

IMPROVEMENT SYSTEM OF BIOLOGICAL FACTORS MANAGEMENT IN THE BREEDING OF FARM ANIMALS

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ
В СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

A. Shendakov, Doctor of Agricultural Sciences, professor
А.И. Шендаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Orel State Agrarian University, Orel City, Russia
Phone: + 7 (4862) 76-10-21, E-mail: aish78@yandex.ru

Received October 16, 2012

ABSTRACT

Due to economical transformations of 1990-s in the sphere of milking cows breeding its profitability has grown low on many Russian cow-breeding farms, which was accompanied by the deterioration of zootechnical registration, selection and analytical approach to salvation of agro industrial complex topical problems. It caused the necessity of animal breeding enterprises reorganization. The introduction of intensive technologies, intellectual and methodical potential of domestic and foreign science to the animal breeding set a number of new problems before zootechnicians and stock-breeders. One of these tasks – improving the management of breeding and, especially, its biological factors (heritability, genetic correlations, the effect of heterosis, etc.). The situation is complicated by the fact that currently used in the selection of inbreeding, which often leads to inbreeding depression on intensity of growth, live weight, reproductive qualities and other selection signs. For the decision it is problems us researches of influence of inbreeding on efficiency of Black-and-White cows have been conducted. In scientific work the results of a comparative evaluation of milk yield of cows with inbreeding and conventional breeding. In the scientific is work studied the percentage of heifers and steers at calving, the number of calves-twins, stillborn calves and abortions in inbreeding and normal of animals groups. Inbreeding no had significant effect on stillbirths. The percentage of Holstein genes may influence of the sexes ratio in their offspring. The article presents the analysis of the level of development and the trends of production and selection in dairy cattle breeding, given prognosis for pig-breeding in Russia, a scheme of management of biological factors of selection, is work said about results of selection of Black-and-White, Simmental and Holstein cattle, also pig in Orel region.

АННОТАЦИЯ

В связи с экономическими реформами 1990-х годов отрасль молочного скотоводства во многих хозяйствах РФ стала нерентабельной, что сопровождалось ухудшением учёта, понижением уровня селекционной работы и ослаблением аналитического подхода к решению задач АПК. Это привело к необходимости реорганизации животноводческих предприятий. Внедрение интенсивных технологий и интеллектуально-методического потенциала отечественной и зарубежной науки в животноводство поставило перед зоотехниками-селекционерами ряд новых задач. Одна из таких задач – совершенствование системы управления селекцией и, особенно, её биологическими факторами (наследуемостью, генетическими корреляциями, гетерозисом и пр.). Ситуация усложняется ещё и тем, что в настоящее время в селекции применяется инбридинг, который часто ведет к проявлению инбредной депрессии по интенсивности роста, живой массе, воспроизводительным качествам и другим селекционным признакам. Для решения этой проблемы нами были проведены исследования влияния инбридинга на продуктивность коров. В работе приведены результаты оценки молочной продуктивности коров при инбридинге и обычной селекции. Изучено процентное соотношение тёлочек и бычков при отёлах, количества двоен, мёртвоорожденных телят и абортот. Инбридинг не оказал сильного влияния на мёртвоорождаемость. Процент голштинских генов может оказывать влияние на распределение полов в потомстве. В статье представлен анализ уровня развития и обоснованы направления селекционной работы в молочном скотоводстве, даны прогнозы для отрасли свиноводства в России, предложена схема управления биологическими факторами селекции.

KEY WORDS

Selection; Black-and-White cattle; Simmental cattle; Holstein cattle; Pig; Inbreeding; Stillbirth; Calving difficulty.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Селекция; Чёрно-пёстрый скот; Симментальский скот; Голштинский скот; Свиньи; Инбридинг; Мёртворождённость; Трудные отёлы.

Параметры селекции сельскохозяйственных животных условно можно разделить на селекционные, биологические и экономические [10, 11, 12]. Как правило, при оптимизации программ селекции основными являются селекционные параметры, такие, как процент выбраковки коров из стада, количество дочерей для оценки племенной ценности быка-производителя и т.п. На них зоотехник-селекционер может воздействовать за счёт отбора и комплекса организационных мероприятий, что, в конечном итоге, существенно определяет селекционные дифференциалы и эффекты селекции по наиболее важным продуктивным признакам. К биологическим параметрам селекции можно отнести генетическую изменчивость и генетические корреляции между селекционными признаками, процент оплодотворяемости, вероятность рождения телёнка, тёлки или бычка. Согласно сложившимся представлениям в селекции, воздействовать на данные параметры крайне сложно, однако от их величин во многом зависит эффективность селекционного процесса.

Среди биологических параметров селекции целесообразно выделять такие генетические параметры, как частота генотипов и аллелей. Они имеют значение в маркерной селекции и при частотно-зависимом отборе. При этом в литературе приводятся данные о различных причинах корреляции между группами крови и продуктивностью животных – плейотропии, сцеплении генов и гетерозисе [1]. Известно, что гены, кодирующие систему EAF (Erythrocyte Antigen F), находятся на 15 хромосоме, а открытие в этой системе антигена V' позволяет лучше понять сущность эволюции скота [2]. При этом многие породы скота родственного происхождения имеют высокий индекс иммуногенетического сходства ($r_i=0,64-0,89$), хотя у черно-пёстрых и красно-пёстрых голштинов обнаружено существенное отличие по концентрации эритроцитарных антигенов B₂, I₁, I₂, T₁, Y₁, E'₂, G', I', I'₂, Q', C₂, W, X₁, X₂, L', V, S₁ и S₂. По данным С. Исламовой и др., у симменталов

отсутствуют антигены P₂, Y₁, A'₂, P'₂, а T₂ имеет наибольшую концентрацию [5], однако в Башкортостане также часто встречаются факторы W и F, не обнаружены Z', R₁, X₁, M', V'₁, R' и пр. [31]. Факторы C', C₂, E, L, L', R₂, X₁ и X₂ встречаются у чёрно-пёстрых коров, выбраковываемых и по старости, и по причинам различных заболеваний, в то время как B₂, H', L – по причине мастита, C, R и X'₂ – у коров с заболеваниями конечностей, C₁ – у больных лейкозом. Частота антигена A₁ у коров-долгожительниц составляет 0,0566, а при болезнях сердца, эндометрите и пневмонии – до 0,1818 [7]. Независимо друг от друга Г. А. Романенко [26] и Н. И. Хайруллина с соавторами [31] приводят в качестве желательного для чёрно-пёстрого скота антиген G''. В работе И. В. Кузнецовой [9] сказано, что у чёрно-пёстрых коров Рязанской области распространён аллель G₂Y₂E'₃Q', который также часто встречается и на Урале [26]. Вместе с тем, большинство научных работ в настоящее время посвящено изучению возможности маркировки тех или иных качеств у коров (высокого удоя, долголетия, заболеваемости и пр.), остаются недостаточно исследованными эволюционные процессы в породах, маркерная способность антигенов и генетических кластеров, сходство по аллелям сложных локусов и пр.

В связи с активным внедрением в скотоводство новых методов биотехнологии [4, 6, 28, 50] исследованиями многих авторов доказано, что технологические свойства молока зависят от их генотипа по локусу гена каппа-казеина. Молоко коров с генотипом АВ и ВВ под действием сычужного фермента свёртывается раньше, чем молоко коров с генотипом АА. Используя быков, в геноме которых содержится аллель В каппа-казеина (генотип АВ и ВВ), можно не только поддерживать, но и увеличивать концентрацию аллеля В у маточного поголовья [29, 30, 32]. Однако в настоящее время недостаточно изученным остаётся вопрос изменения величины удоев при повы-

шении концентрации гена В в стадах молочного скота.

Кроме того, в настоящее время многие зарубежные исследования посвящены изучению структуры фенотипической и генетической изменчивости, активно внедряется метод BLUP, применяется индексная селекция и подробный генетико-статистический анализ.

Таким образом, изучение биологических параметров и математическое обоснование генетических процессов в селекции животных имеет научно-практическое значение. Накопленный опыт биометрии при этом раскрывает новые возможности при изучении селекционно-генетического процесса в животноводстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения этих задач в 2004 году совместно с ОАО «Орловское» по племенной работе нами была начата комплексная работа по модернизации селекции молочного скота. Были разработаны селекционно-генетические планы для 15 ведущих хозяйств Орловской области: ОПХ «Стрелецкое» и «Красная Звезда», ЗАО «Славянское», «Берёзки» и «Куракинское», ОАО «Агрофирма Мценская», «Орловская Нива», СПК им. Мичурина и «Малиновский», ООО «Юпитер», «Маслово», «Русь», «Урицкий Агрокомплекс» и др. Была изучена молочная продуктивность коров в зависимости от генотипа и линейной принадлежности, оценены быки-производители. Воспроизводительные качества коров были изучены по 6326 отёлам в 7 хозяйствах Орловской области. Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

Коэффициенты повторяемости были определены по формуле Н. А. Плохинского:

$$r_w = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_n}{n}, \text{ где } r_1, r_2 \text{ и т. д. – корреляция}$$

между смежными периодами выращивания, n – количество коэффициентов корреляции.

