

С. В. Николаев, И. Г. Конопельцев

Математический способ оценки репродуктивной функции крупного рогатого скота

Аннотация. Репродуктивный потенциал коров и физиологически зрелых телок является одним из определяющих факторов рентабельности молочного скотоводства, поэтому показатель их плодовитости — необходимый критерий хозяйственно полезных качеств. В работе описана и дана сравнительная оценка различных способов определения репродуктивного потенциала у коров с применением математической модели. Установлено, что существующие методы мониторинга воспроизводства не всегда в полной мере характеризуют биологический потенциал самки в тех или иных условиях. Так коэффициент воспроизводительной способности (КВС) показывает лишь репродуктивные качества коров, не учитывая при этом возраста первого отела нетелей, а индекс плодовитости (ИП) невозможно высчитать для первотелок. Коэффициент воспроизводства (КВ) отражает количество приплода полученного за жизнь от животного, однако его значения всегда минимальны для первотелок, и растут по мере увеличения возраста коровы. В связи с выявленными недостатками предложен способ определения «коэффициента плодовитости» (КП), учитывающего межотельные интервалы и возраст первого отела, что позволяет более объективно оценить репродуктивный потенциал животных. С применением разработанного метода был проведен анализ показателей репродукции коров холмогорской породы с различной долей голштинизации одного из хозяйств республики Коми. Установлено, что с ростом кровности по улучшающей породе КП увеличивается. Так разница между животными с кровностью более 50%, достоверно выше на 0,04...0,05 ($P < 0,001$), по сравнению с чистопородным холмогорским скотом, что связано с более ранним первым отелом у помесей.

Ключевые слова: репродуктивная способность, межотельный период, индекс плодовитости, коэффициент воспроизводства, холмогорская порода, голштинизация.

Авторы:

Николаев Семен Викторович — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии, хирургии, акушерства и заразных болезней; e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru;

Конопельцев Игорь Геннадьевич — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии, хирургии, акушерства и заразных болезней; e-mail: konopeltsev60@mail.ru.

Федеральное бюджетное учреждение высшего образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», 610998, Россия, г. Киров, Октябрьский пр-т, д. 133; научный сотрудник Института агrobiотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения РАН, 167023, Россия, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27.

Молочное скотоводство является ведущей отраслью животноводства Российской Федерации и многих стран мира. В современной селекции молочного скота происходят коренные изменения, связанные с достижениями популяционной и молекулярной генетики, биотехнологии и информационных технологий. Одним из предопределяющих факторов экономической эффективности отрасли является репродуктивная способность самок, так как от плодовитости напрямую зависят темпы воспроизводства поголовья стада [1, 2, 3]. В связи с этим возникает потребность в комплексной оценке воспроизводительного потенциала животных в тех или иных условиях, с целью отбора самок с высокими показателями плодовитости для дальнейшего разведения.

Как известно, репродуктивная функция крупного рогатого скота зависит от многих факторов: условий кормления и содержания, уровня продуктивности, квалификации специалистов, породной принадлежности и т.д. [4, 5, 6]. Оценку репродуктивного потенциала коров и телок можно проводить с применением различных показателей: выхода телят на 100 коров, продолжительности сервис-периода и межотельного интервала, возраста первого отела, коэффициента воспроизводства (КВ) и коэффициента воспроизводительной способности (КВС), индекса плодовитости (ИП) и т.д. Однако указанные методы порой в полной мере не отражают, а иногда даже искажают истинные значения репродуктивных качеств животных.

Цель исследований — сравнение различных способов определения плодовитости и разработать новый универсальный метод оценки воспроизводительной функции крупного рогатого скота.

Материалы и методы. На первом этапе исследований проведено сравнение различных способов расчетов на теоретической модели, состоящей из четырех групп по 5 животных в каждой. В первую группу вошли коровы с оптимальными межотельными интервалами (365 дней) и возрастом первого отела (25 месяцев или 760 дней). Во вторую с первым отелом в 36 месяцев (1095 дней) и оптимальным межотельным интервалом. В третью с оптимальным возрастом первого отела и удлиненным межотельным интервалом (430 дней). В четвертую с возрастом первого отела 36 месяцев и удлиненным межотельным интервалом.

Коэффициент воспроизводительной [7] способности определили по формуле предложенной Крамаренко Н. М.:

$$КВС = \frac{365}{МОП},$$

где 365 — количество дней в году; МОП — средний межотельный интервал, дней.

