

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВЫМЕНИ,  
ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД

Н.М. КОСТОМАХИН<sup>1</sup>, Г.П. ТАБАКОВ<sup>1</sup>, Л.П. ТАБАКОВА<sup>1</sup>,  
В.Е. НИКИТЧЕНКО<sup>2</sup>, А.С. КОРОТКОВ<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; <sup>2</sup> Российский университет дружбы народов;

<sup>3</sup> Министерство сельского хозяйства и продовольствия Московской области)

*В настоящей работе проведено комплексное исследование морфофункциональных особенностей молочной железы коров черно-пестрой и айрширской пород, принадлежащих к специализированным породам молочного направления продуктивности. Описаны экстерьерные особенности коров черно-пестрой и айрширской пород, оценена молочная продуктивность животных данных пород; изучены морфологические и функциональные свойства вымени коров, а также гистоструктура молочной железы коров в зависимости от породы животных. В процессе исследований установлено, что коровы черно-пестрой породы имеют более молочный тип по сравнению с айрширской породой. Среди недостатков экстерьера коров айрширской породы следует отметить узость груди и таза, у черно-пестрых коров – недостаточную крепость задних конечностей и копытного рога. При интенсивной технологии производства молока коровы айрширской породы уступают сверстницам черно-пестрой по удою и молочному жиру. Коровы черно-пестрой породы дали за лактацию на 42 кг молока больше в расчете на 100 кг живой массы по сравнению с айрширскими сверстницами. Коровы обеих пород имеют объемистое, пропорционально развитое вымя. Морфофункциональные особенности вымени коров айрширской и черно-пестрой имеют практически равные значения. Железистая ткань в молочной железе коров обеих пород хорошо развита. В начале лактации она составила свыше 80% от общей площади, что указывает на её сильное развитие и характеризует коров черно-пестрой и айрширской пород как весьма высокопродуктивных молочных животных. Передние и задние доли вымени коров айрширской породы развиты одинаково по основным структурным элементам и особенно по площади молочных альвеол, а у черно-пестрых коров заметно развиты задние доли вымени. В них более интенсивно выделяется железистая ткань с крупными альвеолами. Выявленная васкуляризация долей вымени у обеих пород была практически одинакова. В вымени коров айрширской и черно-пестрой пород в период разгара лактации почти отсутствует оформившаяся жировая ткань. У исследуемых животных обеих пород доля жировой ткани составила 0,17–0,49%. В молочной железе айрширских коров обнаружено в процентном соотношении наличие большего числа молочных камней, чем у сверстниц черно-пестрой породы. Этот факт мы связываем с тем, что финские айрширы, вероятно, менее приспособлены к содержанию в условиях молочного комплекса.*

**Ключевые слова:** коровы, вымя, порода, черно-пестрая, айрширская, молочная продуктивность, железистая ткань, гистоструктура вымени.

## Введение

На современном этапе ведения молочного скотоводства в Российской Федерации главной задачей является повышение молочной продуктивности коров и улучшение качества продукции.

В настоящее время из отечественных пород крупного рогатого скота требованиям промышленной технологии больше всего соответствует черно-пестрая. В то же время, несмотря на ряд преимуществ по сравнению с другими породами молочного направления продуктивности, черно-пестрая порода нуждается в дальнейшем совершенствовании как по уровню молочной продуктивности, так и качеству вымени по пригодности к технологии машинного доения [15, 16, 27].

В молочном скотоводстве Российской Федерации непременным условием интенсивного ведения отрасли является разведение скота высокопродуктивных пород, приспособленных к местным условиям [18].

Современный уровень ведения животноводства позволяет специалистам успешно управлять акклиматизацией сельскохозяйственных животных. При этом решающее значение имеют хозяйственно экономические и организационно-зоотехнические факторы. В то же время акклиматизация в новых условиях обитания у животных разных пород, даже выведенных в сходных условиях, не всегда одинакова. Данные различия могут иметь большое значение при оценке экономической эффективности эксплуатации животных. В качестве плановой породы в конкретных условиях разведения необходимо учитывать ее способность к адаптации к данным условиям [14, 20].

Изучение морфофункциональных особенностей вымени и молочной продуктивности коров черно-пестрой породы, а также других пород животных в условиях Московской области является необходимым и актуальным для науки и практики [4, 12, 13].

Важным моментом является комплексное изучение физиологических и морфо-логических особенностей молочной железы коров разных пород. Направление таких исследований должно быть научно обосновано отбором и подбором животных желательного типа, управлением его формирования. Хорошо известно, что метод гистологических исследования молочной железы позволяет определить функциональные возможности вымени, установить возможности его развития и совершенствования.

Обнаружен интересный момент, когда при различном физиологическом состоянии коров микроструктура их молочной железы существенно различается. Молочная железа более активно функционирует в период раздоя коров и середины лактации. Образование молока – сложный процесс, протекающий непрерывно с разной скоростью [1, 3, 7, 8, 19, 24, 32, 34, 35, 40, 42]. Важнейшим фактором, влияющим на уровень молочной продуктивности коров и на микроструктуру молочной железы, является порода животных. В последние годы микроструктуру вымени животных разных пород изучали многие ученые [2, 5, 6, 8, 9, 25, 28, 37, 39], в том числе у коров тагильской, курганской, симментальской, ярославской, черно-пестрой, айрширской, костромской пород и малокавказского скота. Для многих ученых большой интерес представляет сравнительное изучение микроструктуры молочной железы у животных различного происхождения, а именно у чистопородных коров и помесей [43].

В последнее время внимание многих ученых как в нашей стране, так и за рубежом [2, 5, 6, 10, 17, 29, 30, 31, 35, 36] привлечено изучением микро-структуры молочной железы в зависимости от происхождения животных (порода, тип, линия и т.д.). Анализ микростроения молочных желез голштин×швицких и голштин×черно-пестрых помесных коров первой, второй и третьей лактации

показывает, что помеси по степени развития и величине важнейших для секреции молока структурных элементов не уступают животным исходных материнских пород. Секреторная ткань у них имеет преимущество перед соединительной тканью при гиперемии микроциркуляторного русла. Такая структура молочной железы у коров черно-пестрой породы с разной кровностью по голштинской, является основой их высокой продуктивности.

Таким образом, следует отметить, что на сегодняшний день накопились достаточно противоречивые результаты исследований. Причины этого, вероятно, в следующем: отсутствует общепринятое время отбора образцов вымени для характеристики пород крупного рогатого скота; сравниваемые породы коров часто находятся в различных условиях кормления и содержания; образцы вымени отбираются как от забитых животных, так и методом биопсии; часто не учитываются зоотехнические данные о животных, не обращают внимание на их физиологическое состояние.

У некоторых пород данные по микроструктуре молочной железы коров недостаточны или полностью отсутствуют [12, 13]. К ним относится такая достаточно распространенная порода на сегодняшний день как айрширская. Также, ввиду масштабной голштинизации, отсутствуют данные по голштинизированным черно-пестрым коровам.

Жесткие требования к животным предъявляет промышленная технология производства молока: это, прежде всего, пригодность вымени к машинному доению, крепость конечностей и копытного рога, устойчивость к болезням и стрессам, способность продуцировать молоко в условиях интенсивной эксплуатации. Не все животные способны отвечать этим требованиям в условиях поточного и ритмичного производства молока при круглогодовом стойлово-привязном содержании, при комплексной механизации технологических процессов, и в результате не каждая порода способна реализовать свой генетический потенциал.

Целью нашего исследования явилась сравнительная оценка морфофункциональных свойств вымени коров айрширской и черно-пестрой пород в различных аспектах, а также изучение экстерьера и молочной продуктивности коров при интенсивной технологии производства молока.

### **Методика исследований**

Исследования проведены в ООО «Колхоз-племзавод имени М. Горького» Ленинского района Московской области. Для проведения эксперимента отобрали и сформировали две группы коров айрширской и черно-пестрой пород по 10 голов в каждой. Животные находились на 2–3 месяце 3 лактации. В процессе исследований животные опытных групп содержались в идентичных условиях и получали одинаковое кормление.

Молочную продуктивность коров изучали на основании проведения контрольных доений. Для получения большей информации и наглядности были построены графики, характеризующие лактационные кривые.

