

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный
университет — МСХА имени К. А. Тимирязева»

На правах рукописи

БОГДАНОВ ЕВГЕНИЙ ВИКТОРОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГОВЯДИНЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОМЕСЕЙ
АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ И ВАГЮ**

Специальность 4.2.4 «Частная зоотехния, кормление, технологии
приготовления кормов и производства продукции животноводства»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор **Соловьева**
Ольга Игнатьевна

Москва — 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации.....	11
1.2. Показатели, учитываемые при оценке качества говядины и определяющие ее качество	20
1.3. Факторы, влияющие на продуктивность и качество говядины	33
1.4. Характеристики исследуемых пород крупного рогатого скота.....	37
1.4.1. Абердин-ангусская порода и ее характеристики	37
1.4.2. Порода вагю и ее характеристики.....	41
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА	48
3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	53
3.1. Кормление и содержание исследуемых животных	53
3.1.1. Пастбищное содержание животных	54
3.1.2. Отъем и содержание на ферме	56
3.2. Рост и развитие исследуемых бычков	58
3.2.1. Весовой рост.....	58
3.2.2. Линейный рост	64
3.3. Мясная продуктивность и качество мяса исследуемых бычков.....	75
3.3.1. Убойные качества подопытных бычков.....	77
3.3.2. Морфологический состав полутуш опытных бычков	82
3.3.3. Мраморность мяса исследуемых бычков.....	93
3.4. Химический состав мяса бычков	96
3.4.1. Биохимические показатели говядины: аминокислотный и жирнокислотный состав мышечной ткани	100
3.4.2. Исследование прочих биохимических показателей говядины .	110
4. Характеристика шкур подопытных бычков.....	115

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА	119
ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
ВЫВОДЫ.....	130
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ.....	134
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	136
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	163
Рационы кормления бычков	163

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Состояние отрасли мясного скотоводства и производство говядины в России характеризуется стагнацией. Рост производства мяса всех видов сельскохозяйственных животных и птиц составляет около 2,5% в год, в то же время доля специализированных мясных пород в общем поголовье крупного рогатого скота остается низкой [Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве, 2023].

По расчетам, для стабильного производства говядины в Российской Федерации, прежде всего, необходимо иметь численность специализированного мясного скота не менее 10 млн гол, в том числе не ниже 5 млн маточного поголовья. Порода вагю, которая относится к специализированному скотоводству, согласно исследованиям, обладает предрасположенностью к образованию жировых отложений в мышечной ткани, на генетическом уровне, благодаря чему получаемая продукция обладает высокими потребительскими качествами и больше ценится на международном рынке. Такое мясо более сочное, нежное и отличается повышенными потребительскими качествами. Согласно исследованиям, особое соотношение жирных кислот в таком мясе позволяет не только добиться особого вкуса, но и предупредить некоторые сердечно-сосудистые заболевания у потребителей [Амерханов, 2011; Лебедько, 2022. Smith, 2016].

Наиболее крупные производства высококачественной, мраморной, говядины, в России, созданы отечественными агропромышленными холдингами в Брянской, Смоленской, Калининградской, Орловской, Тульской и Калужской областях.

Для реализации постановления Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 с изменениями от 4 апреля 2025 г. № 434 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской

Федерации» в стратегические приоритеты в сфере реализации Государственной программы, в том числе в целях приведения их в соответствие с положениями Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» внесены изменения и установлены следующие цели Государственной программы:

- повышение производства мяса всех видов скота и птицы до 19,6 млн.тн.,

- достижение объема экспорта продукции АПК (в номинальных ценах) в размере 55,2 млрд долл. США к концу 2030 г.

Задачами программы является формирование и сохранение продовольственной безопасности, увеличение объемов производства высококачественной говядины путем стабилизации поголовья специализированного мясного скота тем самым повышая эффективность отрасли, что гарантирует насыщение внутреннего рынка доступным животным белком. [Национальный доклад, 2025]

По данным Росстата, в 2024 году производство скота и птицы на убой в живом весе составило 16,9 млн т, что на 61,1% больше, чем в 2010 году, и на 2,1%, чем в 2023-м. Наибольшая доля приходилась на птицу (7,2 млн т, или 42,5%), далее идет свинина (6,3 млн т, или 37,2%), третье место занял крупный рогатый скот (2,9 млн т, или 17%). Овцы и козы оказались на четвертом месте (0,4 млн т, или 2,6%) [Цендина, 2025].

По сравнению с 2023 годом производство крупного рогатого скота на убой в живой массе увеличилось на 0,7%, до 2,9 млн т, что на 4,5% больше показателей предыдущего года. Рост был обеспечен прежде всего сектором сельскохозяйственных организаций (СХО), где производство выросло на 4,5% (на 29,9 тыс. т), достигнув 695 тыс. т, а также крестьянскими фермерскими хозяйствами (КФХ), где прирост составил 2,3% (4,8 тыс. т). В то же время в хозяйствах населения, которые

традиционно производят около половины всего объема, в отчетном периоде зафиксировано снижение производства на 3,0% (23,8 тыс. т) [ВНИИплем, 2025; Минсельхоз РФ, 2023].

В структуре потребления мяса и мясопродуктов в расчете на человека в 2025 г доля говядины занимает 15,9% или 13 кг.

В целом же траектория производства и потребления говядины последние годы идет на снижение. Эта тенденция характерна не только для России, но и для всех стран [Перцева, 2023].

Зарубежные исследователи сообщают, что объем мирового рынка говядины в 2024 году составил 430,23 млрд долларов США, и ожидается, что он вырастет с 455,18 млрд долларов США в 2025 году до 714,61 млрд долларов США к 2033 году, увеличиваясь в среднем на 5,8% в год в прогнозируемый период (2025–2033 годы) [Straits Research, 2024].

Таким образом необходим поиск вариантов и решений по увеличению производства конкурентноспособной продукции мясного скотоводства с использованием специализированных мясных пород.

В соответствии с вышеизложенным тема работы повышение производства говядины при использовании помесей абердин-ангусской породы и вагю является актуальной и имеет практическое значение.

