Cushon E K, De Vries T J. Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration[J]. Journal of dairy science, 2009, 92(7): 3292-3298.

## **Result of determination of main parameter of total mixed ration (tmr) machine**

**Sulongga<sup>1</sup>, Baatarkhuu D.<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>-Xilin Gol vocational college, Inner Mongolia, China

<sup>2</sup>-School of Engineering and Technology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: elec\_eng@muls.edu.mn

### **ABSTRACT**

*Due to the technological advantages of Total Mixed Ration (TMR), the pastoral farms and farms of the Shiliin Gol Provincial Community are continuously increasing and China's compensation has increased and has been a powerful driving force for the technology. This article describes the experimental testing machine for the Hunan Yuan Cattle Farm (TMR) of Shilong River in Inner Mongolia, analysis of the number of measurements and the graph of the result of the experiment.*

**KEYWORDS:** *Mixed Ration (TMR), research method*