

## **ВЫБОР БИОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИЗНАКОВ ФЕРТИЛЬНОСТИ КОРОВ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ**

**Н.А.Терентьева, А.И. Голубков, Т.Н. Деменцова**

**ФГБНУ ВНИИПЛЕМ, МО, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Россия**

**e-mail:n.terentieva@vniiplem.com**

*Аннотация. В результате проведенных исследований на 32 168 выбывших коровах красно-пестрой породы из 11 регионов и 43 племенных хозяйств определены линейные операционные модели для оценки признаков фертильности молочных коров – интервал между отелами в днях, сервис-период в днях, кратность осеменения и индекс стельности. Операционная модель включает фиксированные эффекты: регион, хозяйство, удой за 305 дней лактации и случайный эффект быка-производителя. Информация для расчета включала 153 796 записей дат осеменения в молочных хозяйствах по коровам 2000-2009 года рождения по пяти первым лактациям. Анализ фертильности проводился в пределах породы коров с разной кровностью по голштинской породе. Эффективность биометрических моделей оценивали с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ).*

**Ключевые слова:** коэффициент детерминации, биометрическая модель, многофакторный дисперсионный анализ.

## **SELECTION OF BIOMETRIC MODELS FOR ASSESSMENT OF FERTILITY TRAITS OF RED-MOILED COWS**

**N.A. Terentyeva, A.I. Golubkov, T.N. Dementsova**

**FGBNU VNIIPLEM, MO, Pushkino, p. Lesnye Polyany, Russia**

**e-mail:n.terentieva@vniiplem.com**

*Abstract. As a result of studies conducted on 32 168 retired red-motley cows from 11 regions and 43 breeding farms, linear operational models were determined for assessing the fertility traits of dairy cows - the interval between calvings in days, the service period in days, the frequency of insemination and the pregnancy index. The operating model includes fixed effects: region, farm, milk yield for 305 days of lactation and a random sire effect. Information for the calculation included 153 796 records of insemination dates in dairy farms for cows born in 2000 2009 for the first five lactations. Fertility analysis was carried out within the breed of cows with different bloodlines according to the Holstein breed. The effectiveness of biometric models was assessed using the coefficient of determination ( $R^2$ ).*

**Keywords:** determination coefficient, biometric model, multivariate analysis of variance.

Снижение фертильности является проблемой в молочной промышленности Российской Федерации. В программах по разведению молочного скота оценку племенных животных проводят в основном по продуктивности за первую лактацию – удой за 305 дней, процентное содержание жира и белка в молоке, без учета воспроизводительных качеств, продолжительности лактации, здоровья и долголетия животных, а значит и без учета экономической целесообразности разведения таких коров [1]. Предыдущие исследования авторов по долголетию красно-пестрой породы показали, что более 28% причин выбытия коров связаны с нарушениями репродуктивной системы животных, поскольку отбор на более высокие удои приводит к снижению воспроизводства коров из-за неблагоприятных генетических корреляций между удоем и фертильностью.

Репродуктивная способность коровы представляет собой совокупность нескольких признаков. Они наблюдаются во время каждой стельности, и могут меняться с возрастом коровы, часто в зависимости от показателей предыдущих отелов. Наследуемость большинства признаков фертильности, как правило, ниже 0,10 [2]. Несмотря на это, небольшая аддитивная генетическая изменчивость по этим признакам достаточна для обеспечения эффективного отбора [3]. Путем одновременного рассмотрения нескольких признаков фертильности в моделировании селекционного процесса может быть достигнута лучшая оценка репродуктивной способности.

Было обнаружено, что факторы окружающей среды оказывают очень большое влияние на фертильные признаки [4]. Управление стадом, год, месяц в течение года, возраст отела и возраст осеменения (в пределах лактации) — все эти факторы оказывают существенное влияние на фертильность в различных исследованиях [5]. Целями данного исследования было изучение силы влияния различных факторов на признаки фертильности молочных коров красно-пестрой породы и на основании полученных результатов разработать модель для генетической оценки. Модель разрабатывалась на основе наших знаний о генетике воспроизводства, доступности данных, литературных данных, моделей генетической оценки фертильных признаков, которые используются в других странах, и доступности вычислительных ресурсов.

