

О. Е. Барсукова

Перспективы улучшения репродуктивных показателей и долголетия коров черно-пестрой породы

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы улучшения репродуктивных показателей и долголетия животных при совершенствовании товарного стада «Ряжская МТС» Рязанской области за счет использования быков голштинской породы с генетической оценкой по индексам фертильности и долголетия. Проведен предварительный анализ о влиянии высоких и низких значений индексов быков на кратность осеменения телок, возраст первого отела телок, а также кратность осеменения, сервис-период, межотельный период коров и их выживание до 3 лактации. Выявлено, что у дочерей быков с отрицательным значением индекса HCR (от -1,5 до -1,3) и индекса DPR (от -4,3 до -2,3) наблюдался самый высокий расход спермы на плодотворное зачатие — 1,9 и 2,0 дозы соответственно. По мере повышения индекса HCR и DPR у быков кратность осеменения телки снижалась. Самый низкий показатель (1,2) наблюдался у телок, отцы которых имели наивысший индекс HCR (от +1,3 до +5,7) и DPR (от +1,0 до +5,0). У дочерей быков с отрицательными значениями индексов HCR (от -1,5 до -1,3) и DPR (от -4,3 до -2,3) возраст 1 отела составлял 25,7 и 27,1 месяца, с положительными значениями HCR (от +1,3 до +5,7) и DPR (от +1,0 до +5,0) — 23,2 и 23,0 месяца соответственно. Среди отцов завозного поголовья носители гаплотипов, влияющих на воспроизводство, в основном находились в группах с отрицательными значениями HCR и DPR. Среди дочерей быков с высоким значением индекса DPR и PL до третьей лактации дожили 21,8% коров, среди дочерей быков с низкими значениями только 5%. У дочерей быков с высокими значениями индекса отмечена тенденция снижения количества осеменений на зачатие, сервис-периода и интервала между отелами.

Ключевые слова: селекция, голштинский бык, молочный скот, воспроизводство, продуктивная жизнь, долголетие.

Автор:

Барсукова Ольга Евгеньевна — старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «ФНЦ–ВИЖ имени академика Л.К.Эрнста», 196601, г.Санкт-Петербург, п. Тярлево, Московское шоссе, д. 55А; e-mail: o_bars@mail.ru.

Введение. В последние годы селекция молочного скота во всем мире направлена на выведение здоровых и плодовитых животных, которые быстро растут, способны в более раннем возрасте начинать лактацию без негативных последствий для будущей продуктивности и долголетия. Такие животные должны быть в состоянии реализовать свой генетический потенциал, ведя долгую и продуктивную жизнь в условиях промышленной технологии.

Разработка программы генетической оценки фертильности коров (DPR) в США в 2003 году и других связанных с ней признаков, таких как продуктивная жизнь (PL) и в дальнейшем включение в оценку оплодотворяемости телок (HCR), оплодотворяемости коров (CCR), а также добавление в оценку геномной информации позволили остановить негативную тенденцию снижения плодовитости коров в голштинской породе [1, 2]. Генетический потенциал признаков плодовитости за последние 8 лет вырос.

HCR (Heifer conception rate) — скорость зачатия или оплодотворяемость телок — способность телки к зачатию [3] определяется как процент осемененных телок, которые забеременели при каждом осеменении. Оценка индекса HCR быка равная +1,0 означает, что у дочерей этого быка на 1% больше вероятности забеременеть, чем у дочерей быка с оценкой ноль [4]. Индекс HCR связан с возрастом первого отела. Каждый 1% увеличения индекса HCR, по данным голштинской ассоциации США, приводит к снижению возраста 1 отела на 0,54 дня [5]. Возраст первого отела является важным признаком, который связан с продолжительностью жизни и влияет на последующую продуктивность [6]. Кроме того, отбор коров, которые имеют более молодой возраст при первом отеле, повышает прибыльность стада, сводя к минимуму затраты на выращивание. Сегодня актуально получать животных, которые начнут приносить прибыль в более раннем возрасте без негативных последствий для будущей продуктивности и долголетия [7].

