



Бэлчээрийн маллагаатай Монгол гүүний лактацын муруйн загварчлал

Б.Сандагдорж, Ц.Байгалмаа, С.Бүрэнжаргал, П.Ням-Осор*

Мал эмнэлгийн сургууль, ХААИС

Холбоо барих хаяг: nyam-osor@muls.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Монгол гүүний саалийн нийт хугацаанд буюу VI сараас дараа жилийн III сар хүртэл саамны гарц, найрлагын хэмжээг үндэслэн математик загваруудаар лактацын муруй байгуулах, монгол гүүний лактацын муруйд хамгийн нийцэл сайтай загварыг сонгон тодорхойлох зорилгоор энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэлээ. Судалгаанд 5-12 насны 8 гүүг ашиглав. Сүүний нийт гарц, найрлагын хэмжээг Вүүд (Wood's)-ын загвар болон шугаман, шугаман бус регрессын тэгшитгэлээр загварчлахад лактацын муруйн загварууд харилцан адилгүй байв. Саамны гарц, найрлагын муруйн загваруудын детерминацийн индекс (R^2) нь 0.474-0.987-ийн хооронд хэлбэлзэж, биквадрат загварын хувьд хамгийн нийцэл өндөр буюу 0.987 байв.

Судалгааны үр дүнд дээрх аргуудаар саамны гарц, найрлагын лактацын муруйг загварчлах боломжтой нь харагдаж байсан ба эдгээрээс биквадрат тэгшитгэлийн загвар нь бэлчээрийн маллагаатай монгол гүүний саамны өгөгдөлтэй хамгийн сайн нийцэж, лактацын муруйн хэлбэр, хөдлөлзүйн хувьд тохирч байв.

Түлхүүр үг: саамны гарц, саамны найрлага, лактацын муруй

ОРШИЛ

Монголчууд гүүний саамыг 2300 жилийн өмнөөс хүнсэндээ хэрэглэж байсныг түүхэн баримт, эх сурвалжид тэмдэглэсэн байдаг [1]. Саамыг хүнс, тэжээлээс гадна сувиллын зорилгоор хэрэглэдэг өрхийн түвшинд бэлтгэн хэрэглэдэг уламжлалтайгаас гадна сүүлийн жилүүдэд үйлдвэрлэлийн аргаар бэлтгэж экспортлох болжээ. Энэ нь улирлын чанартай буюу 6-р сарын сүүлчээс 10-р сарын эхээр унага тамгалах хүртэл явагддаг уламжлалт аж ахуйгаас [2] жилийн турш тасралтгүй үргэлжлэх гүүний фермерийн аж ахуй болж хөгжин бизнесийн шинжтэй болон өргөжих хандлагатай болж байгааг илтгэж байна. Лактацын муруй нь саалийн хугацаан дахь сүүний гарцыг илэрхийлсэн график дүрслэл бөгөөд хэд хэдэн эмпирик загварууд бий [3,4,5, 6]. Анх саалийн үнээнд зориулж Вүүд (Wood) 1967 онд лактацын муруйг загварчилсан байдаг. Энэ загвар нь лактацын хөдлөл зүйд нийцэл сайтай, ашиглахад хялбар, муруйн дүрслэлийг 3-н үндсэн хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг учраас ихэнх саалийн малын лактацын муруйн загварчлалд ашиглагддаг байна. Муруйг оновчтой аргаар загварчлах нь сүүн ашиг шимийн хэмжээг урьдчилан таамаглах, саалийн оновчтой хугацааг

сонгох, саалийн ферм эрхлэх үр өгөөжтэй менежментийг бий болгох, стратеги боловсруулах, үйл ажиллагааг төлөвлөх зэрэг боломжийг олгодог. Улмаар уг загварт тухайн цаг үеийн лактацын бодит өгөгдлийг харгалзуулан жишиж саалийн малын эрүүл мэндийн болон тэжээллэгийн менежментийг үнэлэх, сайжруулах ач холбогдолтой байна [9, 22]. Лактацын муруйн загвар нь саалийн үргэлжлэх хугацаанд сүүний гарц, найрлагын хөдлөл зүйг харуулах [6] бөгөөд хэсэгчилсэн буюу бүрэн бус хугацааны хувьсагчаар сүүний гарцын хэмжээ, найрлагыг урьдчилан тооцоолох, орчны хүчин зүйлээс үүдэлтэй өөрчлөлтийг таамаглах, лактацын хугацааг дуусгах тохиромжтой үеийг тодорхойлох, дурын хугацааны сүүний гарцын өгөгдлөөр лактацын хугацаан дах нийт сүүний гарцыг мэдэж болдог [14,16, 17] зэрэг практик ач холбогдолтой байна. Фермийн аж ахуй эрчимтэй хөгжсөн улсуудад саалийн үнээний лактацын муруйн загварчлалыг Вүүд, (1967); Яадав ба бусад, (1977); Даноа, (1981); Вилминк, (1987); Гипсон ба Гроссман, (1989); Капшио-Борлино нар, (1995); Шерчанд нар., (1995); Варгос ба бусад, (2000); Руиз ба бусад, (2000); Маккиота нар, (2005); Чумей нар,

