DOI <https://doi.org/10.18551/rjoas.2017-03.22>

**ОБЩИЕ И ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДЕТЕРМИНАЦИИ
И ПЛЕЙОТРОПНОГО ЭФФЕКТА ГЕНОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ МОЛОЧНОГО СКОТА**
GENERAL AND SPECIFIC QUESTIONS ASSESSING THE GENETIC DETERMINATION
AND PLEIOTROPIC EFFECTS OF GENES IN POPULATIONS OF DAIRY CATTLE

Шендакова Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Shendakova T.A., Candidate of Agricultural Sciences

Шендаков А.И.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Shendakov A.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Бахтин Б.Е., аспирант
Bakhtin B.E., Post-graduate student

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орел, Россия
Orel State Agrarian University, Orel City, Russia

*E-mail: bio413@ya.ru

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся данные по анализу коэффициентов наследуемости в стадах коров чёрно-пёстрой породы в Орловской области. Изучена наследуемость удоя за 305 дней, жирности молока, содержания белка в молоке, живой массы. Определено, что в стадах рост удоев составил 926 кг молока за одну генерацию (n=1500), или 118,3% относительного эффекта гетерозиса. В научной статье также приведены результаты отбора чёрно-пёстрого скота по молочной продуктивности, вычислены генетико-статистические параметры и плеiotропный эффект генов, кодирующих удой и жирность молока. Для решения проблемы были проведены исследования динамики генетических процессов в хозяйствах Орловской области. Все исследования проводились на чёрно-пёстрых коровах. Были изучены коэффициенты наследуемости и коэффициенты генетической корреляции между селекционными признаками, а также динамика этих параметров, коррелятивные сдвиги, эффекты селекции, паратипические корреляции, был предложен и апробирован метод вычисления множественной плеiotропии признаков молочной продуктивности и пр.

ABSTRACT

The article presents data on the analysis of the heritability coefficients in herds of Black-motley cows in the Orel region. Studied the heritability of milk yield for 305 days, the fat content of milk, protein in milk, live weight. It was determined that the growth of the herds milk yield was 926 kg of milk in a single generation (n=1500), or 118,3% relative heterosis effect. In a scientific article the results of the selection Black-and-White cattle for milk yield, calculated genetic and statistical parameters and the pleiotropic effects of genes coding for milk yield and fat content of milk. To solve this problem have been carried out studies of the dynamics of genetic processes in farms Orel. All studies were conducted on Black-and-White cows. We studied the heritability coefficients and the coefficients of correlation between the genetic breeding traits, as well as the dynamics of these parameters correlative shifts, selection effects, environmental correlation, has been proposed and tested a method for calculating multiple pleiotropic signs milk production.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Селекция, чёрно-пёстрая порода, наследуемость, эффект гетерозиса, аддитивная и неаддитивная генетическая изменчивость, плеiotропия.

KEY WORDS

Selection, black-motley cattle, heritability, heterosis effect, additive and non-additive genetic variances, pleiotropic effects.

Эффективность селекции и отбора молочного скота зависит от многих факторов [6, 7, 10, 22], в том числе от генетических и средовых факторов, от их взаимосвязи [24, 35, 36]. Достоверная оценка генетической детерминации селекционных признаков – основа успеха в разведении молочного скота [21, 28, 29, 37, 42]. При этом многие известные учёные посвятили большое количество работ оценке генотипической изменчивости селекционных признаков [3, 5, 16, 27 и пр.]. Изучены вопросы кариотипической нестабильности у коров с нарушениями репродуктивных функций при разных вариантах подбора [1, 2], влияние интрогрессии на генетическую структуру и продуктивность трансграничной породы [13], фенотипические [17] и генетические корреляции селекционных признаков [40, 41], в том числе делаются попытки изучения такого сложного вопроса, как плейотропия [37, 39]. Весьма серьёзными остаются проблемы минимизации инбредной депрессии [34], эффективности оценки племенной ценности животных не только в скотоводстве, но и в свиноводстве [18, 26, 31, 44], а в итоге – повышения продуктивности в целом [4, 14, 15, 30]. Задача повышения молочной продуктивности коров сталкивается с проблемами чистопородной селекции чёрно-пёстрой и голштинской пород [12, 19, 25], особенно это касается разведения в чистоте завозимых голштинских коров разного происхождения [32, 43]. На эффективность разведения голштинского скота может оказывать влияние сезонность воспроизводства [33]. В полной мере всех проблем селекции не решают даже создаваемые ассоциации по породам и центры [8, 20, 23], хотя следует признать их положительный опыт в совершенствовании поголовья и методов селекции. Однако крайне малоэффективными в нашей стране остаются результаты внедрения современных генетико-статистических методов в селекцию [10]. Это подтверждается работами по моделированию разных сценариев селекции быков по жизнеспособности потомства [11]. Таким образом, приведённый обзор даёт возможность подтвердить важность оценки генетической детерминации селекционных признаков в стадах чёрно-пёстрой породы Орловской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На данном этапе исследований объектом служила популяция крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы с % генов голштинской породы в следующих хозяйствах: ОАО «Агрофирма Мценская» (племенной репродуктор), ЗАО «Куракинское» (племенной репродуктор), СПК имени Мичурина (племенной репродуктор) и ОПХ «Красная Звезда» (племенной репродуктор). Молодняк и коровы были представлены преимущественно линиями У. Идеал, М. Чифтейн, Р. Соверинг, С. Т. Рокит, незначительная часть поголовья (менее 3%) были представлены линиями Аннас Адама и Хильтес Адема. Выбор хозяйств для проведения исследований был обусловлен наибольшей оригинальностью разводимого поголовья, а также значительными результатами по улучшению признаков молочной продуктивности по первой лактации.