DPR (Daughter Pregnancy Rate) — индекс стельности или оплодотворяемость дочерей — общая способность коровы начинать цикл, показывать охоту, осеменяться и поддерживать стельность [3]. Показывает, как быстро коровы становятся стельными после отела, и определяется как процент нестельных коров, которые стали стельными в течение каждого 21-дневного цикла. Оценка DPR быка равная +1,0 означает, что у дочерей этого быка на 1% больше вероятности стать стельными в течение периода охоты, чем у дочерей быка с оценкой ноль [4]. Наличие высоких генетических взаимосвязей с такими признаками как количество осеменений (0,77), скорость зачатия (0,68), интервал между отелами (0,80), сервис-период (0,91–0,99) указывают на то, что можно ожидать, что положительная оценка быка по индексу DPR улучшит у дочерей как скорость зачатия, так и количество дней до первого осеменения [8,9]. Кроме того, высокая генетическая корреляция между сервис-периодом и частотой наступления стельности свидетельствует, что единственный способ сократить количество дней сервис-периода у коров — это быстрее стать стельной. Каждое увеличение на 1% индекса DPR быка ведет к снижению у дочерей сервис-периода на 4 дня [10]. По мнению доктора К. Вейгеля [9] это можно интерпретировать следующим образом. Если в стаде средний сервис-период составляет 153 дня, то можно ожидать, что средний сервис-период дочерей быка с оценкой индекса DPR = +2,4% составит 143,4 дня (+2,4% умножить на 4 дня = -9,6 дней, 153 дня - 9,6 дней = 143,4 дня). И наоборот, если оценка быка по индексу DPR = -2,0%, то средний сервис-период у дочерей такого быка будет 161 день (153 дня + 8,0 дней = 161 день) [9]. Высокая генетическая корреляция с продуктивной жизнью (0,59–0,64) показывает, что фертильность коров играет основную роль в долголетию [5, 10, 11].

В рамках генетического тестирования селекционеры имеют возможность доступа к информации о гаплотипах, влияющих на рождаемость и мертворождение [12, 13, 14], которые обычно сообщаются для отслеживания статуса носителей. Группа американских исследователей (Коль и др.) отметили, что гаплотипы фертильности привели к экономическим потерям в США почти в 11 млн. долл. из-за сокращения рождаемости и перинатальной смерти теленка и что их можно избежать, не скрещивая носителя с носителем [14].

Каждый гаплотип представляет собой особое генетическое состояние. Они не связаны друг с другом. Гаплотипы не окажут влияния, если бык, гетерозиготный по гаплотипу HH1 в паре с ко-

ровой гетерозиготной с гаплотипом HH2. Риск возникает только тогда, когда в подборе пар участвуют животные гетерозиготные по одному и тому же гаплотипу. Воздействие гаплотипов на фертильность меняется и зависит от частоты их распространения в породе. В настоящее время частота возникновения гаплотипов в генотипированной популяции голштинской породы составляет: HH0 — 3,9%, HH1 — 3,0, HH2 — 2,2%, HH3 — 5,5%, HH4 — 0,5%, HH5 — 4,2% [15], HH6 — 0,5% [16, 17, 18]. Негативное влияние этих гаплотипов учитывается в индексе оплодотворяющей способности семени быка (SCR), в индексах фертильности (DPR, CCR, HCR), индексе пожизненной прибыли (LNM) [19, 20, 21], а также в субиндексе Фертильности, входящем в индекс идеальной коммерческой коровы (ICC\$), разработанный компанией GENEX [22,23]. Используя данные индексы при отборе быков, можно нивелировать эти генетические состояния.

Современные мировые достижения в области геномной и традиционной селекции молочного скота являются хорошей базой знаний для принятия обоснованных решений при совершенствовании хозяйств в различных регионах РФ. На формирование племенных и продуктивных качеств отечественного черно-пестрого скота оказывают влияние быки-производители различного происхождения. В основном североамериканского и европейского, принадлежащие как отечественным племпредприятиям, так и компаниям, завозящим в страну импортную сперму. Производители характеризуются различной племенной ценностью по признакам продуктивности (удой, жир, белок), воспроизводства (HCR — индекс зачатия телок, CCR — индекс зачатия коров, DPR — индекс стельности дочерей), долголетия (PL) и другим. А также наличием или отсутствием различных рецессивных дефектов и гаплотипов фертильности. В результате использования этих быков в отечественных стадах получены животные с разным уровнем фенотипического развития признаков, что дает возможность для их анализа.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в ООО «Ряжская МТС» Рыбинской области. Надой молока на фуражную корову (n=1000) по производственному отчету за 2017 год составил 5015 кг молока, 3,65% жира и 3,02% белка. В 2014, 2015 и 2017 годах в хозяйство для обновления собственного неоднородного низкопродуктивного маточного поголовья были завезены голштинизированные нетели (n=382) — дочери 54 быков из 10 племенных хозяйств Рыбинской и Вологодской областей.