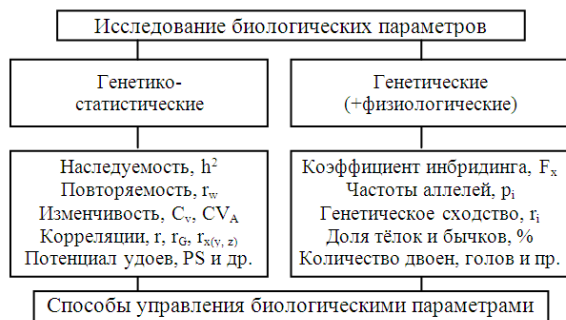


Рисунок 1 – Схема исследований

Коэффициенты наследуемости за смежные циклы продуктивности определяли по формуле

$$h_n^2 = \frac{h^2 \cdot n}{1 + (n-1) \cdot r_w}, \text{ где } h^2 = 2b_{m-d}, n - \text{ количество}$$

лактаций. Были изучены множественные корреляции между селекционными признаками коров и свиней:

$$r_{x(y,z)} = \sqrt{\frac{(r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz})}{1 - r_{yz}^2}} \text{ (по Г. Ф. Лаки-}$$

ну [13]). Генетическая корреляция между промерами и удоём, удоём и содержанием жира в молоке определялась по формулам Хейзеля:

$$r_G = \sqrt{\frac{r_{x_0 y_m} \cdot r_{y_0 x_m}}{r_{x_0 x_m} \cdot r_{y_0 y_m}}} \text{ или } r_G = \frac{(r_{x_0 y_m} + r_{y_0 x_m}) : 2}{\sqrt{r_{x_0 x_m} \cdot r_{y_0 y_m}}}, \text{ где } r -$$

фенотипические коэффициенты корреляции между признаками x и y у дочерей и матерей [25].

Дисперсионный анализ проводили с определением критерия Краскелла-Уоллиса

$$H = \frac{(\sum (\sum x_i))^2}{N}, \text{ общей девиаты } D_y = \sum (\sum x_i^2) - H,$$

факториальной девиаты $D_x = \frac{\sum (\sum x_i)^2}{n} - H$, силы

влияния $h_x^2 = D_x : D_y$ (с использованием F-критерия Фишера). Для прогнозирования поголовья свиней в России применялись уравнения регрессий, выраженные гиперболами первого и второго порядка: $\bar{y}_x = a + \frac{b}{x}$ и $\bar{y}_x = a + \frac{b}{x^2}$ [13]. Гене-

тический потенциал животных был определён по формуле, приведённой Р. Шилером с соав-

торами: $PS = \frac{n \cdot r_w}{1 - r_w + n \cdot r_w} \cdot P_x + \frac{1 - r_w}{1 - r_w + n \cdot r_w} \cdot A$, где n

– число повторных циклов продуктивности, r_w – коэффициент повторяемости, P_x – средняя про-

дуктивность оцениваемого животного, A – средняя продуктивность стада [49]. Генетиче-

ская вариация определялась по методике D. Houle (1992): $CV_A = \frac{\sqrt{V_A}}{\bar{x}} \cdot 100$, где \bar{x} – феноти-

ческая величина среднего значения селекционного признака в стаде, V_A – коэффициент

аддитивной генетической изменчивости [51]. Коэффициент инбридинга (возрастания гомо-

зиготности) вычисляли по формуле Райта-Кисловского: $F_x = \sum [(\frac{1}{2})^{n_1 + n_2 - 1} \cdot (1 + f_a)] \cdot 100$, где n_1 и

n_2 – ряд, в котором находится общий предок с материнской и отцовской стороны, f_a – величина

коэффициента инбредного предка [25].

Величина концентрации эритроцитарных антигенов была определена как по методике Е. К. Меркурьевой [25], так и по формуле: $p_i = \frac{n_i}{N_A}$,

где n_i – число животных, несущих в генотипе данный антиген, N_A – сумма обнаруженных антигенов у всех животных. Сходство по аллелям одного локуса групп крови было определено по формуле Животовского: $r_i = \sqrt{xy}$, где x и y – частоты аллелей данного локуса. Общее иммуногенетическое сходство было вычислено за счёт суммирования коэффициентов сходства по каждому локусу и переведено в проценты. Также была использована формула Майяла и Лингстрема [25] для вычисления общего генетического сходства: $r = \frac{\sum x_i \cdot y_j}{\sqrt{\sum x_i^2 \cdot \sum y_j^2}}$, где x_i и y_j –

частоты одних и тех же аллелей (антигенов) разных учтенных локусов в двух сопоставляемых группах животных. Тестирование групп крови СП «Сабурово» проходило в лаборатории иммуногенетики ВНИИ животноводства.

Теоретическая основа исследований строилась на формуле: $y = \mu + G + B + e$, где y – абсолютная фенотипическая ценность, μ – среднее значение признака в популяции (стаде), G – генетические факторы, B – систематические средовые факторы, e – случайные факторы. При изучении структуры фенотипической изменчивости использовалась формула: $P = G + E$, где G – генотипическая изменчивость, E – паратипическая изменчивость. Методика вычисления частоты встречаемости аллелей была построена на основе формулы Харди-Вайнберга $(pA + qa)^2 = (p^2AA + 2pqAa + q^2aa)$ [1, 25].

В работе были использованы каталоги быков-производителей ОАО «ЦСИО» (2001 и 2008), ОАО «Орловское (2011)», а также немецкий каталог «Spermex Top Sires» (2010). Статистический анализ был проведён в компьютерных программах «Microsoft Excel» и «Статистика».

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты скрещивания чёрно-пёстрых и палево-пёстрых коров с голштинскими быками нами были опубликованы в ряде статей [8, 14-22, 33-43], из которых следует, что для производства молока оптимальной может считаться любая кровность (от 1/8 до 7/8 по голштинам)

в зависимости от множества факторов – качества кормления, содержания, технологии доения и пр. Однако нами также установлено, что при увеличении в рационе коров кормовых единиц оптимальная кровность растёт: на каждые 150-200 к. ед. дополнительно в год приходится увеличение оптимальной доли голштинских генов на 12,5%, а для коров с кровностью 87,5-100% по голштинам требуется на 1500-2000 к. ед. больше, чем для низкокровного и чистопородного чёрно-пёстрого скота [43, 44, 45]. Несмотря на решённый нами вопрос об оптимальной кровности и выводе о большем влиянии отцов на генетический прогресс в популяциях крупного рогатого скота [3, 46], нами установлено, что процент генов по голштинской породе достоверно влияет на эффект селекции по удою, коррелятивные сдвиги жирности молока и живой массы [47], а также на рентабельность селекционного процесса и дополнительную прибыль [48]. Линейная принадлежность, согласно нашим исследованиям, имеет противоречивое значение, а многие линии могут по-разному показывать себя в хозяйствах в зависимости от многих факторов [27, 44]. Нами определено, что весовые коэффициенты селекционных признаков у чистопородных и помесных коров существенно отличаются [48], а процент генов голштинской породы влияет не только на аддитивную генетическую изменчивость, но и на генетические корреляции между удоем и жирностью молока [47]. В результате проведённых исследований была разработана стратегия увеличения молочной продуктивности коров Орловской области [23].

Из таблицы 1 следует, что наибольшим генетическим потенциалом удоя обладали матери канадских быков, семья которых реализовывало ОАО «Московское» в 2004 году, – 12376 кг молока при жирности 4,45%. Для немецких быков была характерна наибольшая жирность молока у матерей (4,70%). Вместе с тем, матери матерей американских быков отличались наибольшим удоем – 12175 кг при жирности 4,75%, а матери отцов у быков немецкой селекции имели самый высокий удой, что составляло 13206 кг молока жирностью 4,14%. Количество молочного жира у всех предков являлось рекордным, независимо от происхождения. Однако от 2124 дочерей немецкого происхождения в хозяйствах РФ было получено в среднем 6465 кг молока, что превысило дочерей быков американского и канад-

ского происхождения на 150 и 1596 кг соответственно. Также они были лучшими по количеству молочного жира – 257,3 кг.