Оценку вымени по морфологическим признакам проводили путем его ощупывания и измерения за 1–1,5 ч до доения. При морфологической оценке вымени учитывали прикрепление его к телу, величину, форму, железистость, развитость каждой четверти вымени, расположение и направление сосков. Для определения функциональных свойств вымени проводили специальное контрольное доение.

Для гистологического исследования молочной железы сформированы две группы животных. В первую группу вошли коровы айрширской, во вторую – черно-пестрой породы, по 3 головы в каждой. Средний удой за 305 дней лактации

первой группы составил 4583 кг, второй – 4599 кг со средним содержанием жира 4,1 и 4,2% соответственно. Все подопытные коровы были нормально развиты, имели здоровые молочные железы. Пробы молочной железы брали у животных после убоя из правой передней и правой задней долей вымени. Для этого из соответствующей доли в вертикальной плоскости соска вырезали столбик железы со сторонами 3 × 3 см. Из его средней части отбирали образец для исследования, доводя его до размеров 1 × 1 × 1 см. Отобранные образцы фиксировали в 10% растворе формалина, предварительно снабдив биркой с краткой информацией о породе, месте взятия, индивидуальном номере коровы и дате забоя животного.

Дальнейшие исследования проводили в лаборатории кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Зафиксированные в формалине образцы отмывали проточной водой. После обезжизивали в спиртах с возрастающей концентрацией и ксилоле, образцы заключили в парафин. На ротационном микротоме были получены срезы молочной железы толщиной 10–12 мкм, которые окрашивали гематоксилин-эозином, резорцин-фуксин по методу Вайгера, по Ван-Гизону и другими красителями.

На гистологических препаратах с помощью стереоскопического метода определяли процентное соотношение железистой, соединительной и жировой тканей, а также наличие молочных камней. Дальнейший подсчет площади молочных альвеол и статистическая обработка осуществлялась на разработанной для этого программе Allips 2.

Статистическую обработку данных исследований провели с использованием программ Straz и Microsoft Excel.

### **Результаты исследований**

Экстерьер животного является необходимым элементом комплексной его оценки. Внешние формы дают представление, прежде всего, о выраженности у животного породных признаков, а также можно судить о наличии или отсутствии у него экстерьерных недостатков [21].

К экстерьеру скота различных направлений продуктивности предъявляются определенные требования. Промеры статей тела и тип телосложения животных имеют тесную связь с его продуктивностью. В связи с этим оценке животного по экстерьеру мы уделили определенное внимание.

Показатели экстерьера коров айрширской и черно-пестрой пород приведены в таблице 1.

При сравнении промеров статей тела с требованиями стандарта породы обнаружено, что коровы черно-пестрой им полностью соответствовали. Несколько иные результаты получены по айрширской породе. Отмечено, что животные имели недостаточно развитые показатели высоты в холке, при этом широтные промеры, исключая ширину зада в маклоках, полностью соответствовали требованиям по породе. Зная закономерности роста жвачных животных, можно предположить, что при выращивании животные, вероятно, находились в условиях, не соответствующих требуемым.

По результатам полученных промеров статей тела были определены индексы телосложения подопытных коров (табл. 2)

Изучение индексов телосложения обеих пород показало, что у коров черно-пестрой породы наблюдается выраженный молочный тип, а коровы айрширской породы уклонились в сторону лучших мясных качеств. Аналогичные данные получили многие исследователи [8], по мнению которых в генофонде айрширской



породы заложена способность к откорму при определенных условиях. Кроме того, среди современного поголовья айрширского скота имеются быки, чье потомство эффективно использует корма для производства молока и дает высокие приросты живой массы.

Таблица 1

**Промеры статей тела у коров айрширской и черно-пестрой пород, см**

Промер	Порода	
	айрширская	черно-пестрая
Высота в холке	123,7 ± 1,3	136,3 ± 1,2
Высота в крестце	128,8 ± 1,4	139,4 ± 1,0
Глубина груди	69,7 ± 0,6	74,4 ± 0,6
Ширина груди за лопатками	44,7 ± 1,0	44,0 ± 1,0
Ширина зада в маклоках	53,0 ± 0,7	56,5 ± 0,6
Ширина в седалищных буграх	31,0 ± 0,6	37,0 ± 0,7
Косая длина туловища палкой	156,3 ± 2,1	162,1 ± 1,6
Косая длина туловища лентой	165,6 ± 2,0	172,0 ± 1,7
Обхват груди за лопатками	185,8 ± 2,0	193,7 ± 2,0
Обхват пясти	18,1 ± 0,2	19,4 ± 0,2

Таблица 2

**Индексы телосложения коров черно-пестрой и айрширской пород, %**

Индекс	Порода	
	айрширская	черно-пестрая
Высоконогости	43,6	45,4
Растянутости (формата)	126,4	118,9
Тазогрудной	84,3	78,0
Грудной	64,1	59,1
Сбитости (компактности)	118,9	119,5
Перерослости	104,1	102,3
Шилозадости	170,5	152,4
Костистости	14,6	14,2

Среди коров айрширской породы встречаются животные, имеющие следующие недостатки экстерьера: узкую грудь, шилозадость, недостаточную длину и толщину задних сосков. У коров черно-пестрой породы из недостатков следует отметить недостаточную глубину груди, низкую крепость задних конечностей и копытного рога.

Средняя живая масса коров айрширской породы составила – 528 кг, черно-пестрой – 538 кг.

Показатели удоя молока и его качественный состав определяют как племенную ценность коров, так и их приспособленность к влиянию паратипических факторов, а именно условий той или иной технологии производства молока.

В селекции молочного скота признаки молочной продуктивности являются основными. Из таблицы 3 видно, что коровы черно-пестрой породы превосходили айрширов по удою и от них получено около 14 кг больше молочного жира.

Таблица 3

### Молочная продуктивность подопытных животных

Порода	Удой, кг	Содержание жира. %	Молочный жир, кг
Айрширская	4978 ± 164	4,20 ± 0,11	212,7 ± 9,0
Черно-пестрая	5280 ± 117	4,29 ± 0,15	226,5 ± 5,1

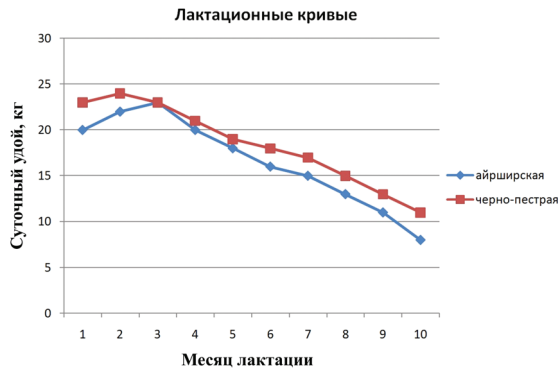
Одним из показателей эффективности использования животных является коэффициент молочности. Коэффициент молочности показывает количество производимого молока на 100 кг живой массы животного. Этот показатель составил у айрширских и черно-пестрых коров 939 и 981 кг соответственно. Таким образом, черно-пестрая порода для производства молока используется более эффективно в условиях животноводческого комплекса.

Секреторная деятельность молочной железы на протяжении лактации меняется, что обусловлено влиянием генетических и паратипических факторов. В результате изменяется величина суточных удоев, динамику которых характеризует лактационная кривая, которая может быть различной. Одни животные имеют более или менее равномерные суточные удои в течение всей лактации, у других они очень изменчивы. В связи с этим при оценке молочной продуктивности важно оценить изменение суточных удоев в течение лактации.

В процессе лактации коров различают две основные фазы. Начальная фаза (период раздоя) характеризуется увеличением секреции молока, за счет чего растут суточные удои в 1-й, 2-й, а иногда и 3-й месяцы после отела. Во вторую фазу (когда достигнут максимум удоя за сутки), происходит постепенное снижение удоев, и функциональная активность молочной железы затухает. Установлено, что у одних животных данный процесс происходит медленно, а у других – быстро и резко. Так, по данным некоторым источников [24], от коров с плавно спадающей лактационной кривой за 305 дней лактации получено больше молока и молочного жира по сравнению с коровами, имеющими резко спадающую лактацию. Графическое изображение лактационных кривых дает возможность выявить особенности физиологии лактации у животных, а также общие закономерности этого процесса. Подробный анализ характера лактационных кривых может служить дополнительной информацией о потенциальных возможностях молочной продуктивности той или иной коровы и влиянии на лактационную деятельность паратипических факторов (кормление, содержание и эксплуатация коров) в конкретных условиях хозяйства, региона и т.д.