Моделирование отбора было проведено на чёрно-пёстром голштинизированном поголовье ОПХ «Стрелецкое» ВНИИ ЗБК в Орловской области. Для данного стада мы разработали перспективные планы селекционно-генетической работы в периоды с 2004 по 2010 и с 2011 по 2015 годы (Р. Н. Ляшук, А. И. Шендаков), в результате чего хозяйство получило статус племенного завода.

Рисунок 1 – Фенотипические корреляции при вычислении генотипической корреляции

Для моделирования вариантов отбора (от 10 до 90% выбраковки) применялись классические методы, генетические корреляции между селекционными признаками

определялись по формулам Хейзеля: $r_G = \sqrt{\frac{r_{x_0y_M} \cdot r_{y_0x_M}}{r_{x_0x_M} \cdot r_{y_0y_M}}}$ (1) или $r_G = \frac{(r_{x_0y_M} + r_{y_0x_M}) : 2}{\sqrt{r_{x_0x_M} \cdot r_{y_0y_M}}}$ (2), где

фенотипические коэффициенты корреляций (r) можно выразить графически (рис. 1).

Для вычисления коэффициентов паратипической корреляции применялась формула: $r_{E_1E_2} = \frac{r_{P_1P_2} - h_1 \cdot h_2 \cdot r_{A_1A_2}}{\sqrt{1-h_1^2} \cdot \sqrt{1-h_2^2}}$, где $r_{E_1E_2}$ – паратипическая корреляция;

$r_{P_1P_2}$ – фенотипическая корреляция; $r_{A_1A_2}$ – генетическая корреляция (r_G), вычисляется по формулам Хейзеля; h^2 – коэффициенты наследуемости соответствующих признаков; h – детерминация фенотипа генотипом по соответствующему признаку.

Коррелятивные сдвиги селекционных признаков были определены по методике академика Л. С. Жебровского: $R_y = \frac{SE_x \cdot h_y \cdot \sigma_y}{h_x \cdot \sigma_x} \cdot r_G$, где SE_x – эффект селекции по признаку x ,

h_x и h_y – детерминация фенотипа генотипом по признакам x и y ($\sqrt{h^2}$), σ – стандартное отклонение признаков x и y , r_G – генетическая корреляция.

Методической основой статистического анализа послужили работы Г. Ф. Лакина, 1990; В. М. Кузнецова, 2006. При статистическом анализе был использован пакет компьютерной программы «Microsoft Excel» (версия 2013-2015 гг).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы племенные организации ушли от обилия разных схем голштинизации чёрно-пёстрого поголовья, изучение оптимальной кровности перестало быть актуальным, а всё предыдущее разнообразие схем скрещивания можно представить упрощённой схемой, согласно которой основное поголовье представлено генотипами до 50-75% по голштинской породе.

Рисунок 2 – Доля коров-первотёлок с разной кровностью в стадах за последние 5 лет, %

Рисунок 3 – Коэффициенты наследуемости селекционных признаков у коров-первотёлок в ЗАО «Куракинское», h^2 (анализ по $n=322$, HF=64,05%)

Анализ показал, что в стадах за последние 5 лет коровы с кровностью до 25%HF занимали около 4%, коровы с кровностью 26-50%HF – 15,5%, с кровностью 51-75%HF – 50%, выше 76 процентов HF – немного более 28,9% от количества всех учтённых первотёлок (см. рис. 2). С учётом того, что коровы с кровностью более 76% отличались наибольшими удоями по первой лактации, следует правильно подбирать быков-производителей к стадам: использование семени помесных быков лучше исключить, ориентируясь на получение высококровных по голштинам животных.