В наших исследованиях признаками фертильности были выбраны такие показатели как интервал между отелами, сервис-период, кратность осеменения, индекс стельности. Сервис-период рассматривался как интервал между датой отела и датой плодотворного осеменения коровы. Когда дата отсутствовала, для оценки даты осеменения использовалась дата следующего отела минус 280 дней. Кратность осеменения, удобный и доступный показатель, рассчитывался по количеству дат осеменения коров; индекс стельности оценивался в соответствии с датой отела и осеменения, выражался в процентах и рассчитывался как  $21/(DO-45+11)$ , где 21 – средняя продолжительность репродуктивного цикла коровы, 45 – стандарт периода добровольного ожидания (два репродуктивных цикла), а 11 половина репродуктивного цикла [6]. Интервал между отелами

рассматривался как показатель для прогнозирования фертильности, он удобен и доступен по данным учета молока и генетически коррелирует с различными прямыми показателями фертильности. Результаты средних показателей по регионам РФ фертильности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние показатели признаков фертильности коров красно-пестрой породы в регионах РФ ( $M \pm m$ )

№ п/п	Регион	n	МОП	Сервис-период	КОС	Индекс стельности
1	Алтайский край	3744	403±1,2	123±1,2	2,04±0,02	41±0,55
2	Амурская область	1151	413±2,6	133±2,6	1,88±0,03	38±1,08
3	Белгородская область	3148	415±1,5	135±1,5	1,63±0,02	38±0,58
4	Брянская область	272	420±4,7	140±4,7	1,34±0,04	34±1,83
5	Волгоградская область	24	455±11,3	175±11,3	2,77±0,25	17±1,61
6	Воронежская область	8796	416±0,8	136±0,8	1,68±0,01	35±0,32
7	Красноярский край	9984	427±0,9	147±0,9	1,88±0,01	34±0,32
8	Липецкая область	674	395±2,9	115±2,9	2,13±0,05	46±1,39
9	Республика Мордовия	2805	416±0,8	136±1,5	1,66±0,02	37±0,60
10	Саратовская область	1144	433±2,7	153±2,7	1,60±0,03	31±0,86
11	Республика Хакасия	693	418±3,1	138±3,1	1,87±0,04	37±1,25
В среднем по популяции		32168	425±0,5	138±0,5	1,79±0,01	36±0,18

В результате расчетов установлены статистически достоверные результаты, по которым лучшие показатели фертильности по интервалу между отелами, сервис-периоду и индексу стельности получены в Липецкой области: продолжительность интервала между отелами ниже средних значений на 30 дней, по сервис-периоду на 23 дня, а индекс стельности выше средних значений на 10%. Худшим регионом по показателям фертильности выявлена Саратовская область. Продолжительность интервала между отелами больше средних на 8 дней, сервис-периода на 15 дней, а индекс стельности ниже средних значений на 5%. По кратности осеменения на одно плодотворное наилучшие показатели получены в Брянской области, что ниже средних значений в популяции на 0,45 осеменения, худшие в Липецкой области.

Для определения силы и достоверности влияния факторов на фертильность использовалась статистическая базовая модель смешанного типа для каждой лактации:

$$y = \mu + R + H + YC + MC + AC + MY305 + FAT + PROT + GCOW + SIR + e,$$

где  $y$  – оцениваемый признак;  $\mu$  – среднее значение по выборке; производственные классы фиксированных эффектов представлены как:  $R$  – регион,  $H$  – хозяйство;  $YC$  – год отела;  $MC$  – месяц отела;  $AC$  – возраст отела  $MY305$  – средний удой за 305 дней лактации в кг;  $FAT$  – содержания жира в процентах;  $PROT$  – содержание белка в процентах;  $GCOW$  – процент кровности по голштинской породе, случайные факторы: эффект отца –  $SIR$  и остаточный эффект (не учтенные факторы) –  $e$ .

Для анализа каждой лактации из общего количества отобранных животных было сформировано пять групп. В первую группу вошли коровы с количеством лактаций не менее одной за всю жизнь, во вторую не менее двух, в третью не менее трех, в четвертую не менее четырех, в пятую не менее пяти. Таким образом, количество коров составило в первой группе 32168, во второй 25229, в третьей 18380, в четвертой 12261, в пятой 7283 голов. Достоверность разницы между средними значениями изучаемых признаков в исследуемых группах превышала  $P > 0,999$ .

В таблице 2 представлены оценки коэффициентов детерминации по 10 биометрическим моделям для оценки признаков фертильности. Значения коэффициентов детерминации в зависимости от группы животных установлены в следующих пределах: для интервала между отелами и сервис-периоду 10,71-16,38%; по кратности осеменения 12,19-16,72%, по индексу стельности 11,65-17,22%. После исключения факторов с минимальным воздействием, эффективность биометрических моделей изменилась незначительно, а значения коэффициентов детерминации составили: для интервала между отелами и сервис-периоду 10,22-13,51%; по кратности осеменения 12,19-15,57%, по индексу стельности 11,31-14,87%.