Индекс плодовитости [8] вычислили по формуле предложенной Дохи Я.:

$$ИП = 100 - (В + 2МОП),$$

где В — возраст коровы при первом отеле, месяцев; МОП — средний межотельный интервал, месяцев.

Коэффициент воспроизводства [9] находили по формуле Виничука Д. Т.:

$$КВ = \frac{КТ}{В},$$

где КТ — количество телят или отёлов коровы, В — возраст коровы в годах.

Также была предложена альтернативная методика определения показателей воспроизводства, с применением следующей формулы:

$$КП = КО / \left(\frac{В2 - В1}{365} + 1 \right),$$

где КП — коэффициент плодовитости, КО — номер последнего по счету отела (возраст отелов), В2 — возраст последнего отела (дней), В1 — оптимальный возраст первого отела (дней).

С применения разработанного способа были определены показатели репродукции животных с различным генотипом одного из хозяйств республики Коми, занимающегося разведением крупного рогатого скота холмогорской породы. Данные были получены с использованием программы племенного учета «Селэкс». Животных в зависимости от кровности по голштинской породе путем случайной выборки разделили на 6 групп. В первую группу вошли самки с кровностью 75...98% по улуч-

шающей породе, во вторую с кровностью 51...75%, в третью помеси первого поколения двух пород (50%), в четвертую с кровностью 25...49%, в пятую 1...25%, в шестую чистопородный холмогорский скот.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых показателей определяли с применением критерия Стьюдента [10].

Результаты исследований. Как известно КВС, предложенный Крамаренко Н. М. отражает выход телят от коровы (стада) за все лактации, однако как показано в таблице 1, его недостатком для комплексной оценки биологического потенциала самки в виде репродуктивной способности, является отсутствие учета возраста первого отела. Так при оптимальном межотельном периоде, но позднем первом отеле (группа 2) цифровые значения указывают на высокую репродуктивную способность данных животных. У первотелок КВС вычислить невозможно.

ИП — обобщенный показатель, отражающий пожизненную плодовитость животного. При его определении наряду с межотельным периодом учитывается возраст коровы при первом отеле. Считается, что при ИП равном 48 и выше, плодовитость считается хорошей, при цифровом значении равном 41...47 — средней, при 40 и менее — низкой. Как показано в таблице 1, данный показатель изменяется как в зависимости от возраста первого отела, так и среднего межотельного интервала. Однако ИП не отражает абсолютного количества недополученного потомства от животного, и является условным показателем. Отрицательным моментом можно считать и неприменимость данного метода к первотелкам.

КВ — отражает количество полученных телят (или количество отелов) от коровы за жизнь. Как видно из цифровых значений, показатель зависит как от возраста первого отела, так и межотельных интервалов. Однако изменения показателей, принимают прямую зависимость от количества отелов: чем больше у животного отелов, тем выше КВ и наоборот, чем меньше, тем ниже. Таким образом, с использованием данного метода, трудно судить о репродуктивном потенциале разных стад.

С учетом недостатков описанных методов, нами был предложен способ определения «индекса плодовитости» который учитывает возраст первого отела животного, и межотельные интервалы всех последующих лактаций. Предложенная формула вычисления имеет следующий вид:

$$КП = КО / \left(\frac{В2 - В1}{365} + 1 \right).$$

Значение оптимального возраста первого отела (В1) можно изменять согласно требованиям предъявляемым к породе или внутри хозяйства (в нашем случае было взято 760 дней). Показатель можно вычислить с применением в расчетах месяцев, а не дней, в этом случае в значения В1 и В2 подставляют возраст животного в месяцах, а 365 меняют на 12.

Как показано в таблице 1, разработанный метод зависит как от возраста первого отела животного, так и последующих межотельных интервалов. Положительной чертой является возможность объективно определить показатель плодовитости у первотелок.