Таблица 1 – Продуктивность предков и дочерей голштинских быков ОАО «Московское»

Показатели	Происхождение		
	Германия	США	Канада
Количество быков	24	14	8
Количество дочерей	2124	754	749
Продуктивность матерей:			
Удой, кг	11435	11556	12376
Жирность молока, %	4,70	4,49	4,45*
Жир, кг	537,4	518,9*	550,7
Продуктивность матерей матерей:			
Удой, кг	10739	12175**	10051*
Жирность молока, %	4,57	4,75*	4,34*
Жир, кг	490,8	578,3**	436,2*
Продуктивность матерей отцов:			
Удой, кг	13206	13056	10859***
Жирность молока, %	4,14	3,92**	3,99*
Жир, кг	546,7	511,8	433,3***
Продуктивность дочерей:			
Удой, кг	6465	6315	4869***
Жирность молока, %	3,98	3,83	3,80**
Жир, кг	257,3	241,9	185,0***

Примечание: *– $p < 0,05$, **– $p < 0,01$, ***– $p < 0,001$

Таблица 2 – Корреляция между удоем и жирностью молока у материнских предков голштинских и чёрно-пёстрых быков-производителей ОАО «ЦСИО»

Происхождение	n	Матери		Матери матерей	
		По наивысшей лактации	По среднему удою	По наивысшей лактации	По среднему удою
Отечественное	27	-0,247 ±0,194	0,212 ±0,196	0,025 ±0,200	0,279 ±0,192
Канадское	23	-0,107 ±0,217	-0,398 ±0,200*	0,254 ±0,211	-0,109 ±0,217
Европейское	28	0,066 ±0,196	0,114 ±0,195	-0,373 ±0,182	-0,405 ±0,179*
Всё поголовье	78	0,097 ±0,114	-0,043 ±0,114	0,005 ±0,115	-0,053 ±0,114

Примечание: *– $p < 0,05$, **– $p < 0,01$, ***– $p < 0,001$

Из таблицы 2 следует, что корреляция между средним удоем и жирностью молока у матерей голштинских и чёрно-пёстрых быков-производителей ОАО «ЦСИО» отечественного происхождения была выше, чем у матерей канадских быков, на 0,610 ($p < 0,05$). Также матери матерей отечественных быков превзошли по аналогичной корреляции матерей матерей европейских быков-производителей на 0,684 ($p < 0,05$), а следовательно, при использовании отечественных генетических ре-

сурсов можно более эффективно повышать жирность молока в селекции чёрно-пёстрых коров по удою.

Согласно расчётам по формуле Ле Руа, коэффициент наследуемости (h^2_n) удою от 2 к 6 лактации у коров-рекордисток в Орловской области возрастал и на последнем цикле продуктивности составлял 0,154, по процентному содержанию жира в молоке и количеству молочного жира он был равен 0,829 и 0,703 соответственно (рис. 2). Это, по-видимому, объяснимо тем, что к концу продуктивного использования коровы реализовывали свой генетический потенциал максимально.

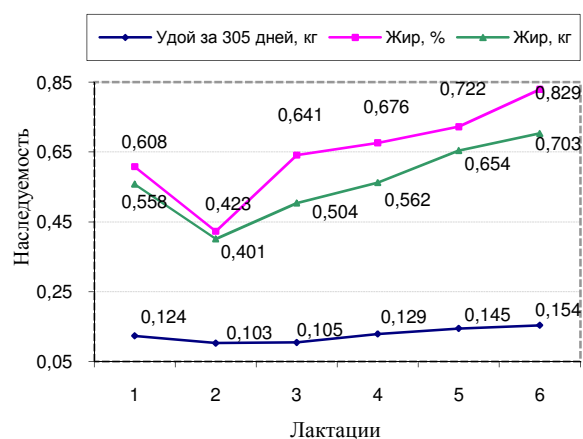


Рисунок 2 – Коэффициенты наследуемости признаков молочной продуктивности у чёрно-пёстрых коров-рекордисток в зависимости от числа смежных лактаций, h^2_n

Анализ показал, что наибольшая детерминация фенотипа генотипом по удою и количеству молочного жира в ООО «Фатнево» была характерна для симментальских коров линии Флориана – 0,680 и 0,916 соответственно (рис. 3). Также была получена высокая детерминация по этим признакам у коров линий С. Т. Рокит и Мергеля. По всему поголовью она составила 0,319 и 0,316, что также можно считать положительным результатом при голштинизации палево-пёстрого скота. В хозяйстве было достаточно большое поголовье, принадлежащее разным линиям, детерминация признаков молочной продуктивности в которых являлась достаточно высокой.

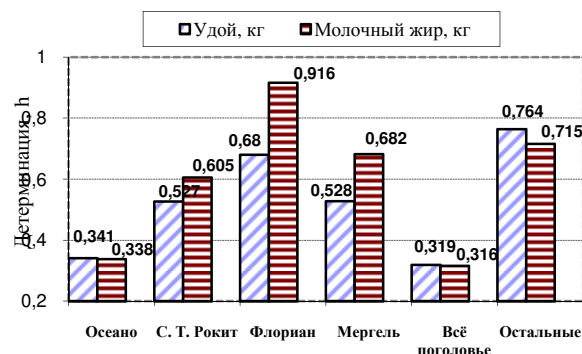


Рисунок 3 – Детерминация признаков генотипом у коров разных линий в ООО «Фатнево» Орловской области, h^2

В связи с наличием высокой детерминации фенотипа генотипом в отдельных линиях хозяйства прослеживалась положительная генетическая связь между удоем и жирностью молока. Положительные коэффициенты фенотипической связи привели к высокой генетической корреляции (r_G) у коров линий С.Т.Рокит, Радониса и Важного в ООО «Фатнево» – 0,507, 0,529 и 0,683 соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Генетическая корреляция между удоем и жирностью молока у коров разных линий в ООО «Фатнево» ($n=180$)

Линия	Фенотипическая корреляция				r_G
	Удой дочерей – удой матерей	Жир дочерей – жир матерей	Жир матерей – удой дочерей	Удой матерей – жир дочерей	
С. Т. Рокит	0,210	0,031	0,139	0,183	0,507**
Радониса	0,876**	0,688**	0,410*	0,413*	0,529**
Важного	0,875**	0,414*	0,409*	0,413*	0,683***
Все	0,051	0,020	0,034	0,011	0,605**

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Из таблицы 4 следует, что в ОПХ «Стрелецкое» наибольшую генетическую корреляцию имели коровы линии С. Т. Рокит – 0,804. Для животных линии У. Идеал также была характерна положительная генетическая корреляция – 0,403. Коровы линии Р. Соверинг независимо от двух отрицательных значений имели положительную генетическую связь (0,500). В то же время, для линии А. Адема была свойственна отрицательная корреляция (-0,281), а у коров родственной группы Ривелино генетическую связь найти было невозможно из-за отсутствия аддитивного наследования.

Таблица 4 – Генетическая корреляция между удоем и жирностью молока у чёрно-пёстрых коров в зависимости от линейной принадлежности в ОПХ «Стрелецкое» Орловской области

Линия	n	Фенотипическая корреляция				r_G
		Удой дочерей – удой матерей	Жир дочерей – жир матерей	Жир матерей – удой дочерей	Удой матерей – жир дочерей	
А. Адема	15	0,303	0,301	0,023	-0,193	-0,281*
Ривелино	38	0,299	-0,102	0,176	-0,065	–
У. Идеал	182	0,195	0,066	0,029	0,072	0,403*
Р. Соверинг	212	0,196	0,068	-0,032	-0,104	0,500*
С. Т. Рокит	106	0,096	0,192	0,128	0,093	0,804**

Примечание:

Ривелино – родственная группа;

* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Наибольшую устойчивость удоя за завершённую лактацию в ОПХ «Стрелецкое» имели коровы с 12,5% голштинских генов – 0,594. Это превысило чистопородных животных на 0,308. Высокие показатели множественной корреляции по удою первых трёх лактаций также имели коровы с 62,5 и 75% голштинских генов – 0,412 и 0,414. Наиболее устойчивый удой за 305 дней был получен от коров с 87,5 и 37,5% генов голштинской породы – 0,648 и 0,641, что достоверно превысило контроль на 0,485 и 0,492 (см. таблицу 5).

Таблица 5 – Множественная корреляция между признаками первых трёх лактаций у чёрно-пёстрых коров в зависимости от генотипа в ОПХ «Стрелецкое»

%HF	n	Селекционные признаки коров, $r_{1(2,3)} \pm m_r$		
		Удой за 305 дней, кг	Жир, %	Живая масса, кг
0	12	0,156 \pm 0,329	0,541 \pm 0,280	0,999 \pm 0,015
12,5	13	0,485 \pm 0,276	0,698 \pm 0,226	0,471 \pm 0,280**
25,00	57	0,341 \pm 0,128	0,568 \pm 0,112	0,486 \pm 0,119**
37,50	27	0,641 \pm 0,157*	0,143 \pm 0,202	0,779 \pm 0,125
50,00	63	0,249 \pm 0,125	0,051 \pm 0,129*	0,464 \pm 0,114**
62,50	44	0,568 \pm 0,129*	0,286 \pm 0,150	0,623 \pm 0,122
75,00	46	0,248 \pm 0,148	0,248 \pm 0,148	0,032 \pm 0,378***
87,50	10	0,648 \pm 0,437*	0,437 \pm 0,340	0,776 \pm 0,238

Примечание:

HF – % генов голштинской породы (0% по голштинам – контрольная группа);

* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Высокими показателями устойчивости также обладали коровы с кровностью 5/8 – 0,568, хотя при увеличении кровности до 3/4 коэффициент множественной корреляции по-

низился до 0,248. Полукровные коровы не отличались хорошими показателями устойчивости удоя. Наиболее устойчивая жирность молока была получена от коров с 12,5-25,0% генов голштинской породы ($r_{x(y,z)}=0,698-0,568$), что значительно превысило показатель множественной корреляции других помесных генотипов, за исключением коров с 87,5% генов голштинов, которые отличались невысокими удоями. По устойчивости живой массы точных тенденций получено не было, однако наибольшими показателями обладали чистопородные коровы, а также помеси с кровностью 37,5, 62,5 и 87,5% генов голштинской породы.