Результаты исследований многих ученых о характере изменения удоев в течение лактации имеют противоречивый характер. По мнению одних авторов, максимальный суточный удой приходится на первый месяц лактации [1, 9]. Другие отмечают наивысшую продуктивность коров на втором месяце лактации [25, 28].

Из данных, приведенных на рисунке 1, видим, что коровы черно-пестрой породы показали наивысший суточный удой на втором, а айрширской породы – на третьем месяце лактации (рис. 1).



**Рис. 1.** Лактационные кривые коров разных пород

Для характеристики падения удоев существует коэффициент постоянства лактации (КПЛ). Считается более ценной та корова, которая обладает высоким постоянством лактации даже при меньшем суточном удое. Животные, отличающиеся хорошим постоянством секреции молока, обычно являются конституционально более крепкими и обладают сильным уравновешенным типом нервной деятельности, тогда как коровы с высоким максимальным суточным удоем, недолго удерживающие его на этом уровне, относятся к неуравновешенному типу [26].

В таблице 4 приводятся данные по коэффициенту постоянства лактации, определяемому соотношением удоя за 4–6 месяцы лактации к 1–3 месяцам лактации.

Обнаружено, что коэффициент постоянства лактации был выше у коров айрширской породы. Полученные значения коэффициентов постоянства лактации свидетельствуют о достаточно высокой устойчивости лактационных кривых у коров обеих пород.

Таблица 4

**Коэффициент постоянства лактации подопытных животных**

Порода	Коэффициент постоянства лактации, %
Айрширская	87,42
Черно-пестрая	81,32

Оценка вымени коров – это важнейших этап отбора коров по технологическим признакам, который проводится с целью определения их пригодности к машинному доению.

Данные, полученные многими исследователями, свидетельствуют о том, что между промерами вымени, его формой и молочной продуктивностью коров существует высокая статистически достоверная положительная связь. Следовательно,

отбор коров по пригодности к машинному доению нужно проводить с учетом морфологических и функциональных свойств вымени. Селекция коров по пригодности к машинному доению и ее особое значение состоит в том, что конструктивные особенности доильных аппаратов не предусматривают индивидуального подхода и не учитывают особенностей строения вымени коровы.

В процессе исследований была проведена оценка коров исследуемых пород по морфологическим и функциональным свойствам вымени.

Хорошо известно, что важнейшим признаком, обуславливающим уровень молочности коров, является величина вымени, которая характеризуется такими параметрами как: обхват, ширина, глубина и длина вымени (табл. 5).

Таблица 5

### Морфологические особенности вымени коров, см

Показатель	Порода	
	айрширская	черно-пестрая
Величина вымени:		
обхват	121,42 ± 2,54	121,74 ± 2,55
длина	38,17 ± 1,38	38,21 ± 1,12
ширина	28,58 ± 0,76	29,39 ± 0,91
глубина	25,92 ± 0,65	28,93 ± 1,01
Расстояние от дна вымени до земли, см	49,92 ± 1,76	58,00 ± 1,60
Размер сосков:		
длина передних	5,96 ± 0,22	6,20 ± 0,20
длина задних	4,84 ± 0,17	5,07 ± 0,13
диаметр передних	2,38 ± 0,07	2,30 ± 0,04
диаметр задних	2,47 ± 0,08	2,34 ± 0,06
Расстояние между передними сосками	9,50 ± 0,84	11,71 ± 1,08
Расстояние между задними сосками	4,66 ± 0,72	3,45 ± 0,56
Расстояние между боковыми сосками	9,62 ± 0,45	9,11 ± 0,33

В процессе изучения промеров вымени было обнаружено (табл. 5), что по величине вымя у обеих пород почти не отличается. Однако по глубине вымени черно-пестрая порода превосходила сверстниц айрширской на 3 см.

При оценке коров по пригодности к машинному доению большое значение имеет расстояние от дна вымени до земли. По этому показателю айрширские коровы отставали на 8 см от черно-пестрых сверстниц. Низкое расположение вымени создает определенные неудобства для операторов машинного доения при подключении доильных стаканов.

Технологические свойства вымени характеризуются формой, размером сосков и их расположением, что имеет решающее значение при отборе коров. Для технологии машинного доения коров желательными являются соски конической и цилиндрической форм, длиной 5,0–9,0 см, толщиной – 1,8–3,2 1,8 см. Из таблицы 5 видно, что по длине задние соски коров айрширской породы вполне соответствуют требованиям технологии машинного доения. Диаметр сосков у коров обеих пород приближается к оптимальному показателю.

Анализ приведенных данных показывает, что промеры вымени коров дают более объективное представление об их величине и позволяют более эффективно проводить отбор и подбор животных, направленный на совершенствование их формы. Исследования показали, что расстояние между передними и боковыми сосками у коров обеих пород оптимальны. При этом, следует отметить сильную сближенность задних сосков, особенно у коров черно-пестрой породы.

При сравнении морфологических особенностей вымени у коров разных пород, установлено, что более высокую оценку (23,31 балла) получило вымя коров черно-пестрой породы, тогда как у сверстниц айрширской породы она была ниже (22,86 балла). Основные причины снятия баллов у черно-пестрых коров – сближенность задних сосков, у айрширов – низкое расположение вымени относительно уровня земли.

Основными критериями селекции коров на пригодность к машинному доению являются как морфологические признаки молочной железы, так и ее функциональные особенности.

Функциональная активность отдельных четвертей вымени и их развитие имеют важное морфологическое значение. Установлено, что неравномерное развитие вымени в целом и отдельных его четвертей является нежелательным, так как асимметрия в развитии может привести к так называемому «холостому доению», а это, в свою очередь, может обусловить заболевание вымени и преждевременную выбраковку коровы из стада [13, 17].

В процессе исследований были изучены некоторые признаки технологического отбора коров, которые приведены в таблице 6.

Таблица 6

### Функциональные особенности вымени коров

Порода	Время доения, мин	Суточный удой, кг	Скорость молоко-выведения кг/мин	Индекс вымени, %
Айрширская	11,81±0,91	16,68±1,37	1,43±0,12	46,47±0,56
Черно-пестрая	12,24±0,93	17,29±2,23	1,49±0,17	40,80±0,84

Удой за сутки является показателем потенциальных возможностей животного и складывается из разовых удоев коров, полученных в течении суток. Он также зависит от многих факторов генетического и паратипического характера (влияние родителей, уровень кормления, условия содержания, кратность доения, породные особенности, физиологическое состояние животного).

Между животными разных пород не выявлены существенные различия по среднесуточному удою.

Продолжительность доения коровы представляет собой величину производную от величин и параметров: интенсивность молоковыведения, величина удоя, равномерность развития четвертей вымени, конструкция доильных аппаратов и других

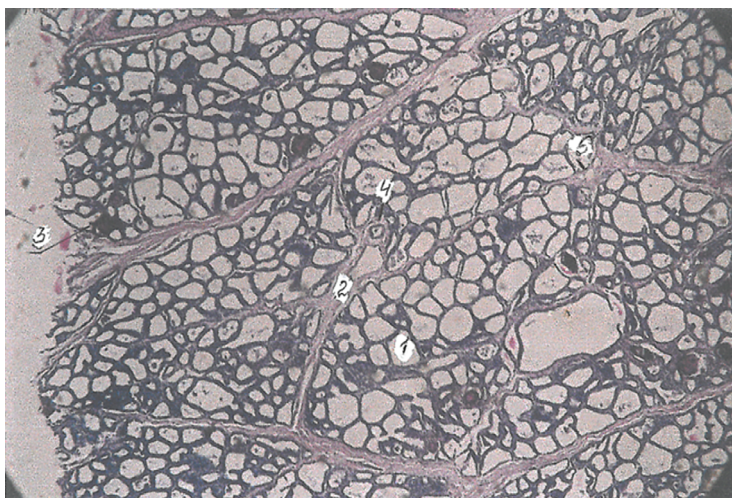
факторов [28]. Полученные нами результаты показывают, что на выдаивание обеих групп коров затрачивалось одинаковое количество времени.