Степень разработанности темы. Используемые в России породы крупного рогатого скота достаточно известны и хорошо изучены. Исследованиям абердин-ангусской породы посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов. Отдельно необходимо отметить вклад отечественных авторов: Х. А. Амерханова (2017), И. П. Прохорова (2012), А. Ф. Шевхужева (2022), С. К. Абуова (2020), В. И. Семенова (1931), В. И. Степанова (2012), С. Д. Батанова (2023), Е. И. Бугримова (1941), И. М. Дунина (2020), Н. А. Зиновьевой (2019), А. А. Сермягина (2019), Е. Н. Коноваловой (2015), Л. И. Кибкало (2009), М. В. Тарасова (2020). Из числа зарубежных авторов следует отметить Larry V. Cundiff

(2007), E. Casas (2007), M. E. Dikeman (1998), G. J. Mears (2001), и многих других.

Порода вагю не так популярна в нашей стране, как абердин-ангусская, но в Японии она считается национальной гордостью, благодаря чему достаточно хорошо исследована. В Америке, Австралии и Японии имеется достаточно публикаций на тему получения помесного потомства с этой породой, а также исследований, посвященных ее чистопородному разведению. Стоит отметить авторов, занимающихся исследованием породы вагю из отечественных авторов это Е. Я. Лебедько (2022) и А. А. Носова (2022), из зарубежных: Т. Gotoh (2018), Н. Hirooka, G. J. Mears, M. Motoyama (2016), К. Sasaki (2016), S. B. Smith (2016), и другие.

Однако, следует отметить отсутствие публикаций и исследований на тему получения помесного поголовья абердин-ангусской породы и вагю полученных на территории Российской Федерации. В связи с этим изучение использования помесей абердин-ангусской породы и вагю является актуальной и требует дальнейших исследований.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является обоснование эффективности использования помесей пород абердин-ангусской и вагю для увеличения производства говядины и повышения ее качества.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1) произвести оценку весового роста исследуемых бычков с момента рождения до 18 месяцев (живая масса (ЖМ), кг; среднесуточный прирост (СП), г; абсолютный прирост (АП), %);

2) оценить линейный рост исследуемых бычков (промеры статей, см; индексы телосложения, %);

3) изучить мясную продуктивность у исследуемых животных (съемная живая масса, кг; предубойная масса, кг; масса парной туши, кг; масса внутреннего жира, кг; выход туши, %; выход внутреннего жира, %);

убойный выход, %);

4) оценить морфологический анализ туш исследуемых животных при убое в возрасте 12, 15, 18 месяцев (масса охлажденной полутуши, кг; масса мякотной части, кг; масса костной части и хрящей, кг; масса сухожилий, кг; индекс мясности)

5) определить качественный состав мяса при убое в возрасте 12, 15, 18 месяцев и аминокислотный состав полученной мясной продукции в 18-месячном возрасте;

6) оценить качество кожевенного сырья (масса шкур, кг; выход шкур, %; толщина, мм (о/п/в); длина, м; ширина, м; площадь шкур, м²);

7) рассчитать экономическую эффективность выращивания помесей в сравнении с родительскими породами.

Научная новизна. Впервые в условиях Центрального федерального округа была проведена комплексная оценка зоотехнических, хозяйственно-биологических, биохимических и качественных показателей мясной продукции и мраморности мяса, экономических особенностей крупного рогатого скота пород абердин-ангус, вагю и их помесей.

Проведенные исследования доказали превосходство получаемого помесного молодняка над сверстниками родительских пород на всех этапах развития, а также при послеубойной оценке. Материалы диссертационной работы могут быть использованы для планирования работ по повышению качества получаемой продукции мясного скотоводства.

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены новые данные о закономерностях роста, развития, мясной продуктивности и качестве мяса помесей ангус-вагю. Теоретически обоснована и экспериментально доказана высокая эффективность использования помесей абердин-ангусской породы с быками вагю для повышения производства говядины. Повышены показатели роста и развития

животных, улучшена биологическая ценность мяса и его мраморность, повышена рентабельность производства.

Практическая значимость исследования подтверждается полученными данными, которые могут быть внедрены в производственную деятельность сельскохозяйственных организаций разных форм хозяйствования, а также использоваться в качестве учебно-методического материала при реализации образовательных программ высшего и среднего профессионального образования.

Методология и методы исследования. Диссертационная работа выполнена с применением утвержденных и общепринятых научных методических указаний на репрезентативном поголовье животных. Полученные в ходе эксперимента данные обработаны биометрически с применением методов вариационной статистики.

Основные положения, выносимые на защиту

Использование помесных животных положительно повлияло на следующие показатели:

- динамику роста и развития животных;
- показатели мясной продуктивности;
- показатели мраморности мяса;
- качественный и биохимический состав мяса;
- экономическую эффективность использования помесных

животных.

Степень достоверности и апробация исследования.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в научных изданиях, доложены, прошли обсуждение и получили положительную оценку на Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича (Москва, 2024), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной

90-летию со дня основания института зоотехнии и биологии РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва, 2024), Международной конференции молодых ученых и специалистов РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва, 2025).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано одиннадцать научных работ, в том числе две публикации в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ («Вестник Курского ГАУ»).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 165 страницах компьютерного текста, содержит иллюстративный материал: 38 таблиц, 7 рисунков, 4 формулы; библиографический список представлен 185 источниками, из них 27 — зарубежные источники.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации

Разведение крупного рогатого скота мясного направления является стратегически значимой составляющей агропромышленного комплекса Российской Федерации и вносит существенный вклад в укрепление продовольственного суверенитета страны.

В период с 2006 года в стране осуществляется реализация национального проекта «Развитие АПК», направленного на активное развитие целого ряда инвестиционных проектов в области мясного скотоводства с целью получения высококачественной говядины, которая является важным источником незаменимых аминокислот, витаминов и минералов для населения [Росстат, 2024].