Таблица 6 – Множественная корреляция между признаками первых трёх лактаций у чёрно-пёстрых коров разных линий в ОПХ «Стрелецкое»

Линия	Селекционные признаки коров, $r_{1(2,3)} \pm m$		
	Удой за 305 дней, кг	Жир, %	Молочный жир, кг
А. Адема	0,305 \pm 0,287	0,528 \pm 0,256	0,102 \pm 0,300
Ривелино	0,367 \pm 0,129	0,374 \pm 0,129	0,259 \pm 0,134
У. Идеал	0,326 \pm 0,097	0,168 \pm 0,101*	0,349 \pm 0,096
Р. Соверинг	0,288 \pm 0,114	0,379 \pm 0,110	0,260 \pm 0,115
С. Т. Рокит	0,219 \pm 0,252	0,702 \pm 0,184	0,273 \pm 0,248

Примечание:

Ривелино – родственная группа;

* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Из таблицы 6 следует, что наибольшую устойчивость удоя за 305 дней лактации имели коровы родственной группы Ривелино – 0,367. Это незначительно превысило коров линии А. Адема. Наиболее устойчивая жирность молока была получена от коров линии С. Т. Рокит ($r_{x(y,z)}=0,702$), а по количеству молочного жира все голштинские линии имели преимущество над чистопородными коровами на 0,157-0,247.

Согласно нашим опубликованным данным [48], независимо от лактации в стаде коров ОПХ «Стрелецкое» проявлялись высокие множественные корреляции удоя с жирностью молока и живой массой – до 0,732-0,811 ($p < 0,05$). Дисперсионный анализ этих данных (см. рис. 4) подтверждает, что % генов чёрно-пёстрой голштинской породы достоверно влиял на множественные коэффициенты корреляции между удоём, жирностью молока и живой массой у коров – 31,08 \pm 7,65% ($\alpha < 5\%$). Лактация не имела сильного влияния на ко-

эффициенты, поскольку был исключен фактор выбраковки (2,16 \pm 10,86%). Это позволило нам сделать предположение о том, что совместное влияния % голштинских генов и лактации (37,21 \pm 6,97%) объяснимо усилением действия генотипа с возрастом. К неучтённым факторам в данном случае можно отнести паратипические факторы.

Принято считать, что в хозяйствах рождается 50% тёлков и 50% бычков, однако на практике даже без применения разделённого по полу семени распределение полов может быть неравномерным, а в иностранных моделях NYB и NPB [11] при определении необходимого количества быков-производителей в популяциях учитывается вероятность рождения не только телёнка, но и тёлки. Интересные данные приводят ирландские учёные S. Mc. Parland, J. F. Kearney, M. Rath и D. P. Bergу в журнале «Dairy Science» (2007), где сказано, что у коров с коэффициентом возрастания гомозиготности (F_x) от 20 до 30% рождается на 3-6% больше тёлков в сравнении с аутбредными матерями [52]. Данное явление учёные объясняют теорией Trivers и Willard (1973), согласно которой ослабленным инбредной депрессией матерям проще выносить тёлку.

Из данных таблицы 7 следует, что у аутбредных коров СПК имени Мичурина, ЗАО «Куракинское» и ОПХ «Красная Звезда» рождается от 41,07 до 49,47% тёлков, от 1,13 до 6,41% телят рождаются мёртвыми. Коровы, у которых были отцами Падеграс, Миг и Дон дали 11 двоен – 6, 1 и 4 соответственно. У аутбредных коров ООО «Фатнево» было получено тёлков на 3,91% больше нормы. В ОПХ «Стрелецкое», согласно данным хозяйства, в 2008 году на 893 живых телёнка было получено всего 289 тёлков (или 32,36%). Следует также заметить, что применение инбридинга в степенях от 1,5626 до 25% в чёрно-пёстром поголовье способствовало выравниванию распределения полов в потомстве (49,66% тёлков), а в симментал-голштинском поголовье коров ($F_x=0,0488-12,5\%$) вело к некоторому ослаблению вероятности рождения тёлков, однако у 9 коров с $F_x=6,25-12,5\%$ из 22 отёлов родилось на 2 тёлки больше, чем бычков. Также инбридинг способствовал в ООО «Фатнево» получению 5 двоен, или 4,88% от количества полученных телят. По всему чёрно-пёстному поголовью из 4966 живых телят

было получено 43,62% тёлочек, в изученном симментальском поголовье и его помесях было получено приблизительно одинаковое количество бычков и тёлочек, а из 6074 живых

телят в исследуемых хозяйствах 44,85% составили тёлки, рождение мёртвых телят на 6326 отёлов занимало 3,92%, или 248 голов.

Таблица 7 – Воспроизводительные качества чёрно-пёстрого и симментальского голштинизированного скота в хозяйствах Орловской области

Всего изучено отёлов	Живых телят, голов	Бычков, голов	Тёлок, голов (%)	Количество двоен	Аборты	Мёртвоорожденных голов	% ко всем отёлам	Трудные отёлы
Аутбридинг (неродственное спаривание)								
ЗАО «Славянское» (чёрно-пёстрый и симментальский, Верховский район)								
645	622	348	274 (44,05)	–	5	23	3,57	–
СПК им. Мичурина (чёрно-пёстрый, Верховский район)								
1150	1137	670	467 (41,07)	11	1	13	1,13	6
ЗАО «Куракинское» (чёрно-пёстрый, Свердловский район)								
811	759	389	370 (48,75)	–	–	52	6,41	3
ОПХ «Красная Звезда» (чёрно-пёстрый, Орловский район)								
1307	1225	619	606 (49,47)	–	3	82	6,27	8
ООО «Фатнево» (симментальский, Болховский район)								
619	588	271	317 (53,91)	3	4	31	5,01	24
Без учёта степени родства								
ОПХ «Стрелецкое» (чёрно-пёстрый, Орловский район, по данным хозяйства)								
925	893	604	289 (32,36)	–	18	32	3,46	–
ООО «Шаблыкинский Агрокомплекс» (чёрно-пёстрый, Шаблыкинский район)								
499	498	272	226 (45,38)	–	–	1	0,20	–
Инбридинг (родственное спаривание)								
Чёрно-пёстрый скот (СПК имени Мичурина, ЗАО «Куракинское» и ОПХ «Красная Звезда»)								
153	147	74	73 (49,66)	–	–	6	1,31	1
Симментальский (ООО «Фатнево»)								
213	205	103	102 (49,76)	5	1	8	3,76	14
По всем изученным хозяйствам области (без учёта типа подбора)								
Чёрно-пёстрый скот								
5168	4966	2800	2166 (43,62)	11	27	202	3,91	18
Симментальский								
1154	1108	550	558 (50,36)	8	6	46	3,99	38
Всё изученное поголовье								
6326	6074	3350	2724 (44,85)	19	32	248	3,92	56

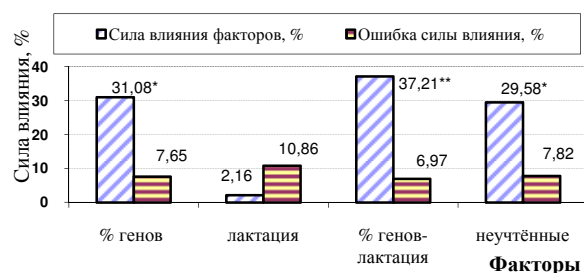


Рисунок 4 – Сила влияния факторов на множественные корреляции между удоём, жирностью молока и живой массой, % (* – $\alpha < 5\%$, ** – $\alpha < 1\%$)

С увеличением доли генов голштинской породы до 50% ($n=1224$) в стадах Орловской области возрастало количество мёртвоорожденных телят – от 1,97 до 5,96% (см. рис. 5). В дальнейшем у адаптированных к условиям России коров с кровностью 87,5% по голштинам наблюдалось уменьшение количества мёртвоорожденных телят (1,96%), однако у завезённых из Германии, Венгрии и Ирландии

чистопородных голштинов, не представленных на рисунке, проходили сложные процессы адаптации и наблюдались худшие воспроизводительные способности в сравнении с местным скотом.