Из рисунка 3 следует, что в стаде ЗАО «Куракинское» за последние годы наблюдались коэффициенты наследуемости наиболее важных селекционных признаков на уровне до 0,346-0,440. Это дало предпосылки к дальнейшему повышению продуктивных показателей стада за счёт отбора и подбора. В стаде также существуют предпосылки увеличения жирности молока. Кроме того, в стаде у животных разных генетических групп прослеживалось отличие по коэффициентам наследуемости. У коров с 51-75% генов (кровности) по голштинам процентное содержание белка имело наследуемость $h^2=0,076$ (остальные коэффициенты представлены на рисунке 3). Схожая ситуация наблюдалась в группе с 76 и более %HF ($n=93$, при средней доле HF=84,0%). При этом у коров с кровностью 26-50% по HF была получена самая высокая наследуемость по удою и белку (0,606 и 0,464 соответственно). Это говорит о том, что у низкокровных коров прослеживалась в основном аддитивная наследуемость, в то время как у коров с кровностью выше 50% по голштинам, скорее всего, проявлялись сложные, комплексные генетические явления.

Рисунок 4 – Коэффициенты наследуемости селекционных признаков у коров-первотёлок в стаде ОАО «Агрофирма Мценская», h^2 (анализ по $n=525$)

Из рисунка 4 следует, что в стаде ОАО «Агрофирма Мценская» наблюдались коэффициенты наследуемости наиболее важных селекционных признаков на уровне до 0,110-0,260. Однако процентное содержание белка в молоке и живая масса имели нулевую наследуемость в стаде (-0,020 и 0,0003 соответственно), а следовательно, в перспективе необходимо обратить внимание на селекцию по этим признакам. Кроме того, в стаде у животных разных генетических групп прослеживалось отличие по коэффициентам наследуемости. У коров с 51-75% генов (кровности) по голштинам процентное содержание белка имело наследуемость ($h^2=0,114$, остальные коэффициенты представлены на рисунке 4). Схожая ситуация наблюдалась в линии В. Б. Айдиал ($n=429$, при средней доле HF=61,6%). При этом у коров с кровностью 26-50% по HF положительная наследуемость была получена только по удою и жирности молока (0,092 и 0,122 соответственно). В небольшой группе коров линии Р. Соверинг ($n=55$) при среднем HF 55,1% нулевую наследуемость имела только жирность молока, в то время как h^2 составил 0,318, белка в % – 0,510, живой массы – 0,022, высокую наследуемость также имел молочный белок (0,450). Это высокие показатели, в

дальнейшем на разведение коров линии Р. Соверинг следует обратить особое внимание.

Из таблицы 1 следует, что в 4-х стадах, изученных нами за последние 3 года, превосходство пробандов над матерями по удою за 305 дней составляло от 5,0 до 23,6%. По всей проанализированной выборке (n=1500) удой первотёлок составил 5978 кг, что составило 118,3% относительно к матерям (по первой лактации). По остальным оцененным признакам также прослеживалось очевидное превосходство, в том числе по содержанию белка в молоке – на 1,9% по всему оцениваемому поголовью от величины признака.

Таблица 1 – Превосходство дочерей над матерями по селекционным признакам первой лактации в племенных стадах чёрно-пёстрых коров Орловской области (2013-2016 гг.)

Хозяйство	Группа	Удой за 305 дней, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %	Белок, кг
ОПХ «Красная Звезда» n=182 (HF=55,25%)	Матери	4625	3,62	167,4	3,13	144,8
	Дочери	4885	3,80	185,6	3,14	153,4
	H, %	105,0	105,0	110,9	100,3	105,9
СПК им. Мичурина n=471 (HF=59,95%)	Матери	4431	3,73	165,3	3,12	138,2
	Дочери	5453	3,75	204,5	3,16	172,3
	H, %	123,6	100,5	123,7	101,3	124,7
ЗАО «Куракинское» n=322 (HF=64,05%)	Матери	4820	3,75	180,7	3,13	150,9
	Дочери	5623	3,84	215,9	3,19	179,4
	H, %	116,7	102,4	119,5	101,9	118,9
ОАО «Агрофирма Мценская» n=525 (HF=69,02%)	Матери	5899	3,69	217,7	3,19	188,2
	Дочери	7045	3,81	268,4	3,28	231,7
	H, %	119,4	103,2	123,3	102,8	123,1
Проанализированные стада (n=1500)	Матери	5052	3,71	187,4	3,15	159,1
	Дочери	5978	3,80	227,2	3,21	191,9
	H, %	118,3	102,4	121,2	101,9	120,6

Исследования показали, что при увеличении интенсивности отбора от 10 до 90% удои за 305 дней первой лактации в модельных группах возрастали от 3609 до 5043 кг молока, жирность молока – от 3,91 до 4,03%. Проявлялась тенденция к уменьшению стандартного отклонения (σ) от 746,5 до 532,4 кг молока, хотя при 70% выбраковки $\sigma=514,5$ кг молока (см. таблицу 2).