(2006) [3,9], бог малд Туфарелли нар, (2009) [7,15] боловсруулан хөгжүүлсэн байдаг. Гүүнд саамны гарцыг шинжлэхэд лактацын муруйн загварыг Сантос ба Сильвестр нар (2006, 2008) [8, 10, 11, 12,13] ашиглаж мөн саамны үндсэн химийн найрлагыг загварчилсан [5, 10,12].

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Туршилтанд ашигласан мал. Төв аймгийн Баяндэлгэр сумын төв замын дагуу нутаглаж, сүүлийн 5 жилд бүтээгдэхүүнээ зах зээлд нийлүүлж байгаа малчин Ш.Ойдовынхыг сонгон саалинд ашигладаг, 5-12 настай найман нутгийн монгол гүүг ашиглав. Саамны гарцыг лактацын ойролцоогоор 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 дахь хоногуудад, 2 цагийн зайтайгаар өдөрт 4-5 удаа уламжлалт арга(гар)-аар сааж, зөвхөн нэг өдрийн саамны 40-өөс доошгүй, нийт 400 гаруй хэмжилтийн арифметик дундаж хэмжээнд үндэслэн үр дүнд боловсруулалт хийв.

Саамны гарц, найрлага. Саамны гарцыг хэмжээст цилиндр ашиглан бодгаль тус бүр дээр хэмжин тодорхойлов. Нил улаан туяаны автомат анализатор (MilkoScan Minor, Foss, Denmark) ашиглан уураг, тослог, лактоз зэрэг химийн найрлагын бүрэлдэхүүнийг тус тус тодорхойлов. **Лактацын муруйн загварчлал.** Лактацын үе шатууд дахь саамны гарц, найрлагын үзүүлэлтүүдийг Вүүд (Wood's)-ын загвар болон шугаман ба шугаман бус регрессийн гэсэн хэд, хэдэн аргуудаар загварчлав. Үүнд:

Вүүд (1967)-ын загвар

$$y(t) = at^b e^{-ct} \quad (1)$$

Y_t - тухайн t хугацаан дахь сүүний гарц, кг

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Вүүд (1967)-ын загвар. Вүүдийн загвараар монгол гүүний лактацын муруйг загварчилж зураг 1-ээр харуулав. Энэ загвараар гарцын оргил

Манай улсад саалийн үнээ, бог мал улмаар гүүний лактац, саамны найрлагийн хөдлөл зүйг загварчилсан тухай мэдээлэл одоогоор байхгүй байна. Иймд бэлчээрийн маллагаатай монгол гүүний лактацын муруйг оновчтойгоор загварчлах зорилгоор энэхүү ажлыг гүйцэтгэв.

e - перер - ийн коэффициент

a - сүүний анхны гарц

b - оргил утга хүртэлх өсөлтийн

коэффициент

c - Оргил утгаас буурах

коэффициент

Регрессийн загвар

А. Шугаман загвар

$$y = a + bt + ct \quad (2)$$

Б. Квадрат загвар

$$y = a + bt + ct^2 \quad (3)$$

В. Куб загвар

$$y = a + b + ct^2 + dt^3 \quad (4)$$

Г. Биквадрат загвар

$$y = a + b + ct^2 + dt^3 + et^4 \quad (5)$$

Статистик боловсруулалт. Загваруудад Microsoft Excel программын Data analysis функцын Solver тооцоолол ашиглан статистик боловсруулалт хийв.

хэмжээ 60 дахь хоногт байхад бодит үзүүлэлт 90 дэх хоногт тохиож байв.