В дальнейшем планируется повышать генетический потенциал стада как по молочной продук-

тивности, так и по функциональным признакам через селекционно-племенную работу с животными. Большое внимание будет уделено отбору быков для закрепления. Для лучшего понимания, каких быков использовать в стаде каждый завоз был проанализирован (отец, отец матери, кем осеменяли телку) по происхождению, наличию рецессивных дефектов и гаплотипов, влияющих на воспроизводство, а также оценки по качеству потомству. Данную информацию брали из открытых источников (сайты голштинских ассоциаций разных стран, каталоги быков-производителей Российских племпредприятий).

Результаты исследований. Нетели являлись потомками быков черно-пестрой и голштинской породы различного происхождения: отечественного, североамериканского, европейского и принадлежали различным Российским племпредприятиям и компаниям, которые завозят в страну импортную сперму.

В ООО «Ряжская МТС» проводится работа по увеличению прироста живой массы молодняка, чтобы сократить время его выращивания. По данным электронной базы данных телки, которые родились в хозяйстве ($n=187$), осеменялись в возрасте 20,7 месяцев при живой массе 373 кг, первый отёл происходил в 29,8 месяцев. Последующая молочная продуктивность по законченной лактации составляла 5113 кг молока. Наименьшая продуктивность выявлена у животных, у которых первое осеменение проходило в возрасте 21 месяц и более (4871 кг молока). Молодые первотелки ($n=280$) с незаконченной лактацией имели возраст 1 осеменения 19,3 месяца (живая масса 376 кг), и их отел проходил в 29,4 месяцев.

В связи с этим вызывает интерес завозное поголовье 2017 года ($n=209$), которое характеризовалось самым низким возрастом при первом осе-

менении — 14,7 месяцев при живой массе 401 кг. Нетели растелились в 24,5 месяцев. Кратность осеменения телок в среднем составляла 1,7 дозы. Среди общего количества отцов ($n=34$) этого завоза было выявлено 16 быков-производителей (47%), у которых имелась информация по основным индексам воспроизводства и гаплотипам, влияющим на плодовитость. На осеменение их дочерей расходовалось 1,5 дозы спермы. Но в зависимости от племенной ценности быка как по индексу оплодотворяемости телок (HCR), так и в целом по оплодотворяемости дочерей (DPR) были выявлены различия (табл. 1).

У дочерей быков с отрицательным значением HCR от -1,5 до -1,3 наблюдался самый высокий расход спермы на зачатие — 1,9 дозы. Первый отел проходил в 25,7 месяца. По мере повышения значения индекса HCR быка кратность осеменения телки снижалась. Самый низкий показатель наблюдался у телок, отцы которых имели положительно высокий индекс HCR — от +1,3 до +5,7. Возраст первого отела таких телок составлял 23,2 месяца. В этой группе не все средние значения индексов имели положительные значения и были больше индекса HCR.

Американский исследователь Д. Хансон [24] показывал, что у дочерей быков с ростом индекса DPR (от 0 до 2) увеличивается степень оплодотворяемости телок от 33% до 43% и уменьшается расход спермы на плодотворное зачатие с 3,1 до 2,3. В таблице 2 представлены данные о влиянии индекса стельности (DPR) быка-отца на кратность осеменения телок. Оказалось, что самый высокий расход спермы на плодотворное зачатие отмечен в интервале DPR от -4,3 до -2,3 (возраст 1 отела 27,1 мес.), самый низкий — от 1,0 до 5,0 (возраст 1 отела 23,0 месяца).