Согласно информации, представленной в ежегоднике ВНИИплем, в Российской Федерации на 1 января 2025 года было комплексно оценено 270,2 тыс. гол. мясного скота, в том числе 132,2 тыс. коров и 4,9 тыс. быков-производителей, относящихся к 11 породам и трем внутривидовым типам, разводимых в 56 регионах страны. В таблице 1 отражена динамика абсолютной численности пробонитированного скота мясных пород, разводимого в стране.

Таблица 1

**Относительная численность пробонитированного поголовья
скота мясных пород (по данным ВНИИплем, 2025)**

Поголовье	Год				2024 г. +/- к 2010 г.	2024 г. +/- к 2013 г.
	2010	2015	2023	2024		
Всего по РФ, гол.	319 012	614 566	308 648	270 215	-48 797	-38 433
В том числе по породам (%):						
абердин-ангусская	6,3	49,6	16,9	16,0	9,7	-0,9
геррефордская	22,8	14,8	28,2	30,4	7,6	2,2
казахская белоголовая	17,8	9,6	17,2	17,2	-0,6	-
калмыцкая	44,4	22,4	33,8	32,9	-11,5	-0,9
галловейская	0,5	0,5	1,0	0,9	0,4	-0,1
симментальская мясного типа	2,7	1,0	0,6	0,5	-2,2	-0,1
лимузинская	1,7	0,8	0,8	0,7	-1,0	-0,1
обрак	0,9	0,3	0,5	0,5	-0,4	-
шаролезская	2,1	0,6	0,3	0,4	-1,7	0,1
салерс	0,4	-	0,01	-	-0,4	-
русская комолая	0,3	0,06	0,3	0,4	0,1	0,1
бланк-блю бельж	-	-	0,06	0,06	0,06	-
санта-гертруда	-	-	0,08	-	-	-0,08

Основные породы крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, согласно зоотехническим ведомостям, предоставляемым в качестве отчетности в Министерство сельского хозяйства, следующие: калмыцкая (32,9%), геррефордская (30,4%), казахская белоголовая (17,2%), абердин-ангусская (16,0%). Суммарная численность скота этих пород составляет 260,8 тыс. гол., или 96,5% от общего пробонитированного поголовья [ВНИИплем, 2025].

Вследствие сокращения общей численности мясного скота в хозяйствах Российской Федерации поголовье пробонитированного скота уменьшилось по сравнению с 2023 годом на 12,5% [ВНИИплем, 2025].

На 2024 год прирост производства скота в живом весе, по данным Росстата, составил 21,4 тыс. т, что на 0,7% больше, чем в 2023 году, и в данный момент составляет 2879,3 тыс. т. На данный момент по доле мяса в мировом производстве Россия занимает 10-е место; в числе лидеров: США (12,3 млн т в год), Бразилия (11 млн т), Китай (7,5 млн т). Общее поголовье КРС в России на 2025 год составляло 16,5 млн гол., из них мясные породы занимали менее 2% [ВНИИплем, 2024; Росстат, 2024; Минсельхоз РФ, 2024; USDA, 2023; «Скотоводы.com»].

В нашей стране, несмотря на снижение поголовья, наблюдается небольшой рост производства говядины. В России продолжает доминировать молочное скотоводство (до 68% общего поголовья), что, в свою очередь, снижает качество мяса. Это обусловлено сочетанием исторических, экономических, социальных и даже климатических факторов. В советский период молочное и мясное скотоводство активно развивалось в рамках коллективных хозяйств (колхозов и совхозов) с целью обеспечения населения мясо-молочными продуктами. Это создало мощную производственную базу и инфраструктуру. Однако в результате различных политических и экономических изменений был сделан упор на получение молочной продукции; животных мясного направления продуктивности в коллективных хозяйствах в разные временные промежутки также ставили на раздой и получали с них молоко. Кроме того, производство молока обеспечивает более быстрый и стабильный доход по сравнению с мясным скотоводством, где требуется длительный период выращивания животного [Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года», 2017; Лебедько, 2020].

В последние годы наметилась тенденция к увеличению доли мясного скотоводства, но молочное скотоводство по-прежнему сохраняет

доминирующее положение из-за укоренившихся факторов, сформировавшихся на протяжении десятилетий.

Несмотря на все вышеперечисленные факторы, потребление мяса и мясопродуктов в России растет, в 2024 году составив 83 кг на человека в год, и прогнозируется, что в 2025 году оно или останется на том же уровне, или вновь покажет рост, повысившись до 85 кг на человека. Согласно итоговому докладу о результатах деятельности Минсельхоза России за 2024 год, уровень самообеспеченности Российской Федерации мясом и мясопродуктами (в пересчете на мясо) достиг уровня в 102%. Достигнуто это за счет производства мяса птицы и свиноводства. Производство говядины в России не покрывает потребность, что привело к увеличению импорта говядины в 2024 году на 35 тыс. т по сравнению с предыдущим годом, составив 350 тыс. т. Параллельно отмечается рост экспортных поставок российской говядины, достигших рекордных 41 тыс. т в 2023 году. Это связано с тем, что на экспорт поступает говядина высшего сорта, используемая для стейков и прочих мясных блюд, требующих премиальных сортов мяса, тогда как на импорт идет говядина для производства полуфабрикатов и фарша [Росстат, 2024].

В Российской Федерации стратегия развития мясного скотоводства реализуется по двум ключевым направлениям. Первостепенной задачей является количественное увеличение поголовья крупного рогатого скота. Для достижения этой цели реализуются комплексные меры, включающие в себя:

- 1) селекционно-племенную работу по улучшению генетических характеристик животных;
- 2) финансовое стимулирование сельхозпроизводителей через систему государственных субсидий и льготного кредитования.

Параллельно осуществляется качественное преобразование отрасли, направленное на:

- 1) совершенствование технологий содержания животных;
- 2) повышение питательной ценности кормовой базы;
- 3) модернизацию процессов убоя и переработки мясного сырья;
- 4) внедрение современных стандартов качества продукции.

Такой двуединый подход позволяет одновременно наращивать объемы производства и существенно улучшать потребительские характеристики конечной продукции. Особое внимание уделяется внедрению ресурсосберегающих технологий и цифровых решений на всех этапах производственного цикла, от выращивания молодняка до реализации готовой мясной продукции [Батанов, 2022].