КП полностью отражает количество недополученного потомства от животного за всю жизнь,

Таблица 1. Цифровые значения оценки показателей репродукции определенных различными методами

№	№ лак- тации	Возраст 1-го отела		Возраст на момент последнего отела		Средний МОП		КВС	ИП	КВ	КП
		Мес.	Дней	Мес.	Дней	Мес.	Дней				
1 группа (с оптимальным возрастом отела и межотельным периодом)											
1	1	25	760	25	760	—	—	—	—	0,48	1,00
2	2	25	760	37	1125	12	365	1,00	51,0	0,65	1,00
3	3	25	760	49	1490	12	365	1,00	51,0	0,73	1,00
4	5	25	760	73	2220	12	365	1,00	51,0	0,82	1,00
5	10	25	760	133	4045	12	365	1,00	51,0	0,90	1,00
2 группа (с поздним возрастом первого отела и оптимальным межотельным периодом)											
1	1	36	1095	36	1095	—	—	—	—	0,33	0,52
2	2	36	1095	48	1460	12	365	1,00	40,0	0,50	0,69
3	3	36	1095	60	1825	12	365	1,00	40,0	0,60	0,77
4	5	36	1095	84	2555	12	365	1,00	40,0	0,71	0,84
5	10	36	1095	144	4380	12	365	1,00	40,0	0,83	0,92
3 группа (с оптимальным возрастом первого отела и удлиненным межотельным периодом)											
1	1	25	760	25	760	—	—	—	—	0,48	1,00
2	2	25	760	39	1190	14	430	0,85	46,7	0,61	0,92
3	3	25	760	53	1620	14	430	0,85	46,7	0,68	0,89
4	5	25	760	82	2480	14	430	0,85	46,7	0,74	0,88
5	10	25	760	152	4630	14	430	0,85	46,7	0,79	0,86
4 группа (с поздним возрастом первого отела и удлиненным межотельным периодом)											
1	1	36	1095	36	1095	—	—	—	—	0,33	0,52
2	2	36	1095	50	1525	14	430	0,85	35,7	0,48	0,65
3	3	36	1095	64	1955	14	430	0,85	35,7	0,56	0,70
4	5	36	1095	93	2815	14	430	0,85	35,7	0,65	0,75
5	10	36	1095	163	4965	14	430	0,85	35,7	0,74	0,80

Таблица 2. Показатели воспроизводительной функции коров холмогорской породы с различной степенью голштинизации

Группа (степень голштинизации, %)	n	Средний возраст, отелов	Возраст 1-го отела, мес.	Средний МОП, дней	КВС	ИП	КВ	КП
1 (76-98)	90	2,99±0,20	27,0±0,2	387,0±4,7	0,95±0,01	47,2±0,5 ¹	0,63±0,02	0,90±0,01 ⁴
2 (51-75)	467	2,84±0,09	27,2±0,1	385,4±2,1 ¹	0,96±0,01	47,2±0,2 ¹	0,61±0,01 ¹	0,91±0,01 ^{1,6}
3 (50)	167	3,65±0,18*	27,4±0,2	389,0±3,2 ¹	0,95±0,01	47,0±0,4 ¹	0,65±0,01 ³	0,87±0,01 ³
4 (26-49)	295	3,16±0,14	28,2±0,2	378,6±2,2 ²	0,97±0,01	46,2±0,3 ³	0,62±0,01 ⁴	0,88±0,01 ³
5 (1-25)	183	3,18±0,15	27,7±0,2	385,1±3,1	0,96±0,01	46,7±0,3	0,63±0,01	0,89±0,01
6 (0)	498	3,87±0,12*	28,7±0,1*	379,6±1,4	0,97±0,01	46,0±0,2	0,64±0,01 ²	0,86±0,01 ⁵

Достоверно ($P < 0,05...0,001$) по отношению к животным: *других групп; ¹6 группы; ²2 и 3 группы; ³2 группы; ⁴3 группы; ⁵1 группы; ⁶4 группы.

значение которого можно высчитать по следующей формуле:

$$НТ = КО * (1 - КП),$$

где НТ — недополученное количество телят, КО — количество отелов, КП — коэффициент плодовитости. Так, например, если за 10 отелов коровы (животное № 5 группа 4), данный показатель составил 0,80, то от нее за жизнь недополучили два теленка $((1,0 - 0,80) * 10 = 2)$.

На следующем этапе провели оценку репродуктивных показателей холмогорского скота с различной степенью голштинизации одного из хозяйств республики Коми с применением указанных методов (табл. 2).

Анализ данных показал, что самый низкий средний возраст имела группа коров с кровностью более 50% по улучшающей породе (2,84...2,99 отела), где наблюдали самый ранний первый отел (27,0...27,2 месяца), при этом самыми возрастными были чистопородные животные (3,87 отела) и помеси первого поколения с голштинской породой (3,65 отела). Чистопородные животные и помеси с кровностью 26—49% по голштинам, имели самый поздний возраст первого отела (28,2...28,7 мес.), но при этом в данных группах наблюдали самый короткий интервал между отелами (378,6...379,6 дней).