Предварительный анализ с использованием небольшого числа животных показал, что выявленные

Таблица 1. Влияние индекса HCR быка-отца на кратность осеменения телки

Уровень HCR быка-отца	Число быков		Число телок		Средние значения индексов быка					Число осеменений телки	Возраст 1 отела
	n	%	n	%	FI	DPR	HCR	CCR	PL		
-1,5...-1,3	3	100	14	100	-0,5	-0,2	-1,4	-1,2	0,1	1,9	25,7
Гаплотипы	2	67	12	86	-0,5	-0,5	-1,4	-1,3	0,4	1,8	
Чистые	1		2		-0,8	-0,1	-1,4	-1,0	1,2	2,0	
-0,8...+1,0	5	100	33	100	-1,2	-1,5	0,1	-1,8	0,3	1,6	25,2
Гаплотипы	3	60	15	45	-1,2	-1,2	-0,4	1,9	0,3	1,8	
Чистые	2		18		-1,2	-1,6	0,5	-1,6	0,4	1,4	
+1,3...+5,7	8	100	50	100	2,2	1,9	2,6	3,1	2,9	1,2	23,2
Гаплотипы	2	25	9	18	0,0	-0,5	1,8	0,2	-1,1	1,3	
Чистые	6		41		2,7	2,5	2,7	3,7	3,7	1,2	
Итого	16		97		0,7	0,5	1,2	0,8	2,0	1,5	24,2

Примечание: FI — индекс фертильности, DPR- индекс стельности дочерей, HCR- индекс зачатия телок, CCR- индекс зачатия коров, PL- продуктивная жизнь.

носители гаплотипов, влияющих на воспроизводство, в основном находились в группах с отрицательными значениями индексов фертильности HCR и DPR. Так при положительных значениях в интервале HCR от +1,3 до +5,7 и в интервале DPR от +1,0 до +5,0 наблюдалось наименьшее число быков-носителей — 25% и 17% соответственно. Высокое значение индекса продуктивной жизни (PL=3,9) говорит о том, что дочери таких быков будут жить в стаде дольше.

В ООО «Ряжское МТС» за последние 2 года по данным бонитировки наблюдается тенденция снижения продолжительности сервис-периода. В 2017 году, по данным бонитировки, при средней продуктивности коров (n=658) по стаду 5239 кг молока, продолжительность сервис-периода составила 130 дней. Количество животных, имеющих сервис-период более 121 дня, составляло 41,5%.

Среди завозного поголовья 2014–2015 года и коров собственного стада хозяйства было выявлено 330 дочерей, у которых отцы (n=14) имели оценку по индексам воспроизводства и продуктивной жизни. В таблице 3 показан средний уровень развития признаков плодовитости коров, которые дожили в условиях хозяйства до 4 отела и закон-

чили 3 лактацию в зависимости от оценки быка-отца по индексу DPR, племенная ценность которого варьировала от -3,5 до 1,3.

Следует отметить, что первотелки, у которых оценка отца по индексу DPR была высокой (больше нуля), имели тенденцию снижения кратности осеменения (-0,1 дозы), сервис-периода (-4 дня) и межотельного периода (-8 дней) по сравнению с дочерьми быков с более низкими значениями DPR. По мере того, как коровы становились старше, разница увеличивалась: по кратности осеменения на -0,9 дозы, по сервис-периоду на -22 дня, по межотельному периоду на -15 дней. Среди дочерей быков с положительной оценкой индекса DPR и PL до третьей лактации дожили 21,8% поголовья, среди дочерей быков с отрицательной оценкой — только 5%.

Таким образом, предварительный анализ на небольшом поголовье показал, что, выбирая быков с высокими положительными значениями индексов плодовитости и долголетия, можно улучшить воспроизводительную функцию, которая будет способствовать долгой продуктивной жизни животных в стаде, а также нивелировать экономические потери от влияния гаплотипов фертильности.