Современные стандарты качества формируют четкие экономические ориентиры для производителей говядины. Мраморность мяса категорий Prime и Choice обеспечивает ценовую премию в 35–50% к базовой стоимости [USDA, 2023]. Введение российской категории «мраморная говядина» позволило отечественным производителям увеличить рентабельность производства на 18–22% [Калинин, 2022].

Мониторинг потребительских предпочтений, проводимый Национальным союзом производителей говядины, выявил устойчивую корреляцию между органолептическими характеристиками и готовностью потребителей платить ценовую премию (где r означает корреляцию):

- мраморность ($r = 0,78$);
- нежность ($r = 0,85$);
- экологическая безопасность ($r = 0,72$).

Перспективным направлением оптимизации экономических показателей является внедрение ресурсосберегающих технологий и дифференциация продукции по качественным характеристикам, что позволяет повысить рентабельность производства на 15–20% [Сельское хозяйство в России, 2023].

На современном рынке наблюдается устойчивый спрос на высококачественную говядину, обладающую особыми вкусовыми характеристиками и высокой питательной ценностью.

Экономические аспекты содержания крупного рогатого скота в России охватывают широкий спектр вопросов, связанных с производством молока и мяса. Успешное функционирование хозяйств, занимающихся скотоводством, напрямую зависит от эффективного управления затратами, повышения производительности, оптимизации процессов и использования современных технологий [Ставцев, 2011]. Рассмотрим ключевые экономические аспекты и факторы, влияющие на рентабельность содержания животных в российских условиях.

В первую очередь это себестоимость продукции и рентабельность. Себестоимость производства говядины складывается из затрат на содержание маточного поголовья и определяется таким производственным параметром, как убойный выход. В текущих условиях расчетные затраты на получение одного килограмма прироста живой массы колеблются в диапазоне 250–600 рублей. Данная вариативность носит выраженный сезонный характер: в летний период, при использовании ресурсосберегающей технологии нагула на естественных пастбищах, затраты минимизируются. В зимний же период себестоимость возрастает в связи с необходимостью обеспечения животных основными объемистыми кормами (силосом, сенажем), включения в рацион концентратов и организации дополнительных хозяйственных операций, таких как подогрев воды. Динамика отрасли показывает устойчивый рост. В 2024 году объем производства говядины в России достиг 7,1 млн т, что на 2,8% превысило показатель предыдущего года. За десятилетие (с 2014 года) уровень самообеспеченности внутреннего рынка данным видом мяса существенно повысился: с 68 до 85%. Параллельно наблюдалась значительная ценовая динамика: если в январе

2024 года средняя цена за килограмм говядины составляла 523,40–535,30 рубля, то к январю 2025 года она возросла до 603,65–725,90 рубля. Годовой прирост стоимости, таким образом, составил около 25,6%. Это можно связать с уровнем инфляции и изменением ключевой ставки Центрального банка России, что повлекло за собой снижение поголовья в личных подсобных хозяйствах и отсутствие роста в данном секторе малого предпринимательства. Что касается динамики импорта, то в 2024 году объем импорта говядины и субпродуктов в Российскую Федерацию увеличился на 15%, достигнув отметки 311 тыс. т. Согласно данным отраслевого агентства ЕМЕАТ, это привело к увеличению доли импортной продукции на внутреннем рынке до 16%, что на один процентный пункт выше показателя 2023 года [Индекс говядины, 2025].

Представители отрасли характеризуют нынешние реалии производства говядины в России как стагнацию; так, генеральный директор Национального союза производителей говядины Роман Костюк считает, что отрасль находится в застое последние семь лет. Бизнес указывает на низкую доступность долгосрочных кредитов в отрасли и слабую протекционную политику российского рынка со стороны правительства, что позволяет заходить на него дешевому импорту из стран Южной Америки и Индии.

В рамках мер тарифного регулирования в 2025 году для России сохранен лимит на ввоз мяса в объеме 570 тыс. т. Основную часть этой квоты (530 тыс. т) составляет замороженная говядина. Импорт в установленных пределах облагается пошлиной в 15%, тогда как объемы сверх квоты поставки — пошлиной в 50%. Параллельно действует преференциальный режим, разрешающий беспошлинный импорт до 100 тыс. т говядины.

Что касается экспорта говядины и телятины из России, то динамика в период с 2020 по 2024 год показала значительный рост объем поставок, который увеличился в 1,8 раза. Если в 2020 году за рубеж было отправлено 20,2 тыс. т, то к 2024 году этот показатель достиг 36,2 тыс. т. Прирост только за 2024 год составил 7,3% относительно уровня 2023 года. Ключевыми направлениями, обеспечивающими данный рост, стали рынки Саудовской Аравии и Узбекистана [Экспорт и импорт мяса в России, 2025].

Рынок характеризуется выраженной структурной асимметрией экспортно-импортных потоков. Внешние поставки ориентированы преимущественно на вывоз продукции премиального сегмента, внутренний спрос на которую относительно невелик. Одновременно импортный поток формируется за счет ввоза более доступных категорий мяса, предназначенных для дальнейшей промышленной переработки и пользующихся устойчивым спросом на внутреннем рынке.

Структура себестоимости производства говядины характеризуется ярко выраженной доминантой кормовой составляющей, удельный вес которой варьирует в пределах 6–70% от общих производственных издержек [Петров, 2022]. Проведенный анализ данных Росстата за 2023 год выявил региональные особенности структуры затрат: в хозяйствах Центрального федерального округа доля кормов достигает 72%, тогда как в Южном федеральном округе данный показатель не превышает 65%. Вариабельность объясняется различиями в кормовой базе и логистических расходах.

В настоящее время с учетом увеличения издержек, связанных с производством как кормов, так и конечного продукта, себестоимость получения 1 кг прироста варьируется от 200 до 450 рублей за килограмм, что также формирует общую ценовую конъюнктуру на рынке говядины. Исходя из этого, цена на говядину российского производства в июне

2025 года составила 895,5 рубля за 1 кг, прибавив 16,9% год к году [Forbes Россия, 2024].