КВС во всех группах не имел достоверного различия, и находился в пределах 0,95...0,97, с наибольшим значением у чистопородных коров и помесей с кровностью 26...49%. С ростом кровности

по улучшающей породе наблюдалось увеличение ИП, что связано с более ранним отелом нетелей помесного скота. Так разница между чистопородными и высококровными помесами составила 1,2. КВ имел прямую зависимость от возраста группы: самый высокий был у помесей с кровностью 50% — 0,65, а самый низкий у животных с кровностью 51...75% — 0,61.

Наибольшим КП обладали коровы с кровностью более 50% по улучшающей породе (0,90...0,91), а наименьшим чистопородный холмогорский скот (0,86). Таким образом, с учетом оптимального коэффициента, от группы из 476 коров с кровностью 51...75% за 2,99 отелов не получили почти около 128 телят, а от 498 чистопородных коров за 3,87 лактации около 270 телят.

Заключение. Как показали проведенные исследования, общепринятые методы оценки репродуктивных качеств не всегда в полной мере характеризуют биологический потенциал самки при тех или иных условиях. Так КВС показывает лишь значения для коров, не учитывая при этом возраст первого отела, применение же ИП для первотелок не возможно, сам показатель при этом условный. КВ отражает количество приплода полученного за жизнь от животного, однако он минимален для первотелок, и растет по мере увеличения возраста коровы. Разработанный способ определения «коэффициента плодовитости», учитывающий и возраст первого отела и межотельные интервалы, позволяет более объективно оценить репродуктивный потенциал животных.

Литература

1. Конопельцев И. Г. Воспроизводительная функция коров молочных пород в зависимости от различных факторов / И. Г. Конопельцев, С. В. Николаев, Л. В. Бледных // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак почета» ГАВМ». — 2017. — Т. 53. — № 1. — С. 70—75.
2. Конопельцев И. Г. Лечебно — профилактическая эффективность озонированной эмульсии при послеродовом эндометрите у коров — первотелок / И. Г. Конопельцев, С. В. Николаев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2016. — № 4. — С. 119—124.
3. Николаев С. В. Применение озонированной эмульсии при терапии задержания последа и острого эндометрита у коров-первотелок / С. В. Николаев, И. Г. Конопельцев // Иппология и ветеринария. — 2016. — № 2. — С. 99—107.
4. Николаев С. В. Влияние инъекционных витаминно-минеральных препаратов ультравит, фермивит Se и седимин Se на воспроизводительную способность ремонтных телок / С. В. Николаев, И. Г. Конопельцев // Знания молодых: наука, практика и инновации: Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., аспирантов и молодых ученых. Ч.1. — Киров, 2016. — С. 228—232.
5. Николаев С. В. Воспроизводительные качества коров холмогорской породы в сравнении с другими породами скота молочного направления в Республике Коми / С. В. Николаев, И. Г. Конопельцев, В. С. Матюков // Современные научно-практ. достижения в ветеринарии; Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. — Выпуск 10. — Киров. — 2019. — С. 52—56.
6. Николаев С. В. Оплодотворяемость молочных коров в зависимости от различных факторов и синхронизации половой цикличности / С. В. Николаев, И. Г. Конопельцев // Современные научно-практ. достижения в ветеринарии; Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. — Выпуск 10. — Киров. — 2019. — С. 47—52.

7. Крамаренко Н. М. Организация воспроизводства стада и племенной работы в условиях промышленной технологии производства молока, — М., 1974. — 209 с.
8. Дохи Я. Простой метод выражения плодовитости / Я. Дохи // Вестник венгерской сельскохозяйственной науки. — 1961. — № 3. — С. 27–29.
9. Винничук Д. Т. Пути создания высокопродуктивного молочного стада / Д. Т. Винничук, П. М. Межежко. — К.: Урожай, 1983. — 152 с.
10. Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. — М.: Колос, 1970. — 422 с.

Nikolaev S. V., Konopeltsev I. G.