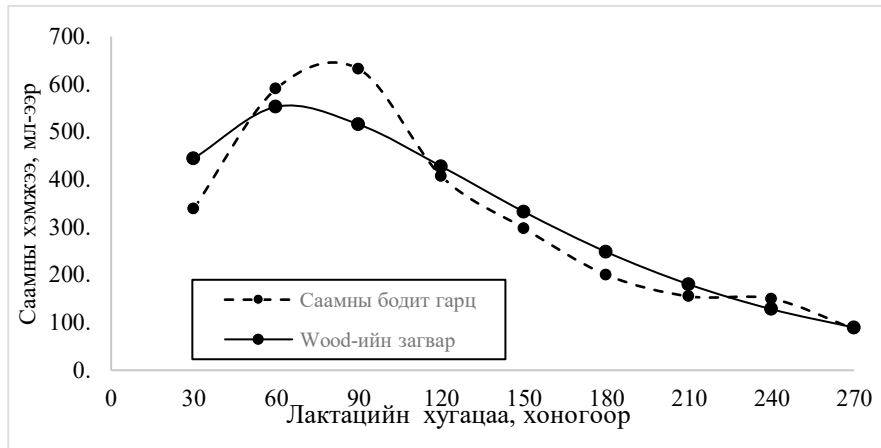


Figure 1. Lactation curve of milk yield /Wood's model/

Зургаас харахад загварын оргил утга болон бодит үзүүлэлт цаг хугацааны болон хэмжээний хувьд зөрж байсан ба загварын муруйн хэлбэр аажуухан бууж байхад бодит хэмжээ огцом уруудаж байлаа. Энэ нь бэлчээрийн маллагаатай монгол гүүний саамны гарц нь улирлын байдлыг дагаж бэлчээрийн ургамлын гарц муудаж, идэш, тэжээл ховордож байгаа хугацаатай шууд хамааралтай болохыг харуулж байна. Загварын муруйн хэлбэрийг харахад бодит болон загварын хэлбэр, хөдлөл зүй нь төстэй байсан хэдий ч оргил утгандаа зөрүү ихтэй байв.

Регрессийн загварчлал. 2.А. Шугаман регрессийн тэгшитгэлээр сүүний гарц, найрлагыг загварчлан зураг 2-оор харуулав.

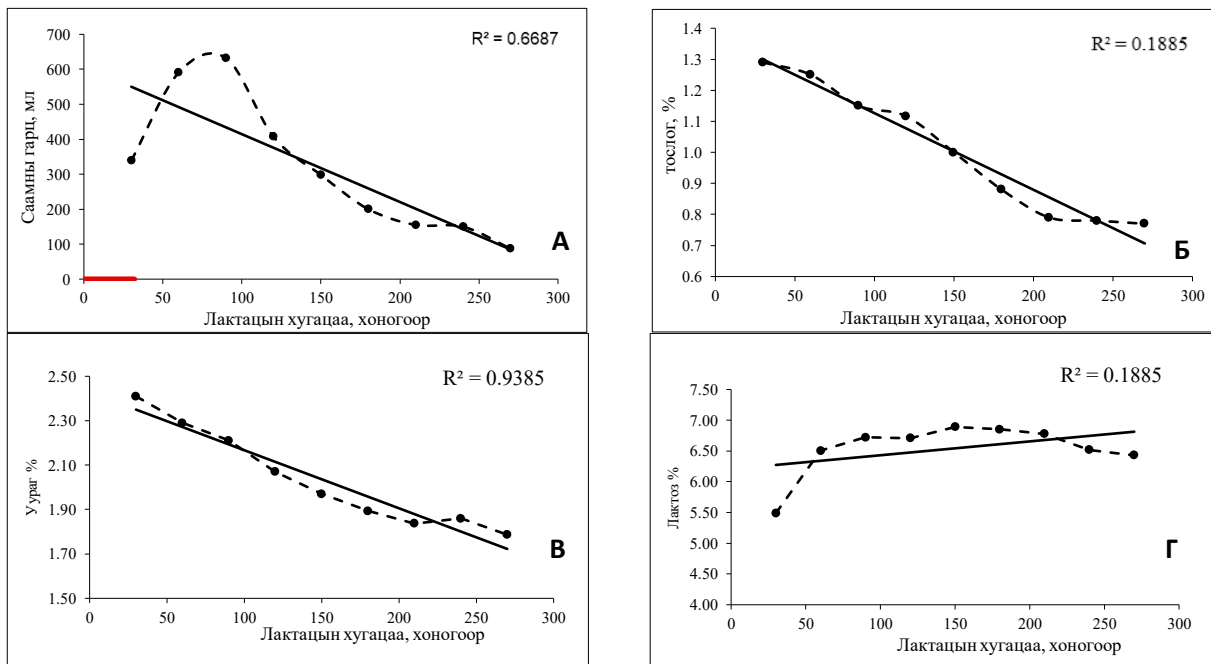


Figure 2. Linear regression model of milk yield and milk composition

/A. Milk yield, Б. Fat, В. Protein, Г. Lactose/

Шугаман регрессийн загвар энэ тохиолдолд төдийлөн тохиромжгүй буюу эхний саруудын саамны гарц, найрлагын бодит хэмжээнд нийцэл багатай байв (зураг 2).