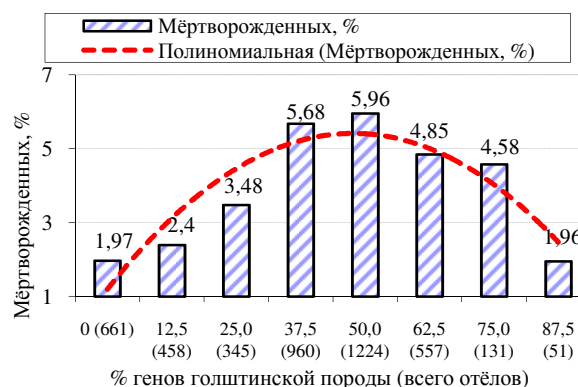


Рисунок 5 – Влияние голштинской породы на число мёртвоорожденных телят в хозяйствах Орловской области (% ко всем отёлам)

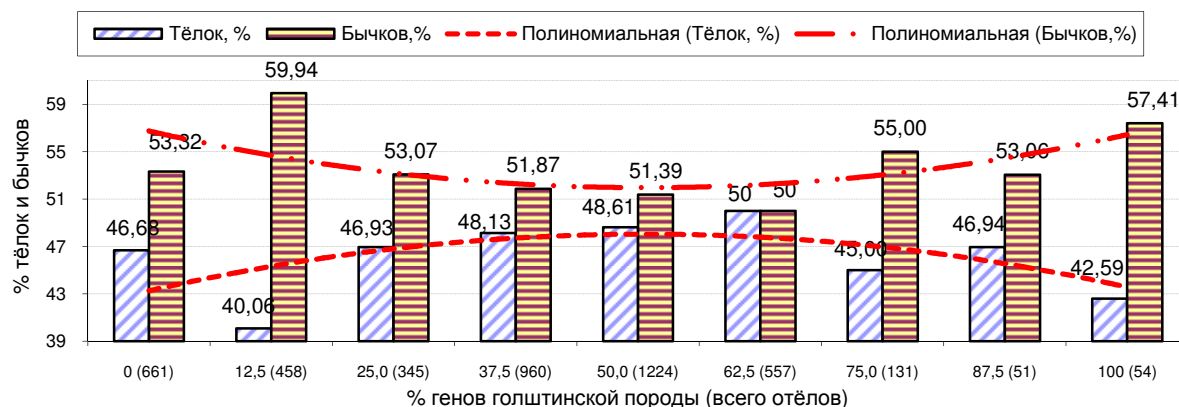


Рисунок 6 – Распределение полов в зависимости от процента генов голштинской породы в хозяйствах Орловской области

Наряду с рождением мёртвых телят, % генов голштинской породы повлиял на процентное соотношение полов в потомстве (см. рис. 6). Так, при возрастании кровности от 12,5 до 62,5% по голштинам у коров в хозяйствах области процент рождения тёлочек возрастал с 40,06 до 50,0%, а затем прослеживалась тенденция к увеличению вероятности рождения бычков, то есть вероятность рождения тёлочек следовала зависимости, которая может быть выражена уравнением параболы второго порядка. Возможно, данная тенденция связана с тем, что коровы с кровностью 12,5% генов по голштинам и чистопородные голштины имеют большую живую массу, а полукровные коровы являются средними по многим продуктивным показателям. Также следует заметить, что быки-производители давали разное соотношение полов в потомстве ОПХ «Стрелецкое» (см. рис. 7).

Так, у большинства быков ОАО «ЦСИО», семя которых использовалось в хозяйстве, вероятность рождения тёлки составляла от 20,59 до 34,43%, у быков ОАО «Невское» (без кличек), которые находились на проверке в хозяйстве, процент рождения тёлочек составил от 7,41 до 56,34%.

Только у двух быков рождались преимущественно тёлки (Мороз 637 и №2205). Это позволяет сделать вывод о возможности увеличения поголовья тёлочек в хозяйствах за счёт использования семени отдельных быков, являющихся улучшателями по молочной продуктивности дочерей. Также от быка Лидера 129 в 2008 году было рождено 10 мертвых телят, от Стажа 735 и Вальтера 739 – по 4, от Мейсона 5091 – 2, от ленинградских быков

№2205 и №1093 – 4 и 5 соответственно. Из 18 случившихся в хозяйстве абортёв 5 приходилось на семя Мейсона 5091, по 3 на быков №4345 и Вальтера 739. При использовании семени Хана 1876, Люкса 21 и Мороза 637 не было ни абортёв, ни мёртвоорождённых телят.

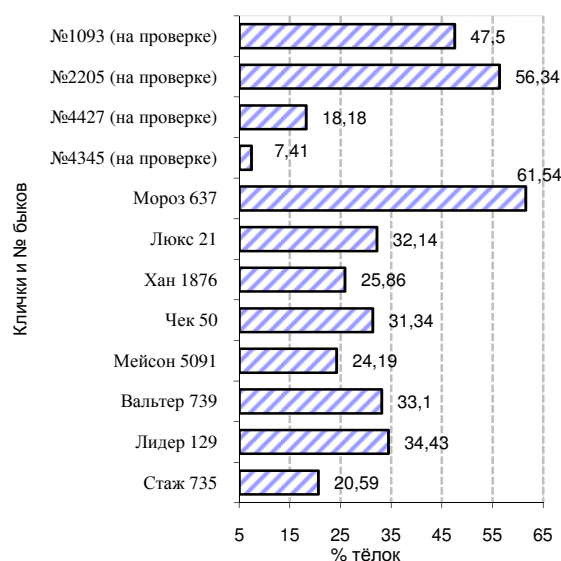


Рисунок 7 – Влияние быков-производителей на вероятность рождения тёлочек в ОПХ «Стрелецкое»

Из таблицы 8 следует, что с 2001 по 2008 год у красно-пёстрых голштинских быков-производителей ОАО «ЦСИО» добавилось 16 эритроцитарных антигенов, 3 антигена выбыло, у чёрно-пёстрых голштинских быков добавилось 14 антигенов, выбыло 4. За тот же период времени при сравнении голштинов разной масти между собой было обнаружено 3 антигена, характерных для красно-пёстрых животных, и 22 антигена, харак-

терных для чёрно-пёстрых животных. При этом чёрно-пёстрые голштины были значительно разнообразнее по иммуногенетиче-

ским особенностям и имели наибольшее количество эритроцитарных антигенов в сравнении с изученными породами.

Таблица 8 – Динамика иммуногенетического полиморфизма у голштинских быков ОАО «ЦСИО»

Порода	Антигены			
	Отсутствующие	Изменения с 2001 года		Характерные
		Добавившиеся	Выбывшие	
Красно-пёстрые голштины	H, D, Z', G ₁ , G ₃ , O ₂ , O ₅ , Q ₁ , O _x , Q ₂ , T ₂ , Y ₁ , D' ₁ , D' ₂ , E' ₂ , I' ₁ , I' ₂ , J ₂ , K', O' ₂ , P', Y', G'' ₁ , G'' ₂ , A'' ₂ , B'', D'', O'', Q'', W ₁ , W ₂ , X', C'' ₁ , C'' ₂ , F ₁ , F ₂ , V ₁ , V ₂ , N', M ₂ , S ₂ , U ₁ , U ₂ , U' ₁ , U' ₂ , R', T', Y, E ₃ , P' ₂ , M, G, E', S, U'', O, Q' ₁ , J' ₁ , J' ₂ , I, F'	A ₂ , B ₁ , G ₂ , I ₁ , I ₂ , O ₃ , O ₄ , P ₂ , Q, T ₁ , C ₂ , C'', R ₁ , V, L', G''	O ₂ , J' ₁ , K'	O ₃ , P ₂ , T ₁
Чёрно-пёстрые голштины	H, D, G ₁ , O ₃ , P ₂ , T ₁ , O ₅ , Q ₁ , O _x , Q ₂ , T ₂ , D' ₁ , D' ₂ , I' ₁ , I' ₂ , J ₂ , O' ₂ , P', Y', G'' ₂ , A'' ₂ , B'', D'', O'', Q'', W ₁ , W ₂ , X', C'' ₁ , C'' ₂ , F ₁ , F ₂ , V ₁ , V ₂ , N', M ₂ , S ₂ , U ₁ , U ₂ , U' ₁ , U' ₂ , R', T'	Z, G ₃ , C', Y, E ₃ , P' ₂ , M, G, E', O, J' ₁ , J' ₂ , I, F'	G ₁ , T ₁ , Y', J ₂	Z', G ₃ , O ₂ , Y ₁ , E' ₂ , K', G'' ₁ , U ₁ , Y, E ₃ , P' ₂ , M, G, E', S, U'', O, Q' ₁ , J' ₁ , J' ₂ , I, F'

Общее иммуногенетическое сходство было максимальным между холмогорскими и чёрно-пёстрыми голштинскими быками «ЦСИО» (0,913) в связи со скрещиванием этих пород, между чёрно-пёстрыми голштинскими и чёрно-пёстрыми быками (0,902), а также между голштинами разной масти в связи с родственным происхождением (0,901) [42].

Нами также получены данные, в которых маркерная способность эритроцитарных антигенов возрастала с увеличением частоты встречаемости от 0,02 до 0,04. При этом наибольшим удоём обладали дочери чёрно-пёстрых голштинских быков при частоте встречаемости антигенов больше 0,03 – 5194 кг молока, наблюдалось увеличение удоёв у коров с частотой встречаемости антигенов ниже 0,01 – 4601 кг молока по первой лактации. Это, по-видимому, объяснимо тем, что в популяции чёрно-пёстрого голштинизированного скота России в последние годы шло активное внедрение эритроцитарных антигенов, маркирующих высокий удоё.