Согласно исследованиям отечественных и зарубежных авторов, мясо и мясопродукты, обладающие лучшими потребительскими качествами, можно получить только от специализированных мясных пород крупного рогатого скота. Развитию скотоводства мясного направления также способствует рост международного рынка говядины, который, согласно исследованиям министерства сельского хозяйства США, обещает рост в среднем на 5,8% в год вплоть до 2033 года [Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat ... , 1998; Лебедько, 2020].

Эта тенденция делает актуальными научные исследования, направленные на изучение методов повышения качества мясной продукции.

На 1 января 2025 года общее поголовье крупного рогатого скота в Российской Федерации составляло 16,4 млн гол., в том числе 7,3 млн гол. коров, показывая отрицательную динамику: снижение на 4,3% относительно 2024 года и минус 3% к 2023-му. Но необходимо отметить, что, согласно информации Национального союза производителей говядины, за 2023 год произведено порядка 1,66 млн т, что выше показателя 2022 года на 3% (1,6 млн т). В то же время в Соединенных Штатах Америки, являющихся лидером по производству говядины, численность поголовья специализированных пород составила около 27,9 млн гол., что является самым низким показателем с середины прошлого века, и тенденция к снижению поголовья продолжается. Снижение поголовья влечет за собой повышение стоимости конечного продукта. Сложившаяся ситуация на мировом рынке усиливает спрос на импорт и подталкивает цены вверх, в том числе увеличивает возможности для экспорта нишевой и премиальной говядины [Деловой профиль, 2025; Скотоводы России, 2025].

Среди ведущих производителей премиальной мраморной говядины в России выделяется агропромышленный холдинг «Мираторг», и прежде всего «Брянская мясная компания», входящая в его состав. Предприятие специализируется на разведении мясных пород крупного рогатого скота, прежде всего породы абердин-ангус, и на конец 2024 года имело до 685 тыс. гол. КРС. В активе компании 105 скотоводческих ферм, селекционный центр абердин-ангусской породы и станция искусственного осеменения, четыре откормочные площадки и комплекс по убою и переработке мощностью 272 тыс. т в год, который постоянно модернизируется. В 2024 году агрохолдинг получил приплод более 215 тыс. телят. Компания самостоятельно осуществляет весь цикл производства: от выращивания кормов для животных до розничной продажи в торговых точках [Мираторг Финанс 2024; Мясной эксперт, 2023; Достижения России, 2024].

Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что необходимо уделять особое внимание породам мясного направления продуктивности, так как они значительно отличаются по показателям живой массы и качественным характеристикам получаемого мяса от животных молочного направления. Кроме того, для специализированных мясных пород характерно оптимальное развитие мышечной и жировой ткани, что обеспечивает получение мясной продукции с высокими потребительскими свойствами и, соответственно, бóльшим экспортным потенциалом.

1.2. Показатели, учитываемые при оценке качества говядины и определяющие ее качество

Мясо — пищевой продукт убоя в виде туши или части туши, представляющий собой совокупность мышечной, жировой,

соединительной и костной ткани. Это важнейший, практически незаменимый для человека высококалорийный продукт питания. В легкоусвояемой форме в нем содержится 35–55% сухого вещества, 10–22% белка, 12–45% жира, 1–5% минеральных веществ, а также витамины группы В [Перспективы развития отрасли скотоводства на современном этапе, 2020; Гумеров, 2018].

Морфологический состав туши — ключевой показатель мясной продуктивности, характеризующий соотношение тканей. Исследования показывают, что у пород абердин-ангус и вагю наблюдается существенное различие в морфологической структуре туш. По данным [Motoyama, 2016], у абердин-ангусов отмечается более высокое содержание мышечной ткани (68–72%) по сравнению с вагю (62–65%), при этом последние характеризуются значительно более высоким содержанием внутримышечного жира (15–18% против 8–12%).

Туша — это туловище убитого животного без шкуры, головы, внутреннего жира и органов, а также конечностей (передних — до запястного сустава, задних — до скакательного) [Переработка и использование побочных сырьевых ресурсов, 2020].

Жир-сырец — это жировое отложение в брюшной полости — сальник, а также околопочечный жир и топочный жир, получаемый при обработке кишок после их промывания путем вытапливания [Файнышевский, 2014].

При убое скота получают и побочные пищевые продукты, а также техническое и эндокринное сырье. Субпродукты, в зависимости от питательной ценности, подразделяют на две категории; к первой относятся более ценные пищевые продукты (печень, почки, язык, сердце, вымя), ко второй — менее ценные (рубец, легкие, сычуг, селезенка). Техническое сырье (шкура, рога, копыта, волос, кости) широко используют в легкой промышленности, железы внутренней секреции

(поджелудочную, щитовидную, гипофиз) — для лечебных целей. Из крови делают кровяную муку для кормления животных и альбумин, из костей — костную, мясокостную муку и клей. Жир используют в пищевой промышленности, а также для производства мыла и глицерина [Гумеров, 2018; Файнышевский, 2016].

Питательная ценность, вкусовые достоинства и кулинарное назначение различных частей туши, полученных от животных различной селекции, отличаются. Общеизвестно, что чем выше содержание в туше мякотной части и чем ниже доля соединительной ткани, тем выше питательная ценность мяса [Кибиров, 2017].

Существуют количественные и качественные показатели мясной продуктивности, которые можно разделить на зависимые от селекционных особенностей и от мясной продуктивности [Гиниятуллин, 2011].

Так, увеличение выхода мяса при убое зависит от физиологических характеристик животного, условий содержания и наследственности. При связывании основных хозяйственных характеристик с весовым ростом выявляется четкая положительная динамика, которая указывает на возможность улучшения продуктивных качеств животного [Каюмов, 2020].

При оценке качественных показателей учитывается состав туши по отрубам и по соотношению в ней мышечной, жировой, костной и соединительной тканей, а также химический состав мяса [Батанов, 2023].