Для оценки фертильности коров красно-пестрой породы оба варианта модели имеют одинаково невысокие коэффициенты, поэтому как первый, так и второй вариант можно использовать для анализа, в зависимости от наличия имеющейся информации по коровам, где  $y$  – признак фертильности:

$$y = R + H + MY305 + SIR + e,$$

а фиксированные эффекты факторов:  $R$  – регион;  $H$  – хозяйство;  $MY305$  – удой за 305 дней лактации в кг;  $SIR$  – бык-отец и случайный остаточный эффект (ошибка) –  $e$ .

Таблица 2 – Коэффициенты детерминации моделей для признаков фертильности, %

Факторы модели	МОП	Сервис-период	КОС	Индекс стельности
I-лактация				
R, H, YC, MC, AC, MY305, FAT, PROT, GCOW, SIR	16,38	16,38	12,50	17,22
<b>R, H, MY305, SIR</b>	<b>13,03</b>	<b>13,03</b>	<b>11,38</b>	<b>14,21</b>
II-лактация				
R, H, YC, MC, AC, MY305, FAT, PROT, GCOW, SIR	10,71	10,71	12,19	11,65
<b>R, H, MY305, SIR</b>	<b>10,22</b>	<b>10,22</b>	<b>11,67</b>	<b>11,31</b>
III-лактация				
R, H, YC, MC, AC, MY305, FAT, PROT, GCOW, SIR	11,63	11,63	13,83	12,42
<b>R, H, MY305, SIR</b>	<b>10,68</b>	<b>10,68</b>	<b>13,21</b>	<b>11,57</b>
IV-лактация				
R, H, YC, MC, AC, MY305, FAT, PROT, GCOW, SIR	14,72	14,72	16,35	15,50
<b>R, H, MY305, SIR</b>	<b>13,51</b>	<b>13,51</b>	<b>15,57</b>	<b>14,40</b>
V-лактация				
R, H, YC, MC, AC, MY305, FAT, PROT, GCOW, SIR	15,25	15,25	16,72	16,69
<b>R, H, MY305, SIR</b>	<b>12,96</b>	<b>12,96</b>	<b>15,33</b>	<b>14,87</b>

Фертильность коров представляет собой сложный набор признаков, связанных генетическими факторами и факторами окружающей среды. Ее следует анализировать по нескольким признакам. Показатели фертильности могут быть дополнены более высоконаследуемыми интервальными признаками: от отела до первого осеменения, от первого осеменения до плодотворного осеменения, продолжительность стельности, которые позволили бы осуществлять эффективный отбор лучших животных по репродуктивным показателям при индексной оценки фертильности. Признаки, связанные с отелом (дистоция, мертворождение), так же влияют на фертильность и поэтому то же могут быть включены в оценку репродуктивных признаков и признаков отела.

### Литература

1. Программа селекции красно-пестрой породы молочного скота на период 2021-2030 гг. / И. М. Дунин [и др.]. – Лесные Поляны: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 92 с.
2. New composite traits for joint improvement of milk and fertility trait in Holstein dairy cow. / H. Ghiasi, D. Piwczynski, B. Sitkowska, O. Gonzalez-Recio // *Anim Biosci.*, 2021. – № 34 (8). – pp. 1303–1308.
3. Sawicka-Zuqaj, W. The Role Reproduction and Genetic Variation in Polish White-Backed Cows in the Breed Restoration Process. / W. Sawicka-Zuqaj, W. Chabus, K. Kasprzak-Filipek // *Animals (Basel)*, 2022. – № 8 (12). – P. 1485.
4. Cassell, B. G. Maternal and fetal inbreeding depression for 70-day non-return and calving rate in Holsteins and Jerseys. / B. G. Cassell, V. Adamec, R. E. Pearson // *J. Dairy Sci.* – 2003. – no. 86. – pp. 2977–2983.
5. VanRaden, P. M. Effect of Nonadditive Genetic Interactions, Inbreeding, and Recessive Defects on Embryo and Fetal Loss by Seventy Days / P. M. VanRaden, R. H. Miller // *J. Dairy Sci.* – 2006. – no. 89. – pp. 2716–2721.
6. Genetic Evaluation of Female Fertility for Walloon Dairy and Dual Purpose Cows Using a Parity Random Regression Model: First Results / P. Mayers, S. Vanderick, C. Croquet, H. Soyert, H. Hammami, N. Gengler // *Research&Development, Walloon Breeders Association, B-5590 Ciney, Belgium Animal Science Unit, Gembloux University, B-5030 Gembloux, Belgium National Fund for Scientific Research, B-1000 Brussels, Belgium.* 2005.