Важным селекционным признаком технологического отбора животных является интенсивность молоковыведения, которая объединяет показатели разового удоя и продолжительность доения. Многие ученые, которые изучали интенсивность молоковыведения у коров разных пород, отмечают важность данного признака, высокую его изменчивость и генетическую детерминацию [1, 31].

Важное значение для комфортного машинного доения коров имеет развитие и функции каждой четверти вымени. Некоторые ученые объясняют неравномерность развития четвертей вымени различным содержанием в них железистой ткани [26]. Существует утверждение, что задние доли вымени содержат на 25–30% больше активно секретирующих элементов, чем передние. Предполагают, что корова производит задними конечностями самомассаж вымени, в результате чего задние доли вымени функционируют более напряженно и выделяют большее количество молока [2].

В наших исследованиях при изучении индекса вымени выявлено преимущество айрширских коров. Айрширские коровы имели показатели индекса вымени больше, чем у черно-пестрых сверстниц на 6,07%.

В процессе изучения гистоструктуры долей вымени коров айрширской породы установлено (рис. 2, 3), что в период лактации в вымени сильно развита железистая ткань. Эта ткань разделяется тонкими прослойками из соединительной ткани на дольки, состоящие из отделов, секретирующих молоко – альвеол. Снаружи альвеолы были окружены интерстициальной тканью. Многие альвеолы имеют расширенные просветы, некоторые из них заполнены молоком. Эпителиальная стенка альвеол состоит из клеток цилиндрической и кубической формы, которые имеют округлые и овальные ядра. Жировая ткань расположена вдоль соединительнотканых прослоек в виде небольших скоплений или отдельных клеток.

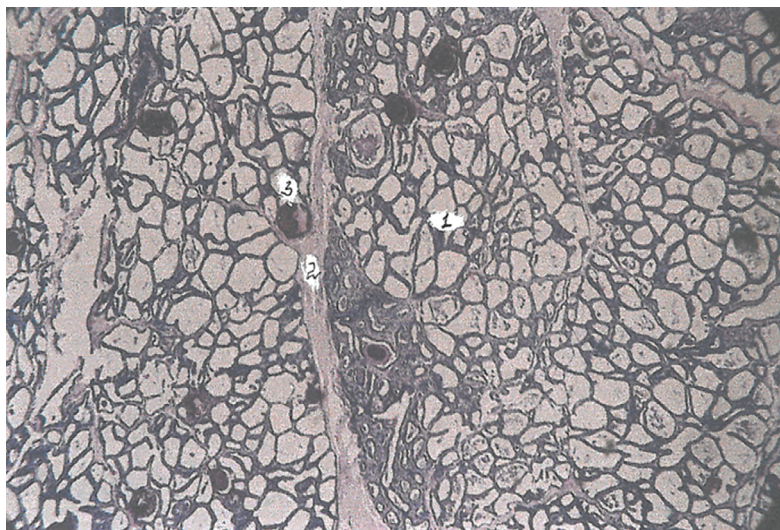


**Рис. 2.** Правая передняя доля вымени коровы айрширской породы (увеличение в 200 раз): 1 – альвеолы, 2 – соединительная ткань, 3 – молочные камни, 4 – кровеносные сосуды, 5 – жировая ткань

В разных альвеолах альвеолярного эпителия, а иногда в пределах одной альвеолы встречались клетки, находящиеся на разных стадиях секреторного цикла. В стенке альвеол удалось различить клетки с выпуклым апикальным краем, который



постепенно вытягивался в виде купола в просвет альвеол. Вершины таких клеток были наполнены жировыми шариками, которые вместе с частью цитоплазмы отрывались от тела клеток и попадали в просвет альвеол, где находилось альвеолярное молоко с обрывками железистых клеток и жировыми шариками, состоящее из белкового вещества, которое окрашивалось гематоксилином в голубой цвет. Такое строение альвеолярного эпителия свидетельствует о том, что секреция его связана с гибелью части цитоплазмы клеток и совершается по апокриновому типу.



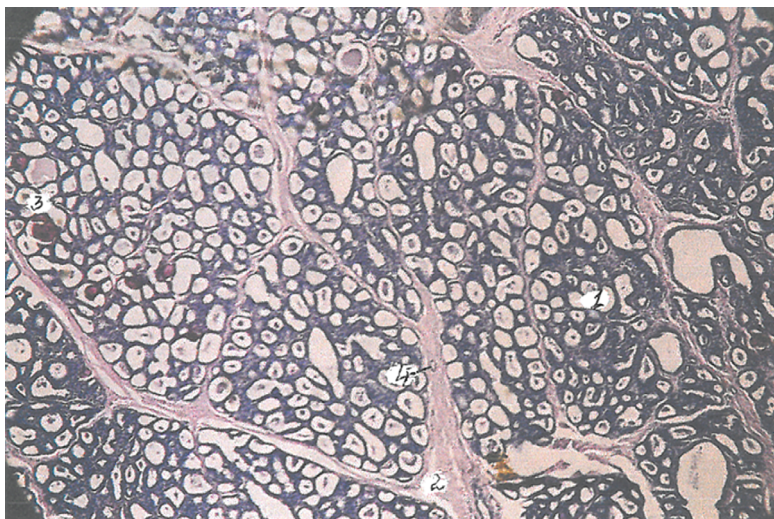
**Рис. 3.** Правая задняя доля вымени коровы айрширской породы (увеличение в 200 раз): 1 – альвеолы, 2 – соединительная ткань, 3 – молочные камни

Имеется несколько точек зрения о способах выведения секрета, синтезируемого в эпителиальных клетках молочной железы – белковых зернышек, жировых шариков и плазмы молока. Одни исследователи считают, что молочная железа выделяет белковый секрет по мерокриновому типу, а липидный продукт – по апокриновому, то есть существует мероапокриновый тип секреции [23, 38]. Другие [32] отрицают возможность апокриновой секреции в молочной железе, считая, что экструзия жировых капель и белковых гранул может совершаться только мерокриновым путем. Отмечено, что белковый компонент молока выделяется апокриновым путем [33]. Ученые [17, 29], изучая процесс секреции в разные периоды функционального состояния молочной железы, пришли к выводу, что секрет выводится в основном двумя путями – апокриновым и мерокриновым. С помощью электронно-микроскопических исследований удалось определить, что секреция жира и белка в молочной железе происходит по мерокриновому типу, но при образовании молозива и деструкции альвеол возможны и другие способы секреции [5, 31, 41].

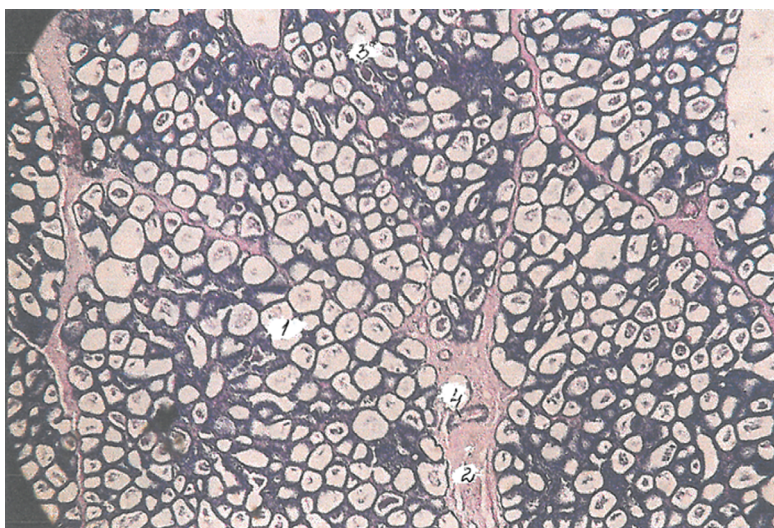
На основании полученных нами данных об изменении альвеолярного эпителия в молочной железе коров разных пород можно заключить, что процесс секреции альвеолярного эпителия может осуществляться как апокриновым, так и мерокриновым путями.