Mathematical method of estimation of reproductive capacity of cattle

Abstract. *The reproductive potential of females is one of the determining factors of profitability of dairy cattle breeding, so the fertility of animals is a necessary criterion for evaluating different breeds of cattle. The paper describes and gives a comparative assessment of various methods of determining the reproductive potential of cows using a mathematical model. It is established that the existing methods of monitoring reproduction do not always fully characterize the biological potential of the female in certain conditions. Thus, the coefficient of reproductive ability shows only the reproductive qualities of cows, without taking into account the age of the first calving of the heifers, and the fertility index can not be calculated for the first calves. The reproduction coefficient reflects the number of offspring received during the life of the animal, but its values are always minimal for the first-born, and grow as the age of the cow increases. In connection with the identified shortcomings, a method for determining the «fertility coefficient» is proposed, taking into account the interbody intervals and the age of the first calving, which allows for a more objective assessment of the reproductive potential of animals. With the use of the developed method, the analysis of reproduction indicators of cows of the Kholmogorsky breed with a different share of Holstein of one of the farms of the Komi Republic was carried out. It is established that with the growth of blood on improving breed fertility coefficient in this economy increases. So the difference between animals with blood more than 50%, was significantly higher by 0.04...0.05 ($P < 0.001$), compared with purebred Kholmogorsky cattle, which is associated with the earlier first calving in crossbreed cattle.*

Key words: reproductive ability, interbody period, fertility index, reproduction coefficient, holmogorsky breed, holstinization.

Authors:

Nikolaev Semyon Viktorovich — candidate of veterinary Sciences, associate Professor of the Department of therapy, surgery, obstetrics and infectious diseases Federal budgetary institution of higher education «Vyatka state agricultural Academy», 610998, Russia, Kirov, Oktyabrsky Ave., 133; researcher of the Institute of agrobiotechnologies. A. V. Zhuravsky Komi scientific center of the Ural branch of the RAS, 167023, Russia, Syktyvkar, str. rucheynaya, 27, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru;

Konopeltsev Igor Gennadievich — doctor of veterinary Sciences, Professor of the Department of therapy, surgery, obstetrics and infectious diseases Federal budgetary institution of higher education «Vyatka state agricultural Academy», 610998, Russia, Kirov, Oktyabrsky Ave., 133, e-mail: konopeltsev60@mail.ru.

References

1. Konopeltsev I. G. Reproductive function of dairy cows depending on various factors / I. G. Konopeltsev, S. V. Nikolaev, L. V. Blednykh // Scientific notes of UO «Vitebsk Order of the Badge of Honor» GAVM». — 2017. — V. 53. — № 1. — P. 70–75.
2. Konopeltsev I. G. The therapeutic and prophylactic effectiveness of ozonized emulsion in postpartum endometritis in cows — first-calf / I. G. Konopeltsev, S. V. Nikolaev // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. — 2016. — № 4. — P. 119–124.
3. Nikolaev S. V. The use of ozonized emulsion in the treatment of retention of the afterbirth and acute endometritis in first-calf cows / S. V. Nikolaev, I. G. Konopeltsev // Ippology and veterinary medicine. — 2016. — № 2. — P. 99–107.
4. Nikolaev S. V. Effect of injectable vitamin and mineral preparations ultravit, Fermivit Se and Sedimin Se on the reproductive capacity of repair heifers / S. V. Nikolaev, I. G. Konopeltsev // Young Knowledge: Science, Practice and Innovation: Sat scientific tr Int. scientific-practical conf., graduate students and young scientists. Part 1. — Kirov, 2016. — P. 228–232.
5. Nikolaev S. V. Reproductive qualities of cows of Kholmogorsk breed in comparison with other cattle of dairy cattle in the Republic of Komi / S. V. Nikolaev, I. G. Konopeltsev, V. S. Matyukov // Modern scientific and practical. advances in veterinary medicine; Sat Articles Intern. scientific and practical conf. — Issue 10. — Kirov. — 2019. — P. 52–56.
6. Nikolaev S. V. Fertilization of dairy cows depending on various factors and synchronization of sexual cycles / S. V. Nikolaev, I. G. Konopeltsev // Modern scientific and practical. advances in veterinary medicine; Sat Articles Intern. scientific and practical conf. — Issue 10. — Kirov. — 2019. — P. 47–52.
7. Kramarenko N. M. Organization of herd reproduction and breeding in the conditions of industrial technology for milk production, — M., 1974. — 209 p.
8. Doha J. A simple method of expressing fertility / J. Doha // Bulletin of Hungarian agricultural science. — 1961. — № 3. — P. 27–29.
9. Vinnichuk D. T. Ways to create a highly productive dairy herd / D. T. Vinnichuk, P. M. Merezko. — K.: Harvest, 1983. — 152 p.
10. Merkuryev E. K. Biometry in the selection and genetics of farm animals / E. K. Merkuryev. — M.: Kolos, 1970. — 422 p.