Таблица 2. Влияние индекса DPR быка-отца на кратность осеменения тёлки

Уровень HCR быка-отца	Число быков		Число телок		Средние значения индексов быка					Число осеменений тёлки	Возраст 1 отела
	n	%	n	%	FI	DPR	HCR	CCR	PL		
-4,3...-2,3	2	100	12	100	-3,5	-3,3	-0,5	-3,4	-0,5	2,0	27,1
Гаплотипы	1	50	6	50	-2,8	-2,3	-0,6	-3,1	0,4	2,2	
Чистые	1		6		-2,1	-4,3	-0,3	-3,6	-1,3	1,8	
-1,2...+0,2	8	100	45	100	-0,3	-0,5	0,2	-0,9	1,0	1,5	24,1
Гаплотипы	5	63	29	45	-0,4	-0,5	-0,2	-1,0	0,9	1,6	
Чистые	3		16		-0,5	-0,4	0,7	-0,7	1,1	1,3	
+1,0...+5,0	6	100	40	100	2,9	2,7	2,8	4,0	3,9	1,2	23,0
Гаплотипы	1	17	1	3	2,9	4,7	2,6	5,5	5,4	1,0	
Чистые	5		39		4,5	2,6	2,8	3,9	3,9	1,2	

Примечание: FI — индекс фертильности, DPR- индекс стельности дочерей, HCR- индекс зачатия телок, CCR- индекс зачатия коров, PL- продуктивная жизнь.

Таблица 3. Средний уровень развития признаков плодовитости

Лактация	Средний индекс быка		Число дочерей	%	КО	СП	ДД	Удой за лактацию, кг		МОП, дней
	DPR	PL						за всю	на 1 день	
1	-2,8	-1,6	160	100	2,1	140	350	5710	16,3	405
	0,9	0,8	170	100	2,0	136	333	5393	16,2	397
					-0,1	-4	-17	-317	-0,1	-8
3	-2,8	-1,6	8	5,0	3,1	155	351	6357	18,1	396
	0,9	0,8	37	21,8	2,2	133	312	5578	17,9	381
					-0,9	-22	-39	-779	-0,2	-15

Примечание: DPR — индекс стельности дочерей, PL — продуктивная жизнь, КО — кратность осеменения ко второму и четвертому отелу, СП — сервис-период, ДД — дойные дни, МОП — межотельный период

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований по теме государственного задания № AAAA-A18-118021590134-3.

В исследованиях использованы материалы Селекционного центра по черно-пестрой и голштинской породе (ВНИИГРЖ).

Литература

1. Di Croce F. Genomic Information to Improve Fertility in Dairy Cattle / F. Di Croce, A. McNeel, D. Weigel, B.Reiter // *Novos Enfoques Symposium*. 2017.
2. Cole J. B. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices / J. B. Cole, P. M. VanRaden // *J. Dairy Sci.* — 2018. — Volume 101(4) — P. 3686–3701. doi: 10.3168/jds.2017-13335
3. Holstein Association USA, Inc. TPI Formula — August 2017. Fertility Index (FI).
4. Council on Dairy Cattle Breeding. 2014. Description of National Genetic Evaluation Systems.
5. VanRaden P.M. Net merit as a measure of lifetime profit: 2017 revision. Animal Improvement Program, Animal Genomics and Improvement Laboratory, Agricultural Research Service. USDA. Beltsville, MD 20705–2350.
6. Eastham N. T. Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows / N. T. Eastham, A. Coates, P. Cripps, H. Richardson, R. Smith, G. Oikonomou // *PLoS One*. — 2018. — 13(6): e0197764. doi: 10.1371/journal.pone.0197764
7. Hutchison J. L. Genomic evaluation of age at first calving / J.L. Hutchison, P. M. VanRaden, D. J. Null, J. B. Cole, D. M. Bickhart // *J. Dairy Sci.* — 2017. — Volume 100(8) . — P. 6853–6861. doi: 10.3168/jds.2016-12060.
8. Dechow C. Improving Cow Fertility // 2008. The Pennsylvania State University.
9. Weigel K. New Evaluations Offer a Genetic Approach to Improving Cow Fertility / K. Weigel, P. VanRaden // February 11, 2002.
10. VanRaden P. M. Development of a national genetic evaluation for cow fertility / P. M. VanRaden, A. H. Sanders, M. E. Tooker, R. H. Miller, H. D. Norman, M.T. Kuhn, G. R. Wiggans // *J. Dairy Sci.* — 2004. — Volume 87. — P. 2285-2292. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1
11. Donald Bennink. Importance of Health and Fertility Traits — A Producers Perspective // *WCDS Advancers in Dairy Technology*. — 2012. — Volume 24. — P. 69–82.
12. Van Doormaal B. Haplotypes Impacting Fertility. Canadian Dairy Network. August. 2013.
13. VanRaden P., Null D., Hutchison J., Cooper T. 2013 New fertility and stillbirth haplotypes and changes in haplotype status. Changes to evaluation system (August 2013). Council on Dairy Cattle Breeding.
14. Cole J. B. Phenotypic and genetic effects of recessive haplotypes on yield, longevity, and fertility / J. B. Cole, D. J. Null, P. M. VanRaden // *Journal of Dairy Science*. — 2016. — Volume 99 (9). — P.7274-7288. doi: 10.3168/jds.2015-10777.
15. Null D. J. Discovery of a haplotype affecting fertility in Ayrshire dairy cattle and identification of a putative causal variant / D. J. Null, J. L. Hutchison, D. M. Bickhart, P. M. VanRaden, J. B. Cole // *ADSA Annual Meeting*, Pittsburgh, PA, 26 June 2017.
16. Holstein Association USA. New Haplotype Impacting Fertility Reported in December 2018.
17. VanRaden P. Changes in Haplotype Distribution in Holstein. Brown Swiss and Jersey/ P. VanRaden, D. Null // November 14, 2018. CDCB. Changes to evaluation system (December 2018).
18. Meyer C. Haplotypes & genomic reliability updated. AltaGenetics. Posted November 30, 2018.
19. Holstein Association USA, Inc. Interpreting and Utilizing. New Holstein Genetic Information. Prepared by Holstein Association USA Staff. July 29, 2013
20. Weigel K.A. Haplotypes Affecting Fertility and their Impact on Dairy Cattle Breeding Programs. University of Wisconsin-Madison, August 5, 2011.
21. VanRaden P. M. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes / P. M. VanRaden, K. M. Olson, D. J. Null, J. L. Hutchison // *J. Dairy Sci.* — 2011. — Volume 94 (12). — P. 6153–6161. doi: 10.3168/jds.2011-4624.
22. Молочная Компания Генетика, Каталог быков, апрель 2018 года.
23. ICCS™ Index for Holsteins. Genex. <https://www.genex.coop>.
24. Jenny Hanson. Communications Manager, CRI. Selection for Lifetime Net Merit Improves Health Traits. August 2009.