2.Б. Шугаман бус регрессийн квадрат загвараар саамны гарц, найрлагын бодит үзүүлэлт, загварын дүнг харьцуулан үзүүлээ.

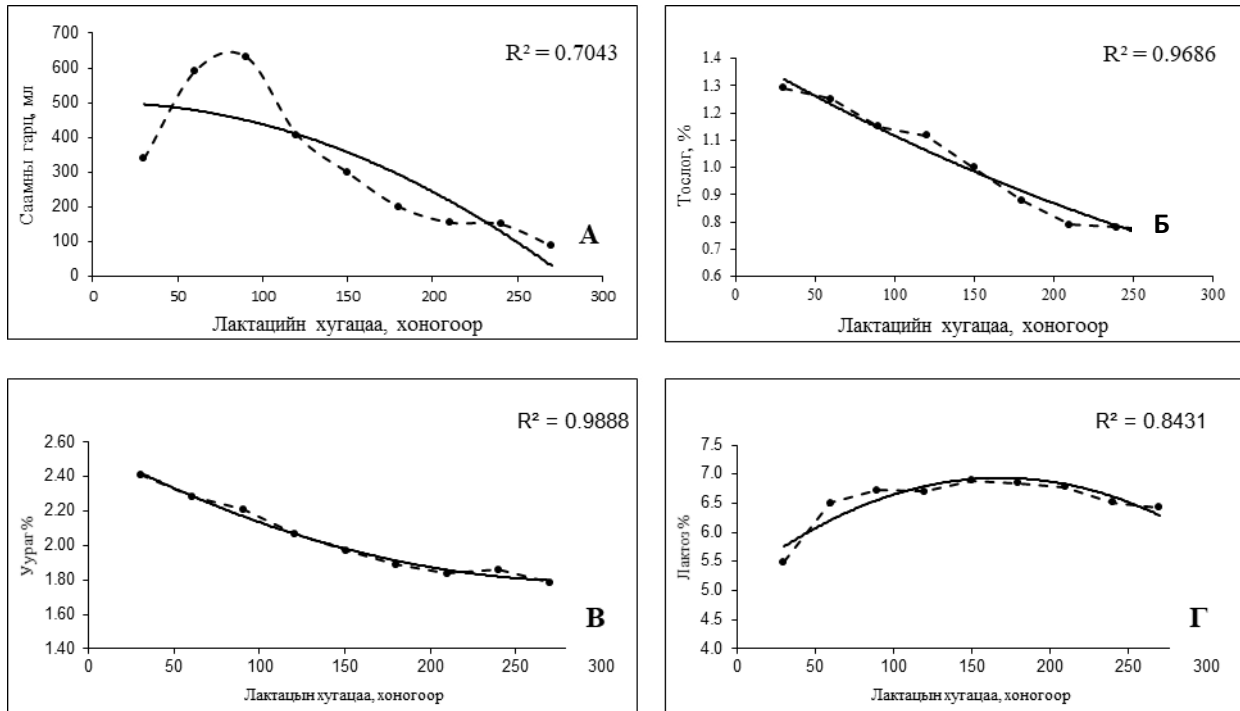


Figure 3. Quadratic model of milk yield and milk composition /A. Milk yield, Б. Fat, В. Protein, Г. Lactose/ Квадрат загвар нь гарцын болон саамны лактозын хувьд тохиромжгүй, тослог, уургийн хэмжээг лактацын хугацаанд илэрхийлэх боломжтой байна.

2.В. Шугаман бус регрессийн куб загвараар саамны гарц, найрлагыг загварчлан зураг 4-т харууллаа.