Во время исследований микроскопической структуры отдельных долей молочной железы коров черно-пестрой породы наблюдали картину, присущую вымени в период активной лактации (рис. 4, 5). Функционирующие дольки представляют основную массу паренхимы вымени, отдыхающие дольки встречаются крайне редко.

Молочные альвеолы вымени имеют овальную и продолговатую форму, они достаточно больших размеров. Визуально видно, что альвеолы задних долей вымени несколько крупнее передних. У коров черно-пестрой породы дольки разделены между собой междольковыми тяжами соединительной ткани, которые заметно меньше, чем у коров айрширской породы. Жировая ткань имела место только у некоторых исследуемых коров и находилась в виде отдельных клеток.



**Рис. 4.** Правая передняя доля вымени коровы чёрно-пёстрой породы (увеличение в 200 раз): 1 – альвеолы, 2 – соединительная ткань, 3 – молочные камни, 4 – кровеносные сосуды



**Рис. 5.** Правая задняя доля вымени коровы чёрно-пёстрой породы (увеличение в 200 раз): 1 – альвеолы, 2 – соединительная ткань, 3 – молочные камни, 4 – кровеносные сосуды

Анализ данных по соотношению тканей в различных долях коров айрширской породы (табл. 7) показал, что все компоненты молочной железы развиты одинаково как в передних, так и в задних долях. Мы предполагаем, что это результаты

многoletней селекционной работы финских ученых, направленной на увеличение емкости и равномерного развития долей вымени у коров айрширской породы.

Таблица 7

**Соотношение структурных элементов в разных долях молочной железы**

Порода	Удой, кг	Доля вымени	Тканевые компоненты, %				Паренхима:stroma	Молочные камни, %	Площадь альвеол, мкм	
			Паренхима (железистая ткань)	Строма						
				всего	соединительно-волокнистая	сосуды				жировая ткань
Айрширская	4583	Правая передняя	83,86± ±1,23	14,37	13,22± ±1,18	0,66± ±0,12	0,49± ±0,12	5,84:1	1,77± ±0,16	9014± ±342
		Правая задняя	83,78± ±1,15	14,09	13,08± ±1,10	0,84± ±0,14	0,17± ±0,06	5,95:1	2,13± ±0,24	9629± ±461
Черно-пестрая	4599	Правая Передняя	85,56± ±1,04	13,54	12,45± ±0,94	0,89± ±0,15	0,20± ±0,08	6,32:1	0,90± ±0,16	7089± ±264
		Правая задняя	89,32± ±0,79	9,76	8,80± ±0,68	0,79± ±0,16	0,17± ±0,07	8,15:1	0,92± ±0,17	9123± ±283

Следует обратить внимание на наличие молочных камней в молочной железе коров разных пород. Их число в задних долях вымени достигает на гистологическом срезе площади до 2%.

В некоторых исследованиях установлено, что молочные камни образуются в альвеолах, как правило, при неполном выдаивании молока вокруг сгустков казеина вследствие пропитывания их солями кальция и фосфора [32]. По данным многих ученых, молочные камни являются постоянными компонентами молочной железы у коров в период лактации. В источниках литературы доступны сведения, указывающие, что молочные камни могут замещать до 30% железистой ткани [11, 22]. Электронная микроскопия показала, что молочные камни имеют слоистое строение и обладают сложной органической основой, пропитанной солями кальция. Центрами организации молочных камней могут служить вторичные лизосомы, являющиеся постоянными спутниками дегенеративных процессов. В наших исследованиях наличие молочных камней в железе коров айрширской и черно-пестрой пород, по-видимому, связано с неполным выдаиванием молока.

Изучение микростроения отдельных долей молочной железы коров черно-пестрой породы показало значительные различия (табл. 7). Такое соотношение имело место во всех основных структурных элементах молочной железы каждой доли вымени. Так, например, железистой ткани содержалось больше в задних долях вымени на 3,76%, чем в передних. В то же время молочные альвеолы задних долей вымени по площади превосходили на 2034 мкм альвеолы передних долей.

Если сравнить соответствующие доли вымени у черно-пестрой и айрширской пород, то у последних молочные альвеолы уступают в развитии на 1,7–5,54%.

В наших исследованиях подтвердились утверждения некоторых ученых [2, 17, 22] о том, что жировая ткань вымени коров специализированных молочных пород



развита очень слабо. Так, например, у коров черно-пестрой и айрширской пород уровень жировой ткани, которая была представлена в виде скоплений или отдельных клеток, колебался от 0,17 до 0,49%.

Отмечены существенные различия в степени развития эластических волокон, окружающих альвеолы молочной железы, у коров разных пород. У коров черно-пестрой породы эластические волокна были сильнее развиты и образовывали вокруг альвеол густую сеть, тогда как у айрширских сверстниц эти волокна располагались более рыхло.

В процессе проведения исследований проведена попытка оценить степень васкуляризации молочной железы. Для изучения данного вопроса в процентном отношении отображали площадь среза, приходящуюся на сосуды. У изучаемых пород степень васкуляризации одинакова даже при разном количестве соединительной ткани в долях вымени.

Следовательно, микроструктура вымени коров разных пород различна как по соотношению в ней тканей, формирующих тело молочной железы, так и по величине структурных элементов, составляющих паренхиму и строму.

### **Заключение**

Таким образом, необходимо констатировать важность исследований, позволяющих определить морфофункциональные особенности молочной железы коров черно-пестрой и айрширской пород, специализированных на производстве молока, а также особенностей экстерьера исследуемых пород.

Изучение особенностей экстерьера обеих пород показало, что у коров черно-пестрой породы наблюдается выраженный молочный тип, а коровы айрширской породы уклонились в сторону увеличения мясных качеств. Среди коров айрширской породы встречаются животные, имеющие следующие недостатки экстерьера: узкую грудь, шилозадость, недостаточную длину и толщину задних сосков. У коров черно-пестрой породы из недостатков следует отметить недостаточную глубину груди, низкую крепость задних конечностей и копытного рога.

Рассчитанный коэффициент молочности составил у айрширских и черно-пестрых коров 939 и 981 кг соответственно, то есть черно-пестрая порода для производства молока используется более эффективно в условиях животноводческого комплекса.

Установлено, что доли молочной железы коров айрширской и черно-пестрой пород состоят из паренхимы (железистой ткани) и стромы (соединительной ткани), в которой ветвятся выводные протоки, сосуды и нервы. Соединительнотканые тяжи и перегородки делят паренхиму вымени на доли и дольки разной величины.

Железистая ткань молочной железы претерпевает количественные и качественные преобразования в зависимости от породы животных и их молочной продуктивности. У коров черно-пестрой породы площадь паренхимы в правой передней доле вымени составляет 85,56%, стромы- 13,54%, а в правой задней –89,32% и 9,76% соответственно. У животных айрширской породы на долю железистой ткани в правой передней доле приходится 83,86%, соединительной- 14,37%; а в правой задней –83,78% и 14,09% соответственно.

У коров черно-пестрой породы в соответствии с молочной продуктивностью 4599 кг паренхима находится в деятельном состоянии, а у коров айрширской породы с продуктивностью 4583 кг наблюдаются участки недействительной паренхимы.

Молочные альвеолы вымени у коров черно-пестрой породы больших размеров, они имеют овальную и продолговатую форму, в то же время альвеолы задних долей

несколько крупнее передних. Дольки разделены тонкими междольковыми соединительнотканными тяжами, которые явно меньше, чем у коров айрширской породы.

Секретируемые в клетке компоненты молока могут выделяться в просвет альвеол по апокриновому и голокриновому типам секреции, причем число секретирующих клеток в молочной железе коров черно-пестрой породы больше, чем в молочной железе айрширов.