Оценка качества мяса начинается с определения структуры туши, так как именно соотношение тканей определяет ее рыночную стоимость и кулинарное назначение. Тушу разделяют на естественно-анатомические части (отруба). Согласно ГОСТу, они делятся на сорта (первый, второй, третий). Чем выше доля отрубов первого сорта (спинная, поясничная, тазобедренная части), где сосредоточена наиболее нежная мускулатура,

тем выше качество мяса [ГОСТ Р 32606–2013 «Говядина. Туши и отрубы»; Ларина, 2023].

Соотношение видов тканей, полученных от туши при убое: мышечной, жировой, соединительной и костной — формирует морфологический состав туши, от которого напрямую зависят выход съедобной части, химический состав мякоти и биологическая ценность мясного сырья. Данное соотношение определяется породными особенностями, возрастом, полом, условиями кормления и содержания.

При этом главным критерием качества считается мышечная ткань: в высококачественной туше ее доля должна составлять 55–65%. Жировая ткань влияет на мраморность, сочность и аромат. Оптимальное ее содержание 10–20% [Характеристика мезенхимных стволовых клеток ... , 2012]. Избыток жира снижает выход чистого мяса, а дефицит жира делает мясо сухим и жестким. Костная ткань при разделке считается малоценным компонентом, ее процентное соотношение в норме не должно превышать 15–20%. Соединительная ткань, включающая сухожилия, жилы и т. д., также оценивается как отрицательный фактор; чем ее меньше (в норме 10–15%), тем выше нежность мяса и его усвояемость [Плотников, 2016; Титов, 2013].

Химический состав — это количественное содержание нутриентов в средней пробе мяса-мякоти (обычно в длиннейшей мышце спины — *m. longissimus dorsi*). Общий (основной) химический состав мяса определяет ее компоненты и выражается в процентах на сырую массу образца.

Вода является количественно преобладающим компонентом мышечной ткани (65–75%) и служит средой для всех биохимических процессов [Ибрагимова, 2010]. Однако ее влияние на качество мяса определяется не общим объемом, а формами связи влаги с тканевыми структурами (прежде всего с белками). В зоотехнии и технологии

производства и переработки мяса и мясопродуктов принято выделять три состояния влаги [Козырев, 2019].

Связанная, или адсорбционная, вода составляет около 5–10% от общего объема влаги. Она прочно удерживается молекулами белков за счет электростатических сил. Эта вода не замерзает при низких температурах, не выделяется при прессовании и не является растворителем [Химия пищи, 2021]. Она критически важна для поддержания нативности структуры белка. Имобилизованная вода (связанная капиллярными силами) удерживается внутри миофибриллярного матрикса, что во многом определяет сочность мяса. Свободная вода находится в межклеточном пространстве, легко удаляется при термической обработке или под действием силы тяжести (в виде мясного сока), что ведет к потере массы туши [Мясная продуктивность и качество мяса бычков при использовании в их рационах селенорганических препаратов «Селенопиран» и «ДАФС-25», 2012].

Влагоудерживающая способность (ВУС) — это способность мясных белков удерживать собственную и добавленную влагу. Это важнейший технологический показатель, который напрямую коррелирует с качеством мясной продукции. Мясо с высокой ВУС в процессе кулинарной обработки теряет меньше сока, оставаясь нежным и ароматным. При низком показателе ВУС происходит интенсивное выделение влаги, в результате чего мышечные волокна становятся жесткими, сухими и грубыми [Chemical composition of meat and raw fats of young best of the Kazakh white head breed, 2023].

ВУС определяет уровень потерь при хранении (усушка) и термической обработке. Высокая способность удерживать влагу обеспечивает больший выход готового продукта. При слабой связи воды с белками избыточная «свободная» влага выходит на поверхность среза,

что вызывает избыточный блеск (водянистость) и может способствовать ускоренному микробиологическому обсеменению.

В процессе созревания мяса меняется концентрация ионов в клетке и рН среды. Когда рН достигает изоэлектрической точки белков (около 5,0–5,4), способность мяса удерживать воду становится минимальной (мясо «сжимается» и выталкивает влагу).

Количество влаги в мясе также оказывает влияние на органолептические показатели: избыток свободной влаги приводит к ощущению «водянистости» и пустоты вкуса, так как вместе с соком вымываются экстрактивные вещества, ответственные за мясной аромат. В свою очередь, дефицит влаги приводит к формированию сухой, волокнистой структуры, требующей длительного пережевывания, что снижает дегустационную оценку.

Сухое вещество мяса — это суммарный количественный показатель всех питательных компонентов мышечной ткани, остающихся после полного удаления гигроскопической влаги (путем высушивания образца до постоянной массы).

Если вода определяет физические и технологические свойства мяса, то сухое вещество определяет его биологическую и энергетическую ценность. В среднем в говядине содержится 25–35% сухого вещества (соответственно, 65–75% приходится на воду).

Сухое вещество представляет собой сложный комплекс органических и минеральных соединений. Его основными компонентами являются белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины.

Белки (протеины) составляют основную часть сухого вещества (около 70–85% от массы сухого остатка). Они включают в себя полноценные белки (миозин, актин, миоглобин), содержат все незаменимые аминокислоты и неполноценные белки (коллаген, эластин) — белки соединительной ткани. Биологическая ценность

(качественный состав белка) выражается через аминокислотный профиль. Белково-качественный показатель (БКП) — это отношение аминокислоты триптофана (содержится только в полноценных белках мышечной ткани) к аминокислоте оксипролину (содержится в неполноценных белках соединительной ткани), которое свидетельствует о пищевой ценности мяса и продукции на его основе. Чем выше показатель БКП, тем выше биологическая полноценность мяса.

Жиры (липиды) — это наиболее вариативный компонент сухого вещества, в котором они представлены внутримышечными запасами (триглицериды) и структурными липидами мембран (фосфолипиды). Содержание жира напрямую влияет на процент сухого вещества: чем жирнее мясо, тем больше в нем сухого вещества и меньше воды.