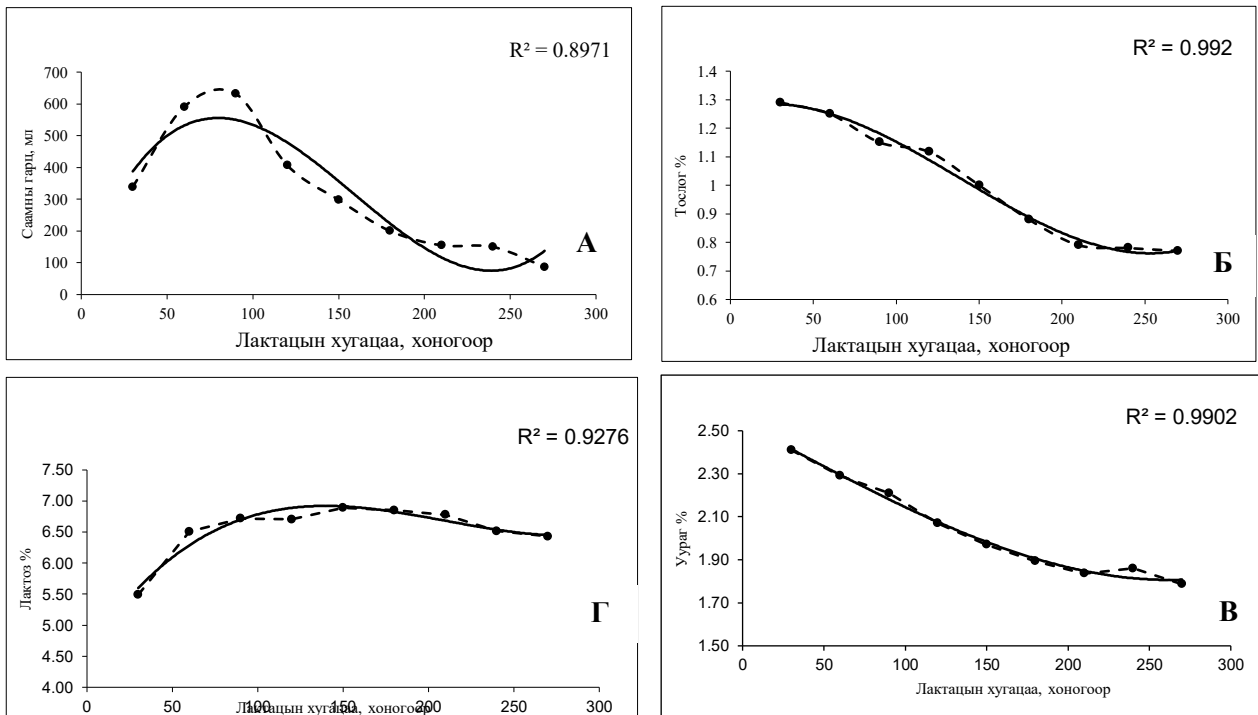


Figure 4. Cubic model of milk yield and milk composition /A. Milk yield, Б. Fat, В. Protein, Г. Lactose/

Куб загвараар гарц найрлагын өөрчлөлтийг тооцоолсон дүнгээр саамны гарц, лактоз таамаглал муутай, харин тослог, уургийн утгуудын детерминацын индекс, хөдлөл зүй нь нийцэл сайтай байсан.

2.Г. Шугаман бус регрессийн биквадрат загвараар саамны гарц, найрлагын үзүүлэлтүүдийг загварчлан зураг 5-д харьцуулан гаргав.