O. Barsukova

Prospects for improving reproductive performance and longevity of black-and-white cows

Abstract. *The article discusses the prospects of improving reproductive performance and longevity of animals in the improvement of commercial herd «Ryazhskaya MTS» Ryazan region through the use of Holstein bulls with genetic evaluation of fertility and longevity indices. A preliminary analysis of the impact of high and low values of bull indices on the number insemination of heifers, age of the first calving, as well as the number of insemination per conception, the interval from calving to conception, the interval between calving cows and their survival to 3 lactation. It was found that the daughters of bulls with a negative value of the HCR index (from -1.5 to -1.3) and the DPR index (from -4.3 to -2.3) had the highest sperm consumption for fruitful conception of 1.9 and 2.0 doses, respectively. With increasing index HCR and DPR bulls the number of insemination for conception heifers decreased. The lowest index (1,2) was observed in heifers whose fathers had the highest index of HCR (from +1,3 to +5,7) and DPR (from +1,0 to +5,0). The daughters of bulls with negative values of HCR indices (from -1.5 to -1.3) and DPR indices (from -4.3 to -2.3) had age of 1 calving of 25.7 and 27.1 months, with positive values of HCR (from +1.3 to +5.7) and DPR (from +1.0 to +5.0) — 23.2 and 23.0 months respectively. Among the bulls (fathers) of imported livestock, carriers of haplotypes affecting reproduction were mainly in groups with negative values of HCR and DPR. Among the daughters of bulls with a high DPR and PL index, 21.8% of cows survived to the third lactation, among the daughters of bulls with low values only 5%. Daughters of bulls with high index values showed a tendency to reduce the number of insemination per conception, the number of days from calving to conception and the interval between calving.*

Key words: selection, Holstein bulls, dairy cattle, fertility, productive life, longevity.

Author:

Barsukova O. — PhD (Agr. Sci.), senior researcher, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry; St. Petersburg, p. Tjarlevo, Moskovskoe Shosse, 55A, 196601; e-mail: o_bars@mail.ru.