Схожие закономерности проявлялись по коэффициенту вариации удоев и количества молочного жира, однако показатели изменчивости жирности молока были стабильными ($C_v=6,96-7,58\%$ при $\sigma=0,28-0,30\%$). Интенсивность отбора при этом по трём селекционным признакам возрастала с 0,179, 0,069 и 0,163 до 1,921, 0,414 и 1,687 сигмы, селекционный дифференциал – с 134 кг, 0,02% и 5,70 кг до 1434 кг, 0,12% и 58,7 кг соответственно. При этом эффект селекции по удою увеличивался линейно и при 90% составил 519,1 кг молока и 18,20 кг молочного жира, хотя за счёт аддитивного действия генов рост жирности молока составлял всего 0,01-0,02%.

Существенного внимания заслуживал тот факт, что по всему поголовью (n=542) не было превосходства над матерями по селекционным признакам (-17 кг молока, -0,02% жира и -1,8 кг молочного жира), однако у 10% лучших коров (90% выбраковки) превосходство над матерями составило 1255 кг молока, 0,10% жира и 50,9 кг молочного жира.

Графическое изображение коэффициентов наследуемости показало, что при увеличении интенсивности выбраковки от 10 до 90% чёткой тенденции по генотипической изменчивости удоев получено не было (см. рис. 5). Однако её резкое возрастание в последней группе может быть подтверждением наличия непрогнозируемых генетических эффектов (доминирования, эпистаза и пр.), вызванных не только влиянием лучших генотипов матерей, но и их совместным действием с генотипами отцов.

Изучение структуры корреляций между удоями и жирностью молока показало, что независимо от группы фенотипическая связь была положительной и составила в

пределах 0,072-0,253. Схожие тенденции проявлялись по паратипической корреляции, однако генетическая корреляция между удоем и жирностью молока не проявляла стабильности в зависимости от выбраковки (от +0,434 при 50% и -0,818 при 80% выбраковки). Это может быть подтверждением скрытых генетических процессов, а также того, что генетическая корреляция между селекционными признаками зависит не только от аддитивного действия генов.

Таблица 2 – Эффективность отбора чёрно-пёстрых коров по удою первой лактации в ОПХ «Стрелецкое» Орловской области