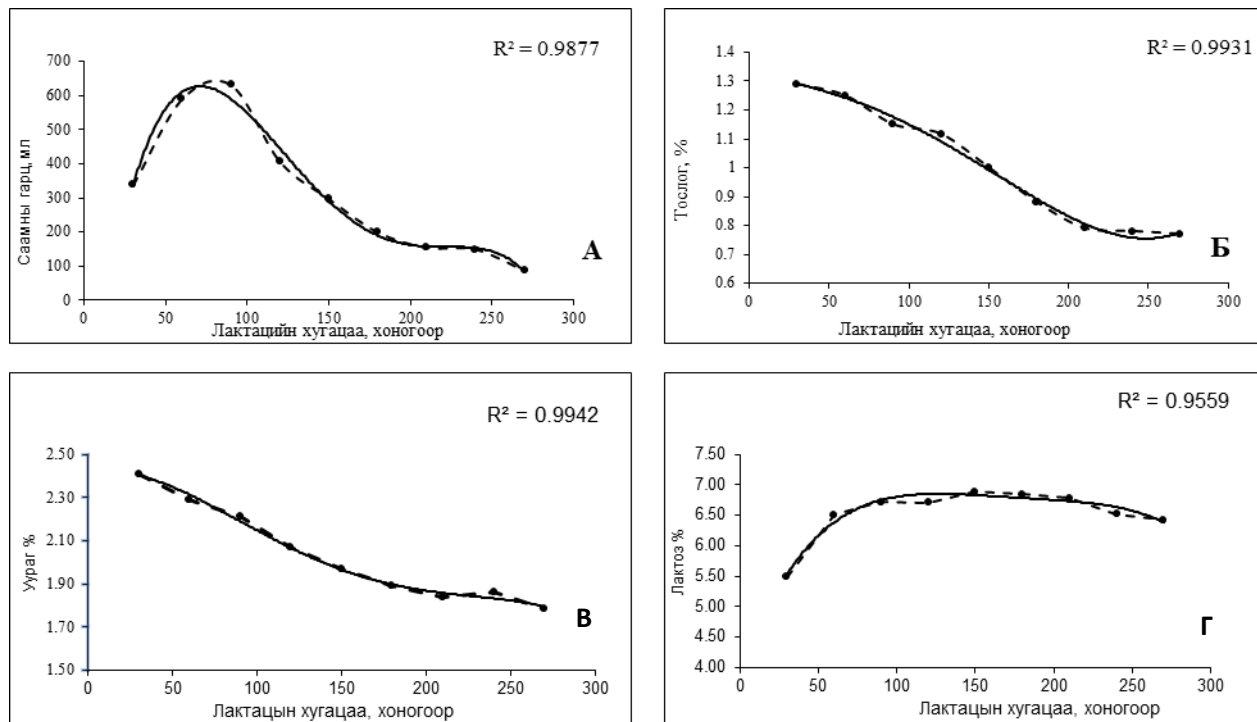


Figure 5. Biquadratic model of milk yield and milk composition /A. Milk yield, Б. Fat, В. Protein, Г. Lactose/

Лактацын муруйн биквадрат загварын болон бодит утгууд хоорондоо нийцэл сайтай, детерминацийн индекс $R^2=0.874 - 0.987$ (зураг 5) байгаа нь бэлчээрийн маллагаатай монгол гүүний лактацын муруйд хамгийн тохиромжтой загвар болохыг илтгэж байна.

Судалгаанд сонгон авсан тэгшитгэлүүдээр гаргасан саамны гарцын лактацын муруйн загваруудын статистик үзүүлэлтүүдийг харьцуулан хүснэгт 1-ээр харуулав.

Table 1

Comparison of the main criteria for the quadratic, cubic, and bi quadratic models for lactation curve of the milk yield

Параметр	N	SST	MS	R^2	S_{ϵ}	P	F	$F_{(p)}$
Квадрат	8	303724.4	14970.55	0.7042	122	0.428	7.144	0.0258
Куб	8	303724.4	6250.274	0.8971	79.05	0.028	14.531	0.0066
Биквадрат	8	303724.4	930.2528	0.9877	30.50	0.0055	80.624	0.00044

SST – квадратын нийлбэр, S_{ϵ} стандарт алдаа, MS - дундаж квадрат утга, R^2 – детерминацын индекс, P - магадлалын коэффициент, F – Фишерийн бодит утгын шалгуур, $F_{(p)}$ – Фишерийн шалгуурын магадлал

Хүснэгтээс 1-ээс харахад дундаж квадрат утга (MS) биквадрат загварт хамгийн бага, квадрат загварын хувьд хамгийн их, детерминацийн индекс (R^2) нь харилцан адилгүй байсан ба квадрат загварын хувьд бага буюу 0.704, биквадрат загварын хувьд хамгийн өндөр (0.987) байсан нь биквадрат загвар бидний судлааганы үр дүнд нийцэл хамгийн сайн байгааг илтгэж байна. Стандарт алдаа (S_{ϵ}) нь биквадрат загварт хамгийн бага буюу 30.5 байхад квадрат загвар дээр хамгийн их буюу 122.3, харин Фишерийн шалгуурын бодит утга ($F_{(6)}$) эсрэгээрээ квадрат загварт $F_{(6)}7.1 > F_{(p)}0.025$, биквадрат загварт $F_{(6)}80.6 > F_{(p)}0.0004$ байлаа.

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Саамны гарц, лактацын хугацаа нь гүүний эрүүл мэнд, тарга хүч, нас, төллөсөн тоо, цаг улирлын байдал, ус бэлчээрын хангамж зэргээс ихээхэн шалтгаалахаас гадна гүүг барих, тавих хугацаа, саалтын тооноос хамаардаг. Түүнчлэн саалийн хугацаа түүний арчилгаа маллагаа, унагалсан хугацаа, үүлдэр омгийн ялгаа, саах арга, тэжээллэгээс шалтгаалан янз бүр байна [2].

Нутгийн монгол гүүний лактацын муруйг Вүүдийн аргаар загварчлахад нийцэл багатай байсан ба Вүүдийн болон зарим эмперик загваруудыг саалийн үнээ, хонины лактацын муруйг загварчлахад ашиглахад тохиромжтой [15] байдаг байна. Гүүний саамны гарц, найрлагын муруйг регрессийн шугаман ба шугаман бус загваруудаар загварчлахад шугаман загвар (зураг 2) нь бодит лактацын муруйн хэлбэр, хэмжээтэй тохирохгүй байв. Муруй бол цаг хугацаатай шугаман хандлагатай биш учраас лактацын муруйд шугаман загвар нь тохирохгүй болохыг тэмдэглэжээ [22].