### Библиографический список

1. Арзуманян Е.А. Морфологические изменения вымени коров первотелок в течение лактации / Е.А. Арзуманян, Г.П. Легошин // Доклады всесоюз. акад. с.-х. наук. – 1966. – Вып. 3, – с. 27–30.
2. Арзуманян Е.А. Микроструктура молочной железы коров разных пород / Е.А. Арзуманян // Известия ТСХА. – 1960. – В. 5. – С. 160–171.
3. Арзуманян Е.А. Основы интерьера крупного рогатого скота / Е.А. Арзуманян. – М., 1957. – 213 с.
4. Бракин В.Ф. Гистоструктура молочной железы коров ярославской породы в связи с возрастом, периодом лактации и продуктивностью / В.Ф. Бракин, З.М. Давыдова, Л.П. Павлова // Известия ТСХА. – 1978. – № 3. – С. 181.
5. Гетоков О. О гистоструктуре вымени у коров разных генотипов / О. Гетоков // Молочное в мясное скотоводство. – 1998. – № 4. – С. 13–15.
6. Глаголев П.А. Анатомия сельскохозяйственных животных с основами гистологии и эмбриологии / П.А. Глаголев, В.И. Ипполитова. – М.: Колос, 2007. – 480 с.
7. Грачев И.И. Вопросы физиологии молочной железы и возможности непрерывной лактации / И.И. Грачев // Вестник ЛГУ. – Л., 1956. – Т. 21. – № 4. – С. 125.
8. Дмитриев Н.Г. Айрширский скот / Н.Г. Дмитриев. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
9. Дунин И.М. Сравнительная оценка морфофункциональных свойств и гистоструктуры вымени симментальских и голштинских коров / И.М. Дунин, Т.Н. Бакланова // Выведение новой красно-пестрой породы молочного скота. – М., 1991. – Т. 6. – С. 98–103.
10. Закс М.Г. Молочная железа / М.Г. Закс. – М. – Л., 1964. – 276 с.
11. Казимирчук Н.С. Изменение показателей микростроения вымени коров в связи с уровнем продуктивности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.С. Казимирчук. – М., 1971. – 23 с.
12. Коротков А.С. Влияние различных факторов на содержание соматических клеток в молоке коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.С. Коротков. – М., 2006. – 18 с.
13. Коротков А.С. Влияние различных факторов на содержание соматических клеток в молоке коров: дис. ... канд. с.-х. наук / А.С. Коротков. – М., 2006. – 105 с.
14. Костомахин Н. Молочная продуктивность и иммуногенетическая характеристика коров разного происхождения / Н. Костомахин, М. Волынкина // Главный зоотехник. – 2018. – № 7. – С. 10–24.
15. Костомахин Н. Молочная продуктивность и продолжительность хозяйственного использования голштинизированных коров разной линейной принадлежности / Н. Костомахин, М. Габедава, О. Воронкова // Главный зоотехник. – 2018. – № 4. – С. 3–9.
16. Костомахин Н. Племенные ресурсы крупного рогатого скота России и их рациональное использование / Н. Костомахин // Главный зоотехник. – 2015. – № 4. – С. 3–9.
17. Костомахин Н.М. Основы современного производства молока. – Буди, Рада пуста, Венгрия: Хунланд Трейд Кфт., 2011. – 62 с.
18. Костомахин Н.М. Продуктивные и воспроизводительные особенности коров разных пород в Калужской области / Н.М. Костомахин, М.А. Габедава,

О.А. Воронкова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч. – практ. конф. – 2017. – С. 213–215.

19. Лискун Е.Ф. Строение молочной железы в связи с количеством производимого молока / Е.Ф. Лискун // Тр. бюро по зоотехнии. – Санкт-Петербург, 1912. – В. 8. – С. 26–84.

20. Молочная продуктивность коров разного возраста в условиях молочного комплекса «Рыжово» / Г. Родионов, Н. Костомахин, Л. Табакова и др. / Главный зоотехник. – 2020. – № 2. – С. 3–13.

21. Оценка экстерьера коров герефордской и абердин ангусской пород / Н. Костомахин, Е. Алексеева, Н. Лушников, Т. Лещук // Главный зоотехник. – 2018. – № 5. – С. 49–55.

22. Рихтер И.Д. Биология молочных желез / И.Д. Рихтер. – Л., 1939. – 215 с.

23. Родионов Г.В. Справочник по производству молока. – М.: АНО Молочная промышленность, 2003. – 220 с.

24. Родионов Г.В. Животноводство / Г.В. Родионов, Ю.А. Юлдашбаев, Л.П. Табакова. – СПб.: Лань, 2016. – 640 с.

25. Родионов Г.В. Технология производства и переработки животноводческой продукции / Г.В. Родионов, Л.П. Табакова, Г.П. Табаков. – М.: КолосС, 2005. – 511 с.

26. Родионов Г.В. Скотоводство / Г.В. Родионов, Н.М. Костомахин, Л.П. Табакова – СПб.: Лань, 2017. – 485 с.

27. Сарапкин В.Г. Повышение эффективности разведения черно-пестрого скота в Среднем Поволжье: дис. ... д-ра с.-х. наук / В.Г. Сарапкин. – Пенза, 2004. – 373 с.

28. Скотоводство / Г.В. Родионов, Ю.С. Изилов, С.Н. Харитонов, Л.П. Табакова. – М.: КолосС, 2007. – 405 с.

29. Табакова Л.П. Частная зоотехния и технология производства продукции животноводства / Л.П. Табакова. – М.: КолосС, 2007. – 318 с.

30. Табакова Л.П. Микроструктура молочной железы коров симментальской породы в зависимости от продуктивности / Л.П. Табакова, Б.Ц. Доржиев // Селекция с.-х. животных на устойчивость к болезням, повышение резистентности и продуктивного долголетия ВНИИплем. – М, 1992. – В 9. – С 134–135.

31. Техвер Ю.Т. Гистология и мочеполовых органов и молочной железы домашних животных / Ю.Т. Техвер. – Тарту, 1968. – Ч. 2. – С. 252–276.

32. Тиняков Г.Г. Гистология мясопромышленных животных / Г.Г. Тиняков. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 416 с.

33. Bresslau E. The Mammary Apparatus of the mammalia in the light of ontogenesis and philogenesis / E. Bresslau. – London, 1920. – 128 p.

34. Cowie AT. The physiology of lactation / AT. Cowie, SJ. Tindal // London. – 1971. – 129 p.

35. Emermann J.T. Maintenance and induction of morphological differentiation in dissociated mammary epithelium on floating collagen membranes - *in vitro* / J.T. Emermann, D.R. Pitelka. – 1977. – V. 13. – P. 316–328.

36. Emermann J.T. Cell size and shape changes in the myoepithelium of the mammary gland during differentiation / J.T. Emermann, A.W. Vogl // Anat. Rec. – 1986. – V. 216. – № 3. – P. 405–415.

37. Jeffer K.R. Cytology of the mammary gland of the albino rat 1. Pregnancy, lactation and involution / K.R. Jeffer // Amer. J. anat. – 1935, – V, 56. – P. 257–277.

38. Joshi K. Cellular proliferation in the rat mammary gland during pregnancy and lactation / K. Joshi, J.T.B. Ellis, CM. Hughes P. Monaghan, A.M. Neville // Lab. Invest. – 1986. – V. 54. – № 1. – P. 52–61.



39. Peaker M. Distribution of milk in the goat mammary gland and its relation to the rate and control of milk secretion / M, Peaker D.R. Blatchford // J. Dairy sci. – 1988. – V. 55, – № 1. – P. 41–48.
40. Rennison M.E. Investigation of the role of microtubules in protein secretion from lactating mouse mammary epithelial cells // M.E. Rennison, S.E. Handel C.J. 189. Widdle R.D. Burgoyne // J. Cell Science. – 1992. – V. 102 – Pt. 2. – P. 239–247.
41. Simon S. Zur 1 «Historire de la physiologie Mamaric (1800–1928) // These Faculte de Medicine de Strasburg. – 1968. – № 67. – P. 64–71.
42. Stern J.M. Ventral somatosensory determinants of nursing behavior in norway rats. 1. Effects of variations in the quality and quantity of pup stimuli / J.M. Stern, S.R. Johnson // Physiology and Behavior. – 1990. – V. 47. – P. 993–1011
43. Stoker M. Movement of human mammary tumor cells in culture Exclusion of fibroblasts by epithelial territories / M. Stoker, D. Piggot, P. Riddle // J. Cancer. – 1978. – V. 21. – P. 268–273.