Признаки и параметры	Интенсивность выбраковки по удою за 305 дней лактации, %									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
голов, n	542	489	434	379	326	271	217	163	108	54
Продуктивность в стаде										
Удой за 305 дней, кг	3609	3743	3852	3961	4070	4189	4326	4484	4680	5043
Жир, %	3,91	3,93	3,94	3,95	3,96	3,99	4,01	4,02	4,02	4,03
Жир, кг	141,1	146,8	151,4	156,0	161,0	166,5	172,7	179,1	186,6	199,8
Среднеквадратическое отклонение, σ										
Удой за 305 дней, кг	746,5	661,9	619,1	586,0	561,6	541,7	524,2	514,5	524,8	532,4
Жир, %	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,30
Жир, кг	34,8	31,9	30,7	29,9	28,6	28,0	27,5	28,3	30,9	38,0
Коэффициент вариации, C_v (%)										
Удой за 305 дней, кг	20,7	17,9	16,1	14,8	13,8	12,9	12,1	11,5	11,2	10,6
Жир, %	7,41	7,38	7,36	7,34	7,58	7,52	7,23	7,21	6,96	7,44
Жир, кг	24,7	21,7	20,3	19,2	17,8	16,8	15,9	15,8	16,6	19,0
Ошибка среднего значения, $\pm m$										
Удой за 305 дней, кг	± 32	± 30	± 30	± 30	± 31	± 33	± 36	± 40	± 51	± 72
Жир, %	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$
Жир, кг	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,6$	$\pm 1,7$	$\pm 1,9$	$\pm 2,2$	$\pm 3,0$	$\pm 5,2$
Интенсивность отбора, i										
Удой за 305 дней, кг	-	0,179 σ	0,325 σ	0,470 σ	0,617 σ	0,771 σ	0,960 σ	1,171 σ	1,440 σ	1,921 σ
Жир, %	-	0,069 σ	0,103 σ	0,138 σ	0,172 σ	0,276 σ	0,345 σ	0,379 σ	0,379 σ	0,414 σ
Жир, кг	-	0,163 σ	0,296 σ	0,428 σ	0,572 σ	0,730 σ	0,908 σ	1,092 σ	1,307 σ	1,687 σ
Селекционный дифференциал, S_d										
Удой за 305 дней, кг	-	134	243	351	461	580	717	875	1075	1434
Жир, %	-	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	0,11	0,11	0,12
Жир, кг	-	5,70	10,3	14,9	19,9	25,4	31,6	38,0	45,5	58,7
Эффект селекции, SE										
Удой за 305 дней, кг	-	48,5	88,0	127,1	166,9	210,0	259,5	316,7	389,1	519,1
Жир, %	-	≈ 0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Жир, кг	-	1,77	3,19	4,62	6,17	7,87	9,80	11,78	14,11	18,20
Превосходство над матерями										
Удой за 305 дней, кг	-17	+85	+191	+271	+369	+459	+599	+684	+807	+1255
Жир, %	-0,02	-0,01	+0,01	+0,01	+0,02	+0,04	+0,08	+0,09	+0,08	+0,10
Жир, кг	-1,8	+2,6	+7,3	+10,6	+15,2	+19,5	+26,1	+29,6	+33,6	+50,9
Коэффициент наследуемости в группах, с учётом выбраковки, h^2										
Удой за 305 дней, кг	0,362	0,286	0,350	0,292	0,300	0,252	0,366	0,208	0,022	0,546
Жир, %	0,160	0,122	0,136	0,186	0,156	0,152	0,196	0,224	0,090	≈ 0
Жир, кг	0,310	0,228	0,280	0,246	0,244	0,198	0,308	0,252	0,134	0,420
Коэффициент детерминации фенотипа генотипом, $h = \sqrt{h^2}$										
Удой за 305 дней, кг	0,602	0,535	0,592	0,540	0,548	0,502	0,580	0,456	0,148	0,739
Жир, %	0,400	0,349	0,369	0,431	0,395	0,390	0,443	0,473	0,300	≈ 0
Жир, кг	0,557	0,477	0,529	0,496	0,494	0,445	0,555	0,502	0,366	0,648
Структура корреляции между удоем и жирностью молока										
r_{P1P1}	0,072	0,253	0,236	0,218	0,197	0,143	0,086	0,080	0,130	0,227
r_{A1A1}	-0,029	0,294	-0,229	0,241	0,244	0,434	0,173	-0,171	-0,818	-
r_{E1E1}	0,108	0,250	0,382	0,213	0,187	0,073	0,057	0,149	0,176	-
Структура корреляции между удоем и количеством молочного жира										
r_{P1P1}	0,906	0,877	0,851	0,825	0,808	0,769	0,721	0,670	0,624	0,526
r_{A1A1}	0,764	0,928	0,930	0,895	0,885	0,845	0,866	0,770	0,407	0,824
r_{E1E1}	0,979	0,862	0,818	0,801	0,781	0,749	0,652	0,641	0,654	0,513
Структура корреляции между жирностью молока и количеством молочного жира										
r_{P1P1}	0,029	-0,010	0,054	0,050	0,056	0,051	0,086	0,097	0,060	0,089
r_{A1A1}	0,035	0,029	-0,020	0,004	0,002	-0,010	0,021	0,052	0,038	-0,023
r_{E1E1}	0,561	0,552	0,560	0,562	0,579	0,558	0,528	0,525	0,526	0,544
Дополнительная прибыль от производства молока на 1 голову										
Рублей	-	2112	3765	5421	7084	9191	11426	13820	16601	21929

Рисунок 5 – Динамика коэффициента наследуемости удоя за 305 дней лактации при разной интенсивности выбраковки, кг

Структура корреляций между удоем и количеством молочного жира была стабильной, а сами коэффициенты в отдельных вариантах приближались к 0,85-0,98. Это подтвердило возможность увеличения селекционных признаков не только за счёт отбора, но и за счёт изменения условий кормления и содержания.

Фенотипические и генотипические корреляции между жирностью молока и количеством молочного жира были низкими или отрицательными, однако паратипические коэффициенты между данными признаками были достаточно высокими (0,525-0,579).