Минеральные вещества (зола) составляют около 3,5–5,0% от сухого остатка и включают в себя макро- и микроэлементы: железо (в составе миоглобина), фосфор, кальций, калий, магний, цинк и др. [Влияние генотипа крупного рогатого скота на химический состав говядины, 2023].

Экстрактивные вещества и углеводы мяса представлены в основном гликогеном и продуктами его распада (молочная кислота), а также азотистыми экстрактивными веществами (креатин, карнозин, свободные аминокислоты), которые отвечают за специфический вкус и аромат мясного бульона [Гудыменко, 2019].

Витамины являются важными питательными веществами, необходимыми для нормального функционирования организма человека. Определение витаминного состава мяса позволяет оценить его пищевую ценность и вклад в обеспечение организма человека необходимыми витаминами.

Роль сухого вещества в оценке качества мяса заключается в выполнении данным показателем ряда важных функций. Количество сухого вещества не только является индикатором питательной ценности

мяса (чем выше содержание сухого вещества, тем выше концентрация белков и жиров в 100 г продукта), но и определяет его энергетический потенциал [Технологические и генетические аспекты производства высококачественной говядины, 2024]. Калорийность мяса рассчитывается исходя из компонентов сухого вещества (преимущественно жиров и белков). Высокий процент сухого вещества при умеренном содержании жира свидетельствует о высоком качестве говядины.

С возрастом животного и повышением уровня его упитанности процент содержания воды в тканях снижается, а доля сухого вещества растет (особенно за счет жира и белка). Таким образом, сухое вещество служит маркером завершенности процесса откорма.

Итак, сухое вещество является интегральным показателем, характеризующим химическую зрелость мяса и его пищевую ценность.

Дополнительно в оцениваемый химический состав мяса включают показатель состояния среды, а именно концентрацию водородных ионов (рН), которая измеряется через 24 часа после убоя и в норме имеет количественное значение 5,4–5,8. Измерение рН в мясе регламентировано ГОСТ Р 51478–99 «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН)» [ГОСТ Р 51478–99 (ИСО 2917–74) «Мясо и мясные продукты», 2010].

По показателю рН определяют пороки мяса (например, PSE и DFD), что является важным технологическим показателем, определяющим сортность сырья, его влагоудерживающую способность, стойкость при хранении и возможность использования в производстве тех или иных видов мясных изделий.

Таким образом, химический состав мяса выражается через количественное соотношение воды, белка, жира и минеральных веществ, а также через его качественные характеристики: БКП (аминокислотный индекс) и энергетическую ценность. Эти данные позволяют судить

о питательной ценности продукции и ее пригодности для дальнейшей переработки.

Немаловажной характеристикой мяса является его мраморность. Мраморность мяса — это наличие видимых вкраплений или прослоек внутримышечного жира (*intramuscular fat*), распределенных между мышечными пучками. Название обусловлено внешним сходством среза мышцы (чаще всего длиннейшей мышцы спины — *m. longissimus dorsi*) с рисунком природного мрамора.

Мраморность является финальной стадией жиροотложения в организме животного. В отличие от подкожного или околопочечного жира, внутримышечный жир напрямую влияет на такие органолептические свойства, как вкус, нежность, сочность и аромат. При термической обработке внутримышечный жир плавится, обволакивая мышечные волокна и препятствуя потере влаги, что обуславливает более высокую сочность мраморной говядины [Горлов, 2020]. Жировые прослойки разрыхляют структуру соединительной ткани, делая мясо менее жестким при жевании; одновременно с этим жир является основным носителем специфического мясного аромата, который при плавлении высвобождает летучие соединения, формирующие букет вкуса продукта [Шумилина, 2012].

Формирование мраморности — это сложный процесс, зависящий от взаимодействия генетических факторов и условий внешней среды. Наиболее склонны к формированию высокой мраморности специализированные мясные породы: абердин-ангусская, герефордская, вагю. Мясо-молочные и молочные породы значительно уступают им по интенсивности внутримышечного жиροотложения. Коэффициент наследуемости этого признака достаточно высок, что позволяет вести целенаправленную селекцию внутри породы [Прохоров, 2016; Лебедько, 2019].

Мясное сырье, полученное от животных разных направлений продуктивности, существенно различается по гистологическому строению и характеру жиросложения. У скота молочных пород мышечная ткань имеет выраженную грубоволокнистую структуру, а жир накапливается концентрированно в определенных частях тела, создавая массивные жировые пласты. Для специализированного мясного скота характерен синтез внутримышечных жировых включений на сухожильной матрице, что физически разделяет мышечные пучки, делая структуру мяса более рыхлой и нежной, тем самым повышая его кулинарную ценность [Прохоров, Пикуль, 2020; Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации, 2021].

Паратипический фактор, оказывающий значительное влияние на мраморность, — это система и уровень кормления животных, поскольку мраморность начинает активно формироваться только при избытке энергии в рационе [Сибилев, 2025; Архипова, 2025].

Использование рационов с высокой концентрацией энергии стимулирует развитие адипоцитов (жировых клеток) именно внутри мышц. При пастбищном откорме достичь высокой степени мраморности значительно сложнее, так как энергия травы в первую очередь расходуется на рост и поддержание жизнедеятельности [Рузанова, 2020].

Жиросложение в организме происходит в определенной последовательности: сначала формируется внутренний жир, затем подкожный, межмышечный и в последнюю очередь внутримышечный [Янкина, 2016; Антипова, 2001].

Следовательно, выраженная мраморность проявляется у физиологически зрелых животных к концу периода интенсивного откорма (обычно в возрасте 14–18 месяцев и старше).

Степень мраморности также неодинакова в разных частях туши: наиболее выражена она в мышцах, которые не испытывают большой физической нагрузки при жизни животного (спинная и поясничная части).

Таким образом, мраморность является интегральным показателем, отражающим реализацию генетического потенциала животного при оптимальных условиях кормления и содержания [Макаев, 2020; Оконешникова, 2021].

На мраморность мяса также влияет генотип животного. Межпородное скрещивание и использование специализированных мясных пород являются путями повышения количественных и качественных показателей мясной продуктивности. Качество белка в мясе, определяемое его аминокислотным составом, особенно содержанием незаменимых аминокислот, напрямую влияет на пищевую ценность мяса [Konovalova, 2023].