## MORPHOFUNCTIONAL PROPERTIES OF UDDER, CONFORMATION FEATURES AND MILK PRODUCTIVITY OF DIFFERENT COW BREEDS

N.M. KOSTOMAKHIN<sup>1</sup>, G.P. TABAKOV<sup>1</sup>, L.P. TABAKOVA<sup>1</sup>,  
V.YE. NIKITCHENKO<sup>2</sup>, A.S. KOROTKOV<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University; <sup>2</sup>Russian University of Peoples' Friendship; <sup>3</sup>Ministry of Agriculture and Food of the Moscow Region)

*The authors have carried out comprehensive research of morphological and functional features of the mammary gland of the Black-Motley and Ayrshire cattle breeds, which belong to the specialized dairy cow breeds; described conformation features of the Black-Motley and Ayrshire cattle, estimated milk productivity of these breeds; studied morphological and functional properties of the udder, as well as histostructure of the mammary gland of cows, depending on the breed. It has been noted that cows of the Black-Motley breed tend to rather of a dairy type as compared to the Ayrshire breed. The conformation shortcomings of Ayrshire cows include the chest and pelvis narrowness, those of the Black-Motley breed – the lack of firmness in legs and hooves. When used under the conditions of intensive milk production technology, Ayrshire cows are inferior to Black-Motley cows in total milk yield and milk fat. 42 kg more milk per 100 kg of live weight has been obtained from Black-Motley cows. Cows of both breeds have a bulky and proportionally developed udder. Morphological and functional features of the udder of Ayrshire and Black-Motley cows do not differ much. The glandular tissue in the mammary gland of both breeds is well developed. At the beginning of lactation, it amounted to more than 80% of the total udder tissue, which indicates its strong development and characterizes the Black-Motley and Ayrshire cattle as highly productive dairy breeds. The front and the rear parts of the udder of the Ayrshire cattle are developed equally in the main structural elements especially in the total area of milk alveoli, while Black-Motley cows feature more developed rear parts with more visible glandular tissue and larger alveoli. The vascularization degree of the udder parts of both breeds is almost equal. There was almost no developed adipose tissue in the udder of both Ayrshire and Black-Motley breeds observed over the whole period of lactation. Among the studied animals of both breeds, the content of adipose tissue was 0.17–0.49%. In the mammary gland of the Ayrshire cows the greater amount of milk stones was detected than that in their Black-Motley age mates. This may be caused by the fact that the Finnish Ayrshire cattle are probably less adapted to being housed in the dairy plant.*

**Key words:** cows, udder, breed, Black-Motley, Ayrshire, milk productivity, glandular tissue, udder histostructure

## References

1. *Arzumanyan Ye.A.* Morfologicheskiye izmeneniya vymeni korov pervotelok v techeniye laktatsii [Morphological changes of the udder of heifers during lactation] / Ye.A. Arzumanyan, G.P. Legoshin // Doklady vsesoyuzn. akad. s.-kh. nauk. – 1966; 3: 27–30. (In Rus.)
2. *Arzumanyan Ye.A.* Mikrostruktura molochnoy zhelezy korov raznykh porod [Microstructure of the mammary gland of cows of different breeds] / Ye.A. Arzumanyan // Izvestiya TSKHA. – 1960; 5: 160–171. (In Rus.)
3. *Arzumanyan Ye.A.* Osnovy inter'yera krupnogo rogatogo skota [Basics of the cattle interior] / Ye.A. Arzumanyan. – M., 1957: 213. (In Rus.)
4. *Vrakin V.F.* Gistostruktura molochnoy zhelezy korov yaroslavskoy porody v svyazi s vozrastom, periodom laktatsii i produktivnost'yu [Histological structure of the mammary gland of cows of the Yaroslavl breed in connection with their age, lactation, and productivity] / V.F. Vrakin, Z.M. Davydova, L.P. Pavlova // Izvestiya TSKHA. – 1978; 3: 181. (In Rus.)
5. *Getokov O.* O gistostrukture vymeni u korov raznykh genotipov [On the udder histostructure in cows of different genotypes] / O. Getokov // Molochnoye v myasnoye skotovodstvo. – 1998; 4: S. 13–15. (In Rus.)
6. *Glagolev P.A.* Anatomiya sel'skokhozyaystvennykh zhitovnykh s osnovami gistologii i embriologii [Anatomy of farm animals with the basics of histology and embryology] / P.A. Glagolev, V.I. Ippolitova. – M.: Kolos, 2007: 480. (In Rus.)
7. *Grachev I.I.* Voprosy fiziologii molochnoy zhelezy i vozmozhnosti nepreryvnoy laktatsii [Issues of physiology of the mammary gland and the feasibility of continuous lactation] / I.I. Grachev // Vestnik LGU. – L., 1956; 21; 4: 125. (In Rus.)
8. *Dmitriyev N.G.* Ayrshirskiy skot [Ayrshire cattle] / N.G. Dmitriyev. – M.: Kolos, 1982: 272. (In Rus.)
9. *Dunin I.M.* Sravnitel'naya otsenka morfofunktional'nykh svoystv i gistostrukturny vymeni simmental'skikh i golshhtinskikh korov [Comparative evaluation of morphological and functional properties and histostructure of the udder of Simmental and Holstein cows] / I.M. Dunin, T.N. Baklanova // Vyvedeniye novoy krasno-pestroy porody molochnogo skota. – M., 1991; 6: 98–103. (In Rus.)
10. *Zaks M.G.* Molochnaya zheleza / M.G. Zaks. – M. – L., 1964: 276. (In Rus.)
11. *Kazimirchuk N.S.* Izmeneniye pokazateley mikrostroyeniya vymeni korov v svyazi s urovnem produktivnosti: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. Nauk [Change in the microstructure of the udder of cows in connection with the level of productivity: Self-review of PhD (Ag) thesis] / N.S. Kazimirchuk. – M., 1971: 23. (In Rus.)
12. *Korotkov A.S.* Vliyaniye razlichnykh faktorov na sodержaniye somaticheskikh kletok v moloke korov: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Influence of various factors on the content of somatic cells in cow's milk: Self-review of PhD (Ag) thesis] / A.S. Korotkov. – M., 2006: 18. (In Rus.)
13. *Korotkov A.S.* Vliyaniye razlichnykh faktorov na sodержaniye somaticheskikh kletok v moloke korov: dis. ... kand. s.-kh. nauk [Influence of various factors on the content of somatic cells in cow's milk: PhD (Ag) thesis] / A.S. Korotkov. – M., 2006: 105. (In Rus.)
14. *Kostomakhin N.* Molochnaya produktivnost' i immunogeneticheskaya kharakteristika korov raznogo proiskhozhdeniya [Milk productivity and immunogenetic characteristics of cows of different origin] / N. Kostomakhin, M. Volynkina // Glavniy zootekhnik. – 2018; 7: 10–24. (In Rus.)
15. *Kostomakhin N.* Molochnaya produktivnost' i prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya golshhtinizirovannykh korov raznoy lineynoy prinadlezhnosti [Milk productivity and the duration of economic use of holsteinized cows of different linear