Шугаман бус загваруудаас куб загвар нь Туркийн Awassi хонины лактацын муруйн загварт, харин гүүнд лактацын муруйг загварчилсан судалгаанаас Вүүдийн загварыг ашиглан A.S. Santos [10] нарын Луситано үүлдрийн адуунд хийсэн судалгааны дүнтэй монгол гүүний саамны тослог, уураг, лактозын муруйн загвар дүйж байв. Тухайлбал, саамны гарц лактацын эхний 2 сард өсч оргил үедээ хүрээд тогтвортой буурч, саамны тослог уургийн хэмжээ лактацын эхнээс багассаар лактацын төгсгөлд хамгийн бага хэмжээнд хүрсэн

ДҮГНЭЛТ

Нутгийн монгол гүүний саамны гарц, найрлагын хөдлөл зүйг лактацын ашигтай нийт хугацаанд тодорхойллоо. Бэлчээрийн маллагаатай гүүний саамны үзүүлэлтэд тохиромжтой лактацын

бол лактозын хэмжээ лактацын дунд үе хүртэл аажмаар өсч төгсгөл хүртэл харьцангуй тогтвортой байсан.

Саамны тослог, уургийн түвшин (зураг 2-5) лактацын хугацаа хойшлох тусам сүүний гарцтай адил багасах хандлагатай байсан нь судлаачдын мэдээлсэнтэй тохирч байсан бол [11] саалийн үнээний загвараас ялгаатай байлаа [18]. Лактозын муруйн хэлбэр (зураг 2-5) лактацын хугацааны туршид тасралтгүй өссөн үр дүнг харуулсан Mariani [19] нарын судалгааны дүнтэй ойролцоо байв. Төрснөөс хойшхи эхний 2 сард унаганы өсөлт, сүүний хэрэглээтэй холбоотойгоор саамны гарц, найрлагын хэмжээ аажим өсдөг болохыг [20, 21] судлаачид тэмдэглэжээ. Судалгаагаар лактацын эхний хоёр сард сүүний гарц, уураг, тослогийн хэмжээ огцом өсөөгүй нь (зураг 1, 2) дээрх мэдээлэлтэй дүйж байна.

Статистик боловсруулалтын детерминацийн индекс (R^2)-ийн утга нь 1 тэй илүү ойр, дундаж квадрат (MS)-ийн хамгийн бага утга нь загваруудын нийцэл сайн буюу лактацын муруйн тохиромжтой загвар болохыг илтгэдэг [22]. Судалгаанд сонгогдсон загваруудаас биквадрат загвар нь детерминацийн индекс (R^2) -ийн утга нь 1 тэй хамгийн дөхүү буюу 0.987, стандарт алдаа (S_e) болон квадрат дундаж утга (MS) хамгийн бага, Фишерийн шалгуур (F) хамгийн өндөр зэрэг үзүүлэлтүүдээр тухайн тохиолдолд монгол гүүний лактацын муруйг тодорхойлоход бусдаас тохиромжтой болох нь харагдаж байна.

муруйг загварчлав. Монгол гүүний лактацын муруйн загварт биквадрат загвар хамгийн нийцэл сайтай байлаа.

АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- [1] Индра Р. 1983, “Сүү сүүн бүтээгдэхүүн” х.22
- [2] Балдорж Р. 1980, “Монгол айраг” х.26
- [3] Wood, P. D. P. 1967. *Algebraic models of the lactation curve in cattle.* *Nature* 216:164–165.
- [4] Yadav, M. C., B. G. Katpatal, and S. N. Kaushik. 1977. *Study of lactation curve in Haryana and its Friesian crosses.* *Indian J. Anim. Sci.* 47:607–609.
- [5] Gipson, T. A., and M. Grossman. 1989. *Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats.* *J. Dairy Sci.* 72:1035–1044.
- [6] Ruiz, R., L. M. Oregui, and M. Herrero. 2000. *Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield.* *J. Dairy Sci.* 83:2709–2719.
- [7] Tufarelli, V., M. Dario, and V. Laudadio. 2009. *Forage to concentrate ratio in Jonica breed*