References

1. Di Croce F. Genomic Information to Improve Fertility in Dairy Cattle / F. Di Croce, A. McNeel, D. Weigel, B. Reiter // *Novos Enfoques Symposium*. 2017.
2. Cole J. B. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices / J. B. Cole, P. M. VanRaden // *J. Dairy Sci.* — 2018. — Volume 101(4) — P. 3686–3701. doi: 10.3168/jds.2017-13335.
3. Holstein Association USA, Inc. TPI Formula — August 2017. Fertility Index (FI).
4. Council on Dairy Cattle Breeding. 2014. Description of National Genetic Evaluation Systems.
5. VanRaden P.M. Net merit as a measure of lifetime profit: 2017 revision. Animal Improvement Program, Animal Genomics and Improvement Laboratory, Agricultural Research Service. USDA. Beltsville, MD 20705–2350.
6. Eastham N. T. Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows / N. T. Eastham, A. Coates, P. Cripps, H. Richardson, R. Smith, G. Oikonomou // *PLoS One*. — 2018. — 13(6): e0197764. doi: 10.1371/journal.pone.0197764.
7. Hutchison J. L. Genomic evaluation of age at first calving / J.L. Hutchison, P. M. VanRaden, D. J. Null, J. B. Cole, D. M. Bickhart // *J. Dairy Sci.* — 2017. — Volume 100 (8). — P. 6853-6861. doi: 10.3168/jds.2016-12060.
8. Dechow C. Improving Cow Fertility // 2008. The Pennsylvania State University.
9. Weigel K. New Evaluations Offer a Genetic Approach to Improving Cow Fertility / K. Weigel, P. VanRaden // February 11, 2002.
10. VanRaden P. M. Development of a national genetic evaluation for cow fertility / P. M. VanRaden, A. H. Sanders, M. E. Tooker, R. H. Miller, H. D. Norman, M.T. Kuhn, G.R. Wiggans // *J. Dairy Sci.* — 2004. — Volume 87. — P. 2285-2292. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1.

11. Donald Bennink. Importance of Health and Fertility Traits — A Producers Perspective // WCDS Advancers in Dairy Technology. — 2012. — Volume 24. — P. 69–82.
12. Van Doormaal B. Haplotypes Impacting Fertility. Canadian Dairy Network. August. 2013.
13. VanRaden P., Null D., Hutchison J., Cooper T. 2013 New fertility and stillbirth haplotypes and changes in haplotype status. Changes to evaluation system (August 2013). Council on Dairy Cattle Breeding.
14. Cole J. B. Phenotypic and genetic effects of recessive haplotypes on yield, longevity, and fertility / J. B. Cole, D. J. Null, P. M. VanRaden // Journal of Dairy Science. — 2016. — Volume 99 (9). — P.7274-7288. doi: 10.3168/jds.2015-10777.
15. Null D. J. Discovery of a haplotype affecting fertility in Ayrshire dairy cattle and identification of a putative causal variant / D. J. Null, J. L. Hutchison, D. M. Bickhart, P. M. VanRaden, J. B. Cole // ADSA Annual Meeting, Pittsburgh, PA, 26 June 2017.
16. Holstein Association USA. New Haplotype Impacting Fertility Reported in December 2018.
17. VanRaden P. Changes in Haplotype Distribution in Holstein. Brown Swiss and Jersey/ P. VanRaden, D. Null // November 14, 2018. CDCB. Changes to evaluation system (December 2018).
18. Meyer C. Haplotypes & genomic reliability updated. AltaGenetics. Posted November 30, 2018.
19. Holstein Association USA, Inc. Interpreting and Utilizing. New Holstein Genetic Information. Prepared by Holstein Association USA Staff. July 29, 2013.
20. Weigel K.A. Haplotypes Affecting Fertility and their Impact on Dairy Cattle Breeding Programs. University of Wisconsin-Madison, August 5, 2011.
21. VanRaden P. M. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes / P. M. VanRaden, K. M. Olson, D. J. Null, J. L. Hutchison // J. Dairy Sci. — 2011. — Volume 94 (12). — P. 6153–6161. doi: 10.3168/jds.2011-4624.
22. Dairy Company Genetics, Catalog of bulls, April 2018.
23. ICCS™ Index for Holsteins. Genex. <https://www.genex.coop>.
24. Jenny Hanson. Communications Manager, CRI. Selection for Lifetime Net Merit Improves Health Traits. August 2009.