- affiliation] / N. Kostomakhin, M. Gabedava, O. Voronkova // *Glavniy zootekhnik.* – 2018; 4: 3–9. (In Rus.)
16. *Kostomakhin N.* Plemennyye resursy krupnogo rogatogo skota Rossii i ikh ratsional'noye ispol'zovaniye [Breeding resources of cattle in Russia and their rational use] / N. Kostomakhin // *Glavniy zootekhnik.* – 2015; 4: 3–9. (In Rus.)
17. *Kostomakhin N.M.* Osnovy sovremennogo proizvodstva moloka [Basics of modern milk production]. – Budi, Rada pusta, Hungary: Khunland Treyd Kft., 2011: 62. (In Rus.)
18. *Kostomakhin N.* Produktivnyye i vosproizvoditel'nyye osobennosti korov raznykh porod v Kaluzhskoy oblasti [Productive and reproductive features of cows of different breeds in the Kaluga region] / N.M. Kostomakhin, M.A. Gabedava, O.A. Voronkova // *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii: sb. nauch. dokl. XX Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.* – 2017: 213–215. (In Rus.)
19. *Liskun Ye.F.* Stroyeniye molochnoy zhelezy v svyazi s kolichestvom proizvodimogo moloka [Structure of the mammary gland in connection with the amount of milk produced] / Ye.F. Liskun // *Tr. byuro po zootekhnii.* – Sankt-Peterburg, 1912; 8: 26–84. (In Rus.)
20. Molochnaya produktivnost' korov raznogo vozrasta v usloviyakh molochnogo kompleksa “Ryzhovo” [Milk productivity of cows of different ages in the conditions of the Ryzhovo dairy farm] / G. Rodionov, N. Kostomakhin, L. Tabakova et al. // *Glavniy zootekhnik.* – 2020; 2: 3–13. (In Rus.)
21. Otsenka ekster'yera korov gerefordskoy i aberdin angusskoy porod [Assessing the exterior of the Hereford and Aberdeen Angus breeds] / N. Kostomakhin Ye. Alekseyeva, N. Lushnikov, T. Leshchuk // *Glavniy zootekhnik.* – 2018; 5: 49–55. (In Rus.)
22. *Rikhter I.D.* Biologiya molochnykh zhelez [Biology of the mammary glands] / I.D. Rikhter. – L., 1939: 215. (In Rus.)
23. *Rodionov G.V.* Spravochnik po proizvodstvu moloka [Reference book of milk production]. – M.: ANO Molochnaya promyshlennost', 2003: 220. (In Rus.)
24. *Rodionov G.V.* Zhivotnovodstvo [Livestock farming] / G.V. Rodionov Yu.A. Yuldashbayev, L.P. Tabakova. – SPb.: Lan', 2016: 640. (In Rus.)
25. *Rodionov G.V.* Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki zhivotnovodcheskoy produktsii [Technology of the production and processing of livestock products] / G.V. Rodionov, L.P. Tabakova, G.P. Tabakov. – M.: KolosS, 2005: 511. (In Rus.)
26. *Rodionov G.V.* Skotovodstvo [Cattle breeding] / G.V. Rodionov, N.M. Kostomakhin, L.P. Tabakova – SPb.: Lan', 2017: 485. (In Rus.)
27. *Sarapkin V.G.* Povysheniye effektivnosti razvedeniya cherno-pestrogo skota v Srednem Povolzh'ye [Improving the efficiency of breeding Black-Motley cattle in the Middle Volga]: DSc (Ag) thesis / V.G. Sarapkin. – Penza, 2004: 373. (In Rus.)
28. Skotovodstvo [Cattle breeding] / G.V. Rodionov Yu.S. Izilov, S.N. Kharitonov, L.P. Tabakova. – M.: KolosS, 2007: 405. (In Rus.)
29. *Tabakova L.P.* Chastnaya zootekhnika i tekhnologiya proizvodstva produktsii zhivotnovodstva [Specific livestock breeding and livestock production technology] / L.P. Tabakova. – M.: KolosS, 2007: 318. (In Rus.)
30. *Tabakova L.P.* Mikrostruktura molochnoy zhelezy korov simmental'skoy porody v zavisimosti ot produktivnosti [Microstructure of the mammary gland of Simmental cows depending on productivity] / L.P. Tabakova B.TS. Dorzhiyev // *Selektsiya s.-kh. zhivotnykh na ustoychivost' k boleznyam, povysheniye rezistentnosti i produktivnogo dolgoletiya VNIIPlem.* – M., 1992; 9: 134–135. (In Rus.)
31. *Tekhver Yu.T.* Gistologiya i mocheopolovykh organov i molochnoy zhelezy domashnykh zhivotnykh [Histology of the urogenital organs and mammary gland of domestic animals] / Yu.T. Tekhver. – Tartu, 1968; 2: 252–276. (In Rus.)

32. *Tinyakov G.G.* Gistologiya myasopromyshlennykh zhivotnykh [Histology of meat animals] / G.G. Tinyakov. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 1980: 416. (In Rus.)
33. *Bresslau E.* The Mammary Apparatus of the mammalia in the light of ontogenesis and philogenesis / E. Bresslau. – London, 1920: 128.
34. *Cowie AT.* The physiology of lactation / AT. Cowie, SJ. Tindal. – London, 1971: 129.
35. *Emermann J.T.* Maintenance and induction of morphological differentiation in dissociated mammary epithelium on floating collagen membranes - *in vitro* / J.T. Emermann, D.R. Pitelka. – 1977; 13: 316–328.
36. *Emermann J.T.* Cell size and shape changes in the myoepithelium of the mammary gland during differentiation / J.T. Emermann, A.W. Vogl // Anat. Rec. – 1986; 216; 3: 405–415.
37. *Jeffer K.R.* Cytology of the mammary gland of the albino rat 1. Pregnancy, lactation and involution / K.R. Jeffer // Amer. J. anat. – 1935; 56: 257–277.
38. *Joshi K.* Cellular proliferation in the rat mammary gland during pregnancy and lactation / K. Joshi, J.T.B. Ellis, CM. Hughes P. Monaghan, A.M. Neville // Lab. Invest. – 1986; 54; 1: 52–61.
39. *Peaker M.* Distribution of milk in the goat mammary gland and its relation to the rate and control of milk secretion / M. Peaker D.R. Blatchford // J. Dairy sci. – 1988; 55; 1: 41–48.
40. *Rennison M.E.* Investigation of the role of microtubules in protein secretion from lactating mouse mammary epithelial cells // M.E. Rennison, S.E. Handel C.J. 189. Widdle R.D. Burgoyne // J. Cell Science. – 1992; 102; 2: 239–247.
41. *Simon S.* Zur 1 Historire de la physiologie Mamaric (1800–1928) // These Faculte de Medicine de Strasburg. – 1968; 67: 64–71.
42. *Stern J.M.* Ventral somatosensory determinants of nursing behavior in norway rats. 1. Effects of variations in the quality and quantity of pup stimuli / J.M. Stern, S.R. Johnson // Physiology and Behavior. – 1990; 47: 993–1011.
43. *Stoker M.* Movement of human mammary tumor cells in culture Exclusion of fibroblasts by epithelial territories / M. Stoker, D. Piggot, P. Riddle // J. Cancer. – 1978; 21: 268–273.

**Костомахин Николай Михайлович** – д.б.н., проф. каф. молочного и мясного скотоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-40-40; e-mail: kostomakhin@mail.ru).

**Табак Генадий Павлович** – к.б.н., доцент каф. морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-14-47; e-mail: tabakova@rgau-msha.ru).

**Табак Лилия Петровна** – к.б.н., доцент каф. молочного и мясного скотоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-40-40; e-mail: tabakova@rgau-msha.ru).

**Никитченко Владимир Ефимович** – д.в.н., проф. каф. морфологии животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Российского университета дружбы народов (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 9; тел.: (495) 434-31-66 (доб.18–84); e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Коротков Алексей Сергеевич** – к.с.-х.н., заместитель начальника Управления отраслей сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности- заведующим отделом развития животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства и продовольствия Московской области. Москва, ул. Садовая-Триумфальная, 10/13; тел.: (498) 602-31-82; e-mail: askorotkov80@mail.ru).

**Nikolay M. Kostomakhin** – DSc (Bio), Professor of the Department of Cattle Breeding, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; phone: (499) 976-40-40; e-mail: kostomakhin@mail.ru).

**Gennadiy P. Tabakov** – PhD (Bio), Associate Professor, the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 977-14-47; e-mail: tabakova@rgau-msha.ru).

**Liliya P. Tabakova** – PhD (Bio), Associate Professor, the Department of Cattle Breeding, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; phone: (499) 976-40-40; e-mail: tabakova@rgau-msha.ru).

**Vladimir Ye. Nikitchenko** – DSc (Vet), Professor, the Department of Animals Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise, Russian University of Peoples' Friendship (117198, Moscow, Miklukho-Maklay str., 9, phone: (495) 434-31-66, extension phone: 18–84; e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Aleksei S. Korotkov** – PhD (Agr), Deputy Head of the Department of Agriculture and Processing Industries – Head of the Department of Livestock and Breeding of the Ministry of Agriculture and Food of the Moscow Region (127994, Moscow, Sadovaya-Triumfalnaya Str., 10/13; phone: (498) 602-31-82; e-mail: askorotkov80@mail.ru).