Помесные животные, полученные от скрещивания молочных коров с быками специализированных мясных пород (включая лимузин, абердин-ангус, герефорд), часто превосходят чистопородных по содержанию незаменимых аминокислот в мышечной ткани. Этот эффект связан с гетерозисом и усилением генов, ответственных за синтез и депонирование мышечного белка [Влияние генотипа крупного рогатого скота на химический состав говядины, 2023; Гиниятуллин, 2011].

При оценке мяса важное значение имеет расход кормов на 1 кг прироста и скороспелость самой породы, то есть интенсивность роста молодняка, характеризующаяся абсолютной и относительной величинами суточного прироста живой массы за определенный период времени. Скороспелость учитывают при определении наиболее рациональных сроков убоя скота для получения большего количества лучшего по качеству мяса. Количественные показатели мясной продуктивности зависят прежде всего от условий выращивания и кормления. Помимо этих

условий, на качественные показатели существенное влияние оказывают породные особенности, пол и возраст животных.

Продуктами убоя крупного рогатого скота являются туша, жир-сырец, субпродукты и техническое сырье. Мясо после убоя поступает в виде туш или полутуш. Туша представляет собой туловище животного, освобожденное от шкуры, головы, внутренностей, внутреннего жира и дистальных отделов конечностей. При разделке туша крупного рогатого скота делится на 12 отрубов, классифицируемых по сортам [Попова, 2017]. Качество мяса оценивается по органолептическим (цвет, соотношение тканей, толщина мышечных волокон) и биохимическим показателям. Важнейшим критерием является полноценность белка, определяемая по соотношению триптофана и оксипролина. Более высокое значение этого соотношения (4,8–5,0 и выше) свидетельствует о более высокой биологической ценности мышечной ткани. Мясо молодых животных отличается большей нежностью, сочностью и тонковолокнистостью по сравнению с мясом старых особей. Скороспелые породы отличаются более ценными мясными качествами. Ниже представлены средние породные значения прижизненных и послеубойных показателей исследуемых пород (таблица 2).

Таблица 2

Показатель мясной продуктивности пород абердин-ангус и вагю

Показатель	Абердин-ангус	Вагю
Живая масса, кг (быки)	850–1000	700–900
Убойный выход, %	62–65	58–62
Среднесуточный привес, г	1000–1200	800–1000
Возраст убоя, мес	15–18	28–36
Мраморность	500–625	650–900
Толщина подкожного жира, мм	10–15	5–8
Биохимический состав (на 100 г мяса)	Белок: 18–20 г Жир: 12–15 г Омега-3: 30 мг	Белок: 16–18 г Жир: 25–30 г Омега-3: 150–300 мг

Исходя из данных, приведенных в таблице 2, можно сделать вывод о том, что выращивание животных породы вагю более долгое, но качество мяса отличается в лучшую сторону.

А. П. Голубицкий обращает внимание на то, что мясная продуктивность молодняка крупного рогатого скота интенсивно формируется при откорме в возрасте 15–19 месяцев и старше, так как в этот период интенсивно растут мышечная и жировая ткани, а осевой отдел скелета развивается медленно.

Оценка и учет мясной продуктивности производится при жизни животного и после убоя. Прижизненную оценку осуществляют путем периодического взвешивания животных, по данным которого определяют суточные и месячные приросты живой массы и судят о предполагаемой величине мясной туши. Развитость мясных форм животного определяют по упитанности, а также используют следующие параметры: высота в холке, длина тела, ширина и обхват груди, полуобхват зада и т. д.

Упитанность — уровень развития жировой и мышечной ткани у животных. Степень упитанности и способность животных к откорму устанавливают наружным осмотром и прощупыванием на теле мест наибольшего отложения жира — щупов (корня хвоста, седалищных бугров, паха, маклока, поясничной части, на ребрах, подгрудка).

С повышением упитанности жир откладывается неравномерно, в первую очередь накапливаясь на задней части туловища и только затем на средней и передней.

Для хорошего откормленного животного характерны округлые формы тела со сглаженными неровностями, толстая рыхлая кожа, блестящий волосяной покров.

Если сравнивать породы по органолептическим показателям, то мясо ангусов имеет более выраженный вкус и плотную структуру. У вагю

текстура мяса маслянистая из-за высокого содержания внутримышечного жира, который придает ему более нежный вкус.

1.3. Факторы, влияющие на продуктивность и качество говядины

Качество и продуктивность говядины формируются под воздействием сложного комплекса взаимосвязанных факторов, которые можно систематизировать по нескольким ключевым направлениям. Понимание механизмов их влияния имеет решающее значение для разработки эффективных систем производства высококачественной мясной продукции [Зеленов, 2016]. Знания о периодичности роста органов и тканей, в частности мышечного компонента туш животных, позволяют также в определенной степени воздействовать на интенсивность роста, регулируя процессы формирования мясной продуктивности. Этот принцип лежит в основе управления конечным продуктом через контроль следующих факторов: генетических, условий кормления и содержания, применяемых технологий [Прохоров, 2012].

Генетика определяет потенциал животного. Этот фактор включает в себя генетические и фенотипические признаки животного. Специализированные мясные породы, такие как абердин-ангус, герефорд, вагю, лимузин, казахская белоголовая и многие другие, генетически предрасположены к более интенсивному мышечному росту, раннему и более плотному накоплению жировой ткани по сравнению с животными молочного направления продуктивности [Growth and pubertal development of F-1 bulls ... , 2007].

Если говорить о кормлении животных и его влияния на мясную продуктивность, то научно обоснованная оптимизация рационов служит

действенным механизмом целенаправленного управления метаболическими процессами, что позволяет корректировать рост, развитие животных и целенаправленно формировать заданные качественные параметры мяса [Лебедько, 2020].

Интенсивность роста и эффективность конверсии кормов напрямую зависят от их сбалансированности в полнорационном рационе. Рационы балансируются по множеству показателей