Рисунок 6 – Множественный плеiotропный эффект матерей по селекционным признакам, %

Плейотропное действие генов, кодирующих удой, на жирность молока и количество молочного жира при отсутствии выбраковки в стаде составило 22,70%, при 10 и 20% выбраковки – 34,50 и 34,80% соответственно (см. рис. 6). От 30 до 60% выбраковки прослеживался невысокий множественный плеiotропный эффект матерей, в то время как при 80% выбраковки данный эффект составил 40,60%. При 90% выбраковки в связи с отсутствием аддитивной генетической изменчивости плеiotропный эффект вычислить было невозможно, хотя нельзя исключить, что в незначительной степени он зависел от неаддитивных генетических факторов при 80% выбраковки.

Рисунок 7 – Графическое изображение множественного плейотропного эффекта по признакам молочной продуктивности (n=542)

Множественный плейотропный эффект генов матерей, отвечающих за жирность молока, был противоположным плейотропному эффекту генов, кодирующих удой. Плейотропный эффект по количеству молочного жира несущественно отличался от эффекта по жирности молока.

Графически множественный эффект генов, кодирующих продуктивные количественные признаки, можно представить рисунком 7, откуда следует, что около 38,25% генов, кодирующих удой, также детерминировали % жира в молоке и количество молочного жира; 22,70% генов, кодирующих жирность молока, детерминировали удой и количество молочного жира, аналогично 39,05% генов, кодирующих количество молочного жира, отвечали за удой и % жира в молоке.

Таблица 3 – Влияние материнских предков на генетические корреляции между удоем и жирностью молока первой лактации у чёрно-пёстрых голштинизированных коров СПК имени Мичурина Орловской области (n=338)

Группы пробандов с разным удоем, кг	Предки	Фенотипические корреляции, r				r_G
		Удой матерей – удой дочерей	Жир матерей – жир дочерей	Удой матерей – жир дочерей	Жир матерей – удой дочерей	
Всё стадо	Матери (М)	-0,146	0,044	-0,064	0,078	-
	Матери отцов (МО)	0,148	0,236	0,279	0,102	0,902***
5001-6000 кг	Матери (М)	0,043	0,080	-0,112	-0,056	0,477***
	Матери отцов (МО)	0,001	0,089	0,088	0,001	0,994***
4001-5000 кг	Матери (М)	-0,088	-0,058	0,606	-0,025	-
	Матери отцов (МО)	-0,025	0,665	0,667	-0,025	-

Наши исследования также подтвердили наличие сложных генетических процессов при подборе и закреплении быков-производителей к стадам. Сила увеличения удоев в группах при разных вариантах подбора часто была слабо прогнозируемой, при этом точность прогноза по смежным признакам молочной продуктивности могла быть ещё более затруднительной. В этой ситуации интересным стало изучение генетико-статистических параметров при моделировании подбора.

Подтверждением того, что генетическая корреляция между удоем и жирностью молока у коров может проявляться не только за счёт матерей (т. е. аддитивной наследуемости), служат данные таблицы 3. Из их анализа следует, что матери отцов способствовали проявлению одновременного увеличения удоев и жирности молока в стаде ($r_G=0,902$). Подобная величина генетической корреляции может быть следствием проявления комплексных генетических явлений, в том числе неаддитивной наследуемости. Кроме того, в группе коров-рекордисток влияние на одновременное увеличение двух признаков оказывали как матери, так и матери отцов ($r_G=0,477$ и $0,994$ соответственно). В группах пробандов с удоями ниже 5000 кг молока за 305 дней первой лактации генетической корреляции между удоем и жирностью молока не было обнаружено. Следовательно, при подборе на одновременное увеличение двух признаков большое влияние оказывал правильный подбор лучших родительских пар.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Таким образом, проведённые исследования показали необходимость подробного изучения эффективности отбора по признакам молочной продуктивности в зависимости от интенсивности отбора, а также его вариантов, способов, форм и моделей. В частности, существуют предпосылки вычисления плеiotропного эффекта по селекционным признакам, а уровень выбраковки до 50% может способствовать сохранению стабильной генетической корреляции между удоями и жирностью молока. Совершенствование методов анализа эффективности селекции позволит более рациональное использование генетических ресурсов чёрно-пёстрого скота России.

Еще более сложным процессом является анализ эффективности подбора родительских пар:

Основываясь на проведённых исследованиях, следует подчеркнуть, что в настоящее время в генетике и селекции молочного скота сложилась необходимость решения не только частных, но и фундаментальных проблем. К этим проблемам можно отнести необходимость решения следующих вопросов: доказательство или опровержение наличия эффекта множественной плеiotропии генов, кодирующих те или иные селекционные признаки; определение локализации генов, проявляющих плеiotропные эффекты при реализации селекционных признаков; вычисление доли генов, проявляющих плеiotропный эффект при аддитивном наследовании, в том числе доли генов, проявляющих множественный плеiotропный эффект и пр. В конечном итоге такой подход будет способствовать развитию отечественной генетики в сфере животноводства и оптимизации программ селекции сельскохозяйственных животных.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Бакай А.В., Бакай Ф.Р., Лепёхина Т.В. Кариотипическая нестабильность у коров с нарушениями репродуктивных функций при разных вариантах подбора. Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2014; 8:81-89.
2. Бакай А.В., Илялов Д.Ф., Бакай Ф.Р., Лепёхина Т.В. Кариологический анализ у коров с разными нарушениями репродуктивных функций. Международный научно-исследовательский журнал. 2016; 7-4 (49):173-175.
3. Бакай А.В., Лепёхина Т.В. Изменчивость и наследуемость показателей молочной продуктивности у коров чёрно-пёстрой породы в ПЗ «Повадино». Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2016; 3 (44):42-45.
4. Бакай А.В., Лепёхина Т.В., Привалова З.Н. Молочная продуктивность коров разных генераций чёрно-пёстрой породы при внутрилинейном подборе. Международный научно-исследовательский журнал. 2016; 10-4 (52); 141-144.
5. Бакай А.В., Мкртчян Г.В., Кровикова А.Н. Влияние генотипических факторов на качественные и количественные показатели молока у чёрно-пёстрых коров. Наука и современность. 2016; 43:156-160.
6. Бакай А.В., Мкртчян Г.В., Кровикова А.Н. Влияние отбора на изменчивость признаков молочной продуктивности. Достижения вузовской науки. 2014; 12:82-85.
7. Буяров В., Шендаков А., Шендакова Т. Эффективность селекции молочного скота.
8. АгроРынок. 2012; 1:23-24.
9. Князева Т.А., Чекменёва Н.Ю. О достижениях и задачах селекционного центра по совершенствованию красных пород скота. Генетика и разведение животных. 2016; 1:22-25.
10. Кузнецов В.М. F-статистика Райта: оценка и интерпретация. Проблемы биологии продуктивных животных. 2014; 4:80-104.
11. Кузнецов В.М. Исторические тренды в молочном скотоводстве России и США. Биология в сельском хозяйстве. 2015; 2 (Т.7):2-36.
12. Кузнецов В.М. Моделирование разных сценариев селекции быков по жизнеспособности потомства. Генетика и разведение животных. 2015; 2:3-11.
13. Кузнецов В.М. Разведение по линиям и голштинизация: методы оценки, состояние и перспективы. Проблемы биологии продуктивных животных. 2013; 3:25-79.
14. Кузнецов В.М., Вахонина Н.В. Влияние интрогрессии на генетическую структуру и продуктивность трансграничной породы: моделирование. Проблемы биологии продуктивных животных. 2012; 1:75-82.
15. Ляшук Р., Шендаков А., Востров М. Совершенствование чёрно-пёстрого скота в Орловской области. Молочное и мясное скотоводство. 2007; 7: 20.
16. Ляшук Р.Н., Шендаков А.И., Сорокин В.В., Амелин А.Е. Реализация продуктивного потенциала голштинизированного чёрно-пёстрого скота. Аграрная наука. 2008; 2:21-22.
17. Ляшук Р.Н., Шендаков А.И., Шендакова Т.А. Орловский тип чёрно-пёстрой породы: методы выведения и перспективы селекции. Биология в сельском хозяйстве. 2016; 4 (13):2-9.
18. Мкртчян Г.В., Бакай А.В., Кровикова А.Н. Корреляция признаков молочной продуктивности у потомков племенных быков разных линий. Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015; 20-1:167-170.
19. Племяшов К.В., Лабинов В.В., Сакса Е.И., Смарагдов М.Г., Кудинов А.А., Петрова А.В. Использование метода BLUP ANIMAL MODEL в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области. Молочное и мясное скотоводство. 2016; 1:2-5.
20. Племяшов К.В., Сакса Е.И., Барсукова О.Е. Селекция голштинского скота при чистопородном разведении. Генетика и разведение животных. 2016; 1:8-16.