У чёрно-пёстрых голштинских быков, семья которых реализовывало ОАО «Орловское» в последние годы, 71 раз встречался антиген F, 30 – H', 25 – X₂, 24 – W, 23 – Q', 20 – A₁, 18 – E, 17 – Z, 14 – Y₂, E'₁ и C₁, 13 – G₂, 11 – L и I₂, 10 – O₁, 9 – S₁ и C₂. При этом 34 антигена встречались от 2 до 5 раз, 24 – всего по одному разу. Это подтверждает активное внедрение в поголовье коров Орловской области разнообразных аллелей. Наиболее удачными при этом были быки с иммуногенетическим сочетанием B₁G₂K – до 6578 кг молока и 246

кг молочного жира от 26 дочерей при оценке по качеству потомства.

Комплекс исследований, проведённых нами в отрасли свиноводства, позволяет обобщить несколько важных выявленных закономерностей:

1) в отечественном поголовье генетический потенциал многоплодия у свиноматок можно выразить уравнением нелинейной регрессии: $y_x = 9,421 + 0,62058x - 0,0557x^2$ (где x – номер опороса), при этом наибольшее многоплодие характерно к 5-6 опоросу – до 11,1 поросёнка в среднем, после чего следует понижение до 10,05 голов к 10 опоросу;

2) у свиней с развитыми мясосальными качествами (см. рис. 8) прослеживалась наибольшая зависимость живой массы от обхвата груди ($r=0,954$) и длины туловища ($r=0,829$), в то время как между живой массой, обхватом груди и длиной туловища множественная корреляция ($r_{x(y,z)}$) составляла 0,955, а живую массу (x) можно было прогнозировать по обхвату груди (y) и длине туловища (z) по формуле: $x_{y,z} = -30,0938 - 1,8143y + 3,4303z$ (см. рис. 9);

3) на сегодняшний день, выразив 1991 год первым годом кризиса (x), для прогноза поголовья свиней в России можно вывести две формулы, одна из которых является гиперболой первого порядка: $\bar{y}_x = 15,833 + \frac{23,3}{x}$ (при продолжении спада поголовья), вторая: $\bar{y}_x = 19,24 + \frac{19,007}{x^2}$, где x – год от начала кризиса (при ослаблении спада поголовья). Это означает, что при сохранении тенденций отечественного свиноводства к 2040 году в России

будет от 16,3 до 19,4 млн. голов свиней. Однако в случае увеличения поголовья в ближайшие 5-6 лет можно будет применять для построения уравнения прогноза параболу

третьего порядка ($y_x = a + bx + cx^2 + dx^3$), а следовательно, при развитии отрасли к 2025 году можно будет получить до 23-25 млн. голов свиней.

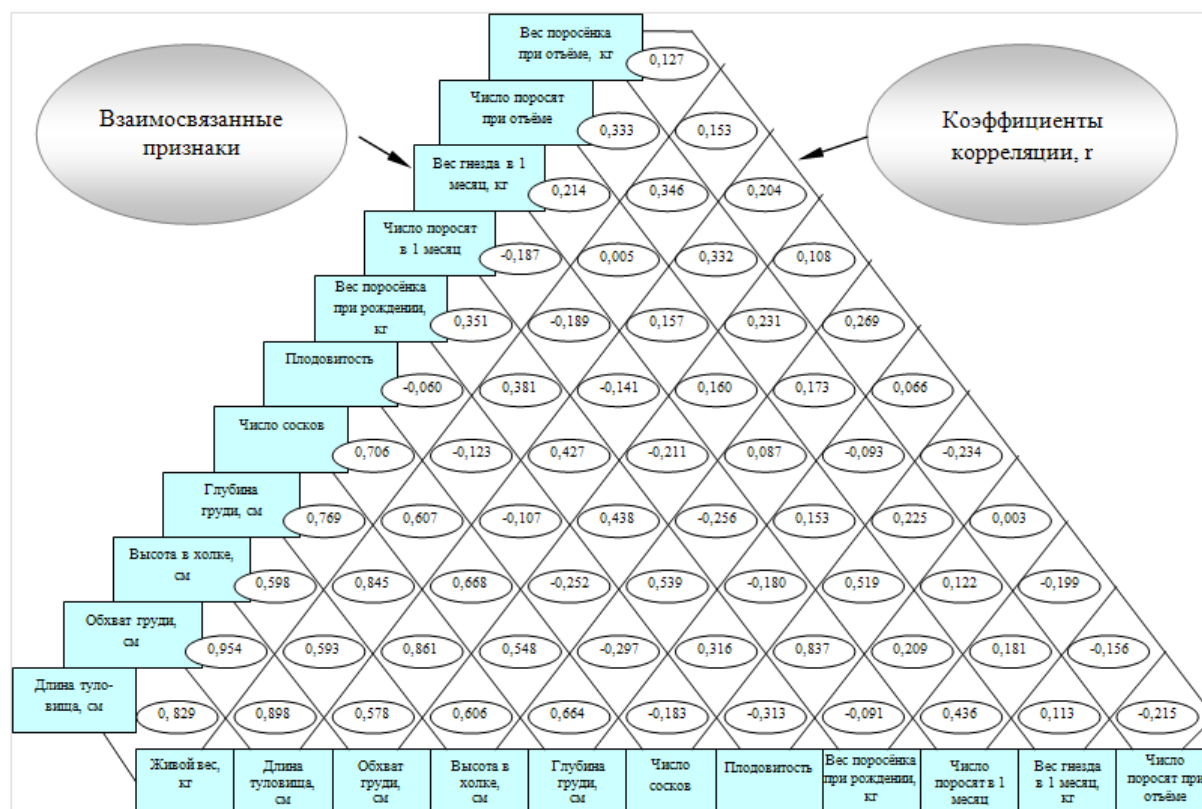


Рисунок 8 – Коэффициенты корреляции между селекционными признаками каликинской породы свиней, r

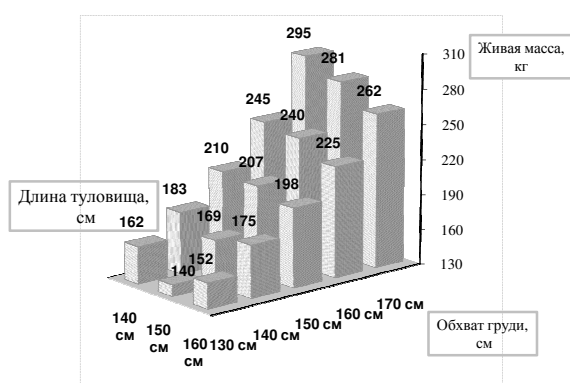


Рисунок 9 – Зависимость живой массы свиноматок от обхвата груди и длины туловища, кг

Ретроспективный анализ, проведённый нами, показал, что наименьшая общая фенотипическая изменчивость (C_v) у свиноматок каликинской породы была характерна для количества сосков, высоты в холке, длины туловища и многоплодия – 3,1, 4,8, 4,1 и 4,9% со-

ответственно, а наибольшая – для живого веса свиноматок и количества поросят при отъёме (14,0 и 17,2% соответственно). При этом σ по промерам колебалась от 3,4 см (глубина груди) до 9,9 см (обхват груди), по живому весу свиноматок составила 27,5 кг. В стаде ГПЗ им. Георгиевского за последние 10 лет отбора и селекционной работы живая масса ливенских хряков осталась приблизительно на прежнем уровне и в 2007 году составила 260,4 кг ($n=42$). При этом некоторое уменьшение их живой массы (на 2,1 кг) в сравнении с 2000 годом компенсировалось развитием мясных качеств и длины туловища (на 3,1 см). Проявлялась тенденция к возрастанию баллов за телосложение – с 90,7 до 91,2, несколько снизилась эффективность случек – с 84,0 до 81,4% (-2,6%). Также наметилась тенденция увеличения многоплодия у дочерей – с 9,73 до 10,01 поросят, однако при этом уменьши-

лось среднее количество поросят в 2 месяца (с 9,33 до 8,64 голов), что компенсировалось увеличением среднего веса 1 поросёнка в 2 месяца на 1,34 кг. Однако следует заметить, что отечественное поголовье свиней, разводимых в ЦФО, существенно уступает по мясным качествам импортным породам.

Также, применяя селекцию по генам в молочном скотоводстве, мы выяснили, что 18 швицких быков немецкого происхождения (47432 дочери) с генотипом ВВ по гену каппаказеина имели племенную ценность +699 кг молока и +24,5 кг молочного белка. По результатам оценки дочерей это превышало быков с генотипом АА на 103 кг молока и 2,5 кг молочного жира. Концентрация генотипа ВВ у швицких быков немецкого происхождения составила 0,474, а аллеля В по данному гену – 0,685.