- goats: Influence on lactation curve and milk composition. *J. Dairy Res.* 76:124–128
- [8] Gibbs, P., G. D. Potter, R. W. Blake, and W. C. McMullan. 1982. Milk production of quarter horse mares during 150 days of lactation. *J. Anim. Sci.* 54:496–499
- [9] Macciotta, N.P.P., D. Vicario, and A. Cappio-Borlino. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *J. Dairy Sci.* 88:1178–119
- [10] Santos. A. S. Silvestre. A. M, *A Study of Lusitano Mare Lactation Curve with Wood's Model* *J. Dairy Sci.* 2008. 91:760–766
- [11] Doreau, M., and F. Martuzzi. 2006b. Fat content and composition of mare's milk. Page 77 in *Nutrition and Feeding of the Broodmare. Proc. 3rd Eur. Workshop Equine Nutr. EAAP Publication No. 120.* N. Miraglia and W. Martin-Rosset, ed, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- [12] Centoducati. P, Maggolino. A, De Palo P and Tateo. A. *Application of Wood's model to lactation curve of Italian Heavy Draft horse mares.* *J Dairy Sci.* 95 :5770–5775
- [13] D'Alessandro. A G. and. Martemucci. G *Lactation curve and effects of milking regimen on milk yield and quality, and udder health in Martina Franca jennies (Equus asinus).* *Journal of Animal Science* January 2012
- [14] Chang, Y.M., Rekaya, R. Gionala, D. & Thomas, D.L., 2001. Genetic variation of lactation curves in dairy sheep: A Bayesian analysis of Wood's function. *Livest. Prod. Sci.* 71, 241-251.
- [15] Dag, B, Keskin. I and Mikailsoy. F *Application of different models to the lactation curves of unimproved Awassi ewes in Turkey.* *South African Journal of Animal Science* 2005, 35 (4)
- [16] Goodal, E.A. & Spreavak, D., 1985. A Bayesian estimation of the lactation curve of a dairy cow. *Anim. Prod.* 40, 189-193.
- [17] Morant, S.V. & Gnanasakthy, A., 1989. A new approach to the mathematical formulation of lactation curves. *Anim. Prod.* 49, 151-162.
- [18] Stanton, T. L., L. R. Jones, R. W. Everett, and S. D. Kachman. 1992. Estimating milk, fat and protein lactation curves with a test day model. *J. Dairy Sci.* 75:1691–1700
- [19] Mariani, P., A. Summer, F. Martuzzi, P. Formaggioni, A. Sabbioni, and A. Lucio Catalano. 2001. Physicochemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of Haflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. *Anim. Res.* 50:415–425.
- [20] Martin-Rosset, W., and B. Younge. 2006. Energy and protein requirements and feeding of the suckling foal. Page 221 in *Nutrition and Feeding of the Broodmare. Proc. 3rd Eur. Workshop Equine Nutr. EAAP Publication No. 120.* N. Miraglia and W. Martin-Rosset, ed, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands
- [21] Oftedal, O. T., H. F. Hintz, and H. F. Schryver. 1983. Lactation in the horse: Milk composition and intake by foals. *J. Nutr.* 113:2196–2206.
- [22] Yogesh C. Bangar and Med Ram Verma. *Non-linear modelling to describe lactation curve in Gir crossbred cows.* *Journal of Animal Science and Technology* (2017) 59:3

ТАЛАРХАЛ

Судалгааны ажлыг гүйцэтгэхэд гүн туслалцаа үзүүлсэн “Жайка” ОУБ-ийн “Мал эмнэлэг, МАА-н салбарын хүний нөөцийн хөгжлийн чадавхийг бэхжүүлэх” төслийн хамт олон, ялангуяа төслийн зөвлөх, профессор Такаши Умемура, профессор

Мотохиро Хориучи, ХААИС, Мал эмнэлгийн сургуулийн хамт олон, судалгаа хийх, дээж авахад боломж олгож хамтран ажилласан нэр бүхий малчид, хамтран зүтгэгч багийнхандаа талархлаа илэрхийлье.

Modelling of the lactation curve of grazing Mongolian mare

Sandagdorj Badrakh, Baigalmaa Tserenpil, Burenjargal Sedkhuu, Nyam-Osor Purevdorj*

School of Veterinary Medicine, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: nyam-osor@mul.s.edu.mn

ABSTRACT

Current research was performed to determine the yield and composition of milk during entire lactation period, which lasts June to February of following year and describe fit of lactation curve using different mathematical models. Total 8 mares, aged from 5 to 12 years were used in the study. The total milk yield, calculated by Fleischmann's method, as well as the models were various and shape of curves for Linear, Quadratic, Cubic, and Quartic equations, and Wood's curve were different. The determination index (R^2) of the milk yield and composition curve models ranged from 0.474-0.987, and R^2 of Quartic curve model for milk yield (0.987) was the highest. Study result showed that the above models were able to describe the lactation curve of the milk yield and composition, and the Quartic model best fit to data collected from Mongolian mare and allowed a suitable description of the shape and dynamics of curve.

Key words: milk yield and composition, lactation curve