21. Племяшов К.В., Тулинова О.В. Селекционный центр (ассоциация) по породе – научный ресурс работы в скотоводстве. Генетика и разведение животных. 2016; 1:2-7.
22. Смарагдов М.Г., Сакса Е.И., Кудинов А.А., Дементьева Н.В., Митрофанова О.В., Племяшов К.В. Полногеномный анализ межстадной FST-гетерогенности голштинизированного скота. Генетика. 2016; 2 (Т.52):198.
23. Сырцева Е.М., Шендаков А.И. Наследственная предрасположенность чёрно-пёстрых коров к причинам выбраковки в Орловской области. Молочное и мясное скотоводство. 2015; 1:19-21.
24. Тулинова О.В. Селекционный центр по айрширской породе крупного рогатого скота ВНИИГРЖ: достижения и перспективы. Генетика и разведение животных. 2016; 1:26-36.
25. Федулова Д.Г., Шендаков А.И. Влияние генетических и паратипических факторов на воспроизводительные качества чёрно-пёстрых коров. Биология в сельском хозяйстве. 2016; № 3 (12):25-30.
26. Шендаков А., Астахова А. Продуктивность голштинов разного происхождения. Животноводство России. 2014; S1:13-14.
27. Шендаков А., Ляшук Р. Племенная ценность датских свиней. Животноводство России. 2015; S2:14-15.
28. Шендаков А.И. Оценка динамики генетических процессов в молочном скотоводстве
29. Биология в сельском хозяйстве. 2015 (Т.6); 1:2-17.
30. Шендаков А.И., Анисимова Л.И. Генетическая детерминация молочной продуктивности и живой массы у чёрно-пёстрых коров в Орловской области. Главный зоотехник. 2016; 4:22-27.
31. Шендаков А.И., Бахтин Б.Е., Анисимова Л.И. Генетическая детерминация селекционных признаков у молочных коров Орловской области. Зоотехния. 2016; 6:4-6.
32. Шендаков А.И., Буюров В.С., Шендакова Т.А., Шалимова О.А. Селекционно-технологические факторы в системах разведения молочного скота в Орловской области. Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2012; 6-1:395-399.
33. Шендаков А.И., Климова С.П., Шендакова Т.А., Сырцева Е.М., Федулова Д.Г. Продуктивные качества дочерей быков-производителей в племенных стадах Орловской области. Биология в сельском хозяйстве. 2016; 3 (12):18-22.
34. Шендаков А.И., Лапина Т.А., Астахова А.Н. Европейские голштины в Орловской области: результаты оценки и перспективы разведения. Биология в сельском хозяйстве. 2016; 1 (10):2-8.
35. Шендаков А.И., Лапина Т.А., Бахтин Б.Е. Влияние сезонности воспроизводства на продуктивные качества голштинского скота. Зоотехния. 2016; 7:27-29.
36. Шендаков А.И., Ханина Т.И., Шендакова Т.А. Минимизация инбредной депрессии по живой массе у симментальского молодняка. Зоотехния. 2016; 4:5-7.
37. Шендаков А.И., Шендакова Т.А. Влияние генетических и средовых факторов на соотношение полов и показатели воспроизводства в молочном скотоводстве. Зоотехния. 2016; 3:28-30.
38. Шендакова Т.А., Шендаков А.И. Генетические и средовые факторы в селекции скота чёрно-пёстрой породы. Биология в сельском хозяйстве. 2014 (Т.3); 2:2-13.
39. Nadia Solovieff, Chris Cotsapas, Phil H. Lee, Shaun M. Purcell and Jordan W. Smoller Pleiotropy in complex traits: challenges and strategies. Nature Reviews Genetics | AOP, published online 11 June 2013; doi:10.1038/nrg3461.
40. Sanchez M.P. , Govignon-Gion A., Ferrand M., Gelé M., Pourchet D., Amigues Y., Fritz S., Boussaha M., Capitan A., Rocha D., Miranda G., Martin P., Brochard M., Boichard D. Whole-genome scan to detect quantitative trait loci associated with milk protein composition in 3 French dairy cattle breeds. Journal of Dairy Science. Volume 99, Issue 10, October 2016, Pages 8203–8215.

41. Sarah P. Otto Two steps forward, one step back: the pleiotropic effects of favoured alleles The Royal Society. 2004; 2:705-805.
42. Scott L. Nuismer, Michael Doebeli. Genetic correlation and the coevolutionary dynamics of three-species systems. *Evolution*. 2004; 58(6):1165-1177.
43. Serena Mazza, Nadia Guzzo, Cristina Sartori, Roberto Mantovani Genetic correlations between type and test-day milk yield in small dual-purpose cattle populations: The Aosta Red Pied breed as a case study. *Journal of Dairy Science*. Volume 99, Issue 10, October 2016, Pages 8127-8136.
44. Shendakov A.I., Anisimova L.I. Genetic determination of breeding traits of dairy cattle in the Orel region. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016 (T.50); 2:39-45.
45. Shendakov A.I., Lapina T.A., Astakhova A.N. Irish and Hungarian Holstein in the Orel region: evaluation and prospects for the breeding. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016 (T.52); 4:13-20.
46. Syrtseva E.M., Shendakov A.I. Sire influence on reasons of daughter culling from the herd. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2014 (T.49); 4:42-44.