Средний генетический потенциал чёрно-пёстрых коров в Орловской области (PS) достигал 6500-8000 кг молока, симменталов – 5000-5500 кг, голштинов – до 10000-11000 кг молока за 305 дней лактации. При этом в 2010 году в области насчитывалось более 1000 коров с удоями выше 7000 кг молока и 90 коров с удоями выше 10000 кг молока. В общей генетической изменчивости селекционных признаков на долю аддитивной изменчивости приходилось до 75-90%, на случайные генетические эффекты – 10-25%, при скрещивании неаддитивная изменчивость возрастала.

В целом наш опыт показывает, что большинство отечественных исследований по определению оптимальной кровности (% генов) по голштинской породе проходило несистематизировано, носило периодический и поверхностный характер, в связи с этим возникло много интерпретаций и ложных выводов относительно эффективности скрещивания той или иной породы. Для устранения подобных ошибок в последующем целесообразно предложить новую схему постановки экспериментов по определению оптимального % генов, сущность которой будет строиться по принципу нейронных технологий, применяемых в США (см. рис. 10).

Из рисунка 10 следует, что при определении оптимальной доли генов улучшающей породы при скрещивании новые генотипы следует испытывать в разных условиях корм-

ления, при этом необходимо учитывать систему содержания, природно-климатические и, очевидно, экологические условия. Кроме того, при формировании групп по принципу пар-аналогов каждая из них должна включать в себя животных нескольких линий, полученных от 3-5 отцов-производителей. Для уменьшения затрат при эксперименте следует создавать разные рационы только для 2-3 генотипов, в дальнейшем, исходя из результатов, корректировать исследования. Однако приведённое количество кормовых единиц в схеме условно и может быть изменено, в зависимости от вида и породы животных.



Рисунок 10 – Схема определения оптимального процента генов у помесей

В современной селекции также необходимо использовать комплексный подход при оценке племенной ценности быков-производителей по молочной продуктивности дочерей (см. рис. 11).

Для устранения погрешностей при оценке следует закреплять семя быков по разным хозяйствам (их количество может составлять от 15 до 30 и более. При таком подходе будет нивелироваться влияние факторов кормления и содержания на результаты оценки, поскольку, как следует из результатов наших исследований, действие фактора «стадо» на продуктивные и экономические показатели огромно.



Рисунок 11 – Схема BLUP-оценки быков по молочной продуктивности дочерей

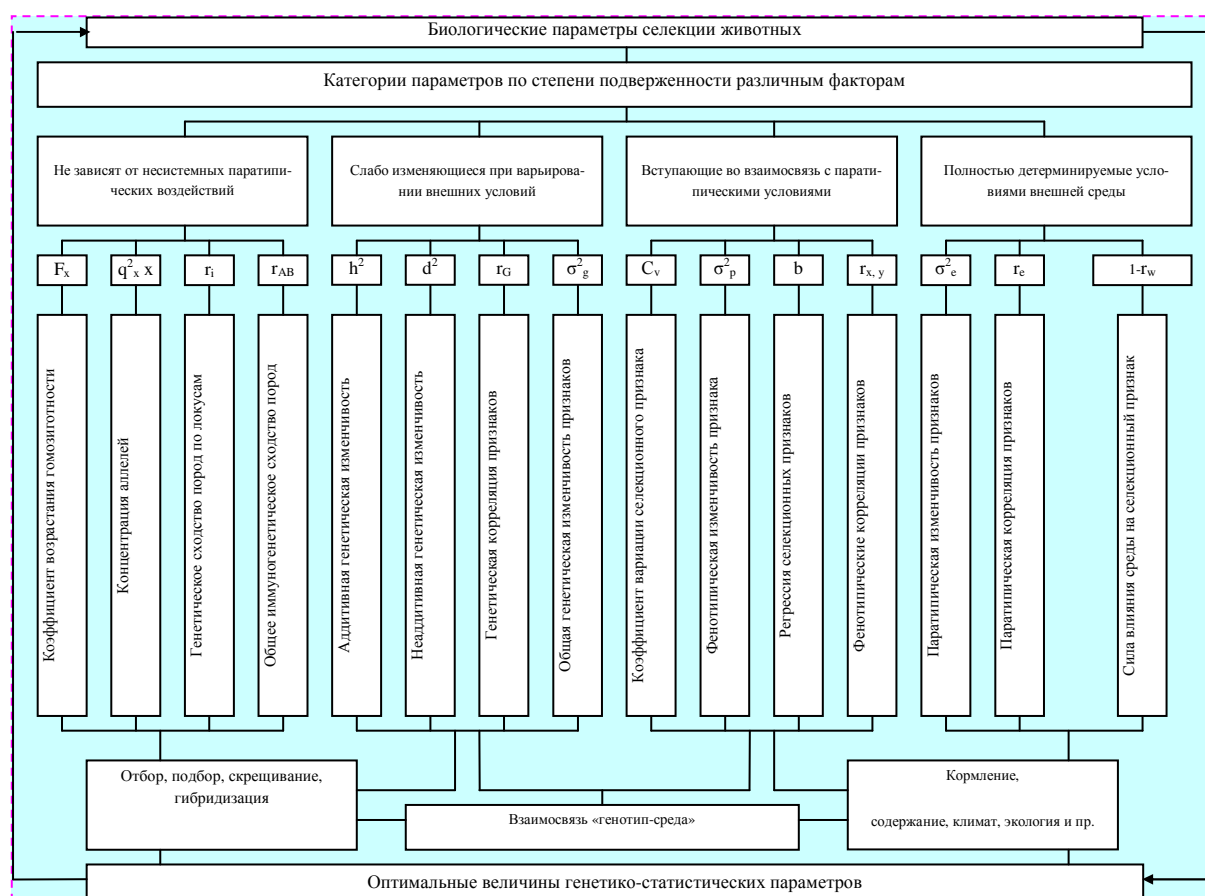


Рисунок 12 – Схема управления биологическими параметрами селекции в популяциях животных

С целью более чёткого представления о племенной ценности быка необходимо учитывать молочную продуктивность его дочерей по 3 лактациям в течение нескольких лет (от 3 и более), ежегодно при получении новых данных следует корректировать результаты оценки. При этом также следует учитывать и влияние других факторов на результаты оценки, таких, как сезон и пр.

Наши исследования позволяют сделать обобщение биологических параметров и сформировать их по степени подверженности генетическим и пространственным факторам в четыре категории (см. рис. 12), согласно которым можно выделить параметры, полностью зависящие от генетических факторов, слабо изменяющиеся при варьировании внешних условий, активно вступающие в взаимодействие со средой и зависящие только от внешних условий. На каждый из перечисленных в схеме параметров существуют силы воздействия, а следовательно, на эффективность селекции.

Таким образом, использование в селекции сельскохозяйственных животных подробных методов генетико-статистического анализа позволяет выявить многие скрытые процессы, протекающие в стадах, а также важные для теории науки и практики животноводства биологические закономерности. В России и Орловской области существуют предпосылки увеличения молочной продуктивности коров в связи с наличием достаточно высокой генетической изменчивости селекционных признаков. Наличие положительной генетической корреляции между селекционными признаками может позволить быстрое увеличение целого ряда продуктивных показателей в стадах молочных коров. В области намечены резервы увеличения поголовья тёлочек и мясной продуктивности свиней. Проведённые исследования в перспективе позволяют ускорить работу по выведению нового типа скота и начать модернизацию селекции местных свиней Орловской области, включая применение BLUP.

БИБЛИОГРАФИЯ

- Бакай, А.В. Генетика [Текст] / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко. - М.: КолосС, 2007. - 448 с.
- Букаров, Н. Новый уровень познания маркерных генов групп крови у скота [Текст] / Н. Букаров, Е. Лебедев, И. Морозов // Молочное и мясное скотоводство. - 2005. - №7. - С. 39-41.
- Буяров, В.С. Эффективность селекции молочного скота [Текст] / В.С. Буяров, А.И. Шендаков, Т.А. Шендакова // Животноводство России. - 2011. - №1. - С. 41-44.
- Генджиева, О. Б. Изучение генетического разнообразия калмыцкого скота с использованием ISSR-фингерпринга [Текст] / О. Б. Генджиева, Г. Е. Сулимова // Зоотехния. - 2009. - №3. - С. 4-5.
- Исламова, С. Порода и антигенный состав крови быков-производителей [Текст] / С. Исламова, Ф. Исламов // Молочное и мясное скотоводство. - 2006. - №5. - С. 34-35.
- Исламова, С. Применение ДНК-технологии в селекции [Текст] / С. Исламова, Ф. Исламов, И. Долматова и др. // Молочное и мясное скотоводство. - 2005. - №5. - С. 2-4.
- Коровушкин, А.А. Иммуногенетические маркеры устойчивости коров к заболеваниям [Текст] / А. А. Коровушкин // Зоотехния. - 2004. - №6. - С. 9-11.
- Крюков, В.И. Совершенствование симменталов в СПК «Фатневский» [Текст] / В.И. Крюков, А.И. Шендаков, В.М. Николина // Зоотехния. - 2004. - №6. - С. 11.
- Кузнецова, И. В. Мониторинг генетической структуры популяции крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы [Текст] / И. В. Кузнецова // Зоотехния. - 2009. - №2. - С. 2-3.
- Кузнецов, В. М. Основы научных исследований в животноводстве [Текст] / В. М. Кузнецов. - Киров, Изд. Зонального НИИСХСВ. - 2006. - 568 стр.
- Кузнецов, В. М. Разработка оптимальных программ селекции в молочном скотоводстве / В. М. Кузнецов // Зоотехния. - 1996. - №1. - С. 5-13.
- Кузнецов, В. М. Современные методы анализа и планирования селекции в молоч-

- ном стаде [Текст]. – Киров, Изд. Зонального НИИСХСВ. – 2001. – 116 стр.
- Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352 с.: ил.
- Ляшук, Р. Н. Совершенствование чёрно-пёстрого скота в Орловской области [Текст] / Р. Н. Ляшук, А. И. Шендаков, М. В. Востров // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – №7. – С. 20-22.
- Ляшук, Р. Н. Совершенствование молочного скота в Орловской области [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, М.В. Востров // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – №1. – С. 22-26.
- Ляшук, Р. Н. К вопросу о голштинизации чёрно-пёстрого скота в Орловской области [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, М.В. Востров, В. В. Сорокин // Вестник ОрёлГАУ. – 2007. – №1. – С. 38-41.
- Ляшук, Р.Н. Результаты селекции молочного скота в Орловской области [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков // Аграрная наука. – №9. – 2007. – С. 25-27.
- Ляшук, Р. Н. Повышение генетического потенциала молочного скота [Текст] / Р.Н. Ляшук, А. И. Шендаков, М. В. Востров, В. В. Сорокин // Зоотехния. – 2007. – №11. – С. 3-6.
- Ляшук, Р. Н. Зоотехнические аспекты реализации продуктивного потенциала голштинизированного чёрно-пёстрого скота [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, В.В. Сорокин, Е.Г. Амелин // Аграрная наука. – №2. – 2008. – С. 20-22.
- Ляшук, Р. Н. Селекционно-генетическая оценка быков-производителей по потенциалу молочной продуктивности [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, Т. А. Шендакова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – №4. – С. 23-29.
- Ляшук, Р. Н. Совершенствование системы отбора молочного скота [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, Т.А. Шендакова, В.В. Машкей // Аграрная наука. – 2008. – №8. – С. 31-34.
- Ляшук, Р. Н. Повышение генетического потенциала молочного скота [Текст] / Р.Н. Ляшук, А.И. Шендаков, В.В. Сорокин // Зоотехния. – 2009. – №3. – С. 2-3.
- Ляшук, Р. Н. Основные направления развития молочного скотоводства в Орловской области [Текст] / Р. Н. Ляшук, В. Н. Масалов, А. И. Шендаков // Вестник ОрёлГАУ. – 2011. – №1. – С. 9-13.
- Ляшук, Р. Селекционно-генетический потенциал импортного молочного скота [Текст] / Р. Н. Ляшук, А. И. Шендаков, А. В. Сурженков // Вестник ОрёлГАУ. – 2010. – №2. – С. 30-32.
- Меркурьева, Е. К. Генетика [Текст] / Е. К. Меркурьева, З. В. Абрамова, А. В. Бакай и др. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 446 с.: ил.
- Романенко, Г. А. Генетические маркеры в селекции уральского чёрно-пёстрого скота [Текст] / Г. А. Романенко // Аграрный вестник Урала. – 2009. – №4. – С. 82-83.
- Самусенко, Л.Д. Разведение симментальского скота по линиям в Орловской области [Текст] / Л. Д. Самусенко, А. И. Шендаков // Зоотехния. – 2009. – №6. – С. 2-4.
- Терлецкий, В. П. Оценка племенных животных по полиморфизму генов и ДНК / В. П. Терлецкий, Н. В. Дементьева, Е. С. Усенбеков // Зоотехния. – 2001. – №1. – С. 14-16.
- Тинаев, А. Племенные ресурсы быков-производителей чёрно-пёстрой породы / А. Тинаев, Л. Калашникова, Т. Ганченкова [Текст] // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – №1. – С. 5-7.
- Тинаев, А. Хозяйственно-полезные признаки чёрно-пёстрого скота с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / А. Тинаев, Л. Калашникова, К. Аджибеков // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – №5. – С. 30-32.
- Хайруллина, Н. Влияние сочетания локусов эритроцитарных антигенов быков-производителей на структуру стада крупного рогатого скота / Н. Хайруллина, Н. Фенченко, З. Ярмухаметова, Р. Ахмадуллин // Зоотехния. – 2007. – №6. – С. 5-6.
- Черных, А. Генотип каппа-казеина и качество молока чёрно-пёстрых коров / А. Черных, Л. Калашникова [Текст] // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – №5. – С. 9-10.
- Шендаков, А.И. Молочная продуктивность симментал-голштинских коров [Текст] / А. И. Шендаков // Молочное и мясное

- скотоводство. – 2002. – №2. – С 16-17.
- Шендаков, А.И. Влияние генотипа коров на сыропригодность молока [Текст] / А. И. Шендаков, В. Н. Данилов, В. И. Крюков // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – №8. – С. 16-18.
- Шендаков, А.И. Сыропригодность молока симментальских коров и помесей [Текст] / А. И. Шендаков, В. И. Крюков, В. Н. Данилов // Зоотехния. – 2004. №2. – С. 29-30.
- Шендаков, А. И. Совершенствование симментальского скота в Орловской области [Текст] / А. И. Шендаков, В. И. Крюков // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – №7. – С. 10-11.
- Шендаков, А. И. Использование потенциала голштинского скота [Текст] / А. И. Шендаков // Зоотехния. – 2005. – №8. – С. 5-7.
- Шендаков, А.И. Устойчивость признаков у симментал-голштинских коров [Текст] / А. И. Шендаков // Зоотехния. – №7. – 2006. – С. 4-5.
- Шендаков, А. И. Совершенствование симментальского скота в Орловской области [Текст] / А. И. Шендаков, В. И. Крюков // Зоотехния. – №7. – 2007. – С. 4-6.
- Шендаков, А. И. Состав, качество и сыропригодность молока коров в зависимости от генотипа [Текст] / А. И. Шендаков, В. И. Крюков // Известия Орловского ГТУ, серия «Легкая и пищевая промышленность». – 2003. – № 3-4.
- Шендаков, А. И. Модернизация селекции в молочном скотоводстве Орловской области [Текст] / А. И. Шендаков // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – №6. – С. 15-19.
- Шендаков, А. И. Генетические аспекты модернизации молочного скотоводства [Текст] / А. И. Шендаков, Т. А. Шендакова // Вестник Орёл ГАУ. – 2009. – №2. – С. 30-35.
- Шендаков, А. И. Результаты использования потенциала голштинского скота в Орловской области [Текст] / А. И. Шендаков // Зоотехния. – 2010. – №2. – С. 6-9. 23.
- Шендаков, А. И. Комплексный анализ результатов селекции молочного скота в Орловской области / А. И. Шендаков // Вестник Орёл ГАУ. – 2010. – №2. – С. 16-22.
- Шендаков, А. И. Результаты голштинизации молочного скота в Орловской области [Текст] / А. И. Шендаков // Аграрный вестник Урала. – 2010. – №11(77). – С. 70-72.
- Шендаков, А. И. Влияние генетических и средовых факторов на интенсивность роста и молочную продуктивность чёрно-пёстрого голштинизированного скота [Текст] / А.И. Шендаков, Т. А. Шендакова // Вестник Орёл ГАУ. – 2010. – №5. – С. 83-90.
- Шендаков, А. И. Оценка эффективности отбора скота чёрно-пёстрой породы по молочной продуктивности [Текст] / А.И. Шендаков // Вестник Орёл ГАУ. – 2010. – №6. – С. 93-100.
- Шендаков, А. И. Результаты использования генетического потенциала молочного и комбинированного скота в Орловской области [Текст] / А.И. Шендаков, Т. А. Шендакова // Вестник Орёл ГАУ. – 2011. – №1. – С. 14-21.
- Шилер, Р. Селекция в животноводческой практике [Текст]. /Р. Шилер, Я. Вахал, Я. Винш, перевод с чешского Г. Н. Мирошниченко, под редакцией Д. В. Карликова. – М. Колос. – 1981.
- Эрнст, Л. К. Изучение влияния прилития крови голштинского скота на изменение генофонда крупного рогатого скота отечественных пород с использованием ДНК-микросателлитов [Текст] / Л. К. Эрнст, Н. А. Зиновьева, Е. Н. Коновалова и др. // Зоотехния. – 2007. – №12. – С. 2-5.
- Houle, D. Comparing Evolvability and Variability of Quantitative Traits [Text] /D. Houle //Genetics. – 1992. – 130:195-204.
- Parland, S. Mc. Inbreeding effect on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians [Text] / S. Mc. Parland, J. F. Kearney, M. Rath, D. P. Berry // Dairy Science. – 2007. – 90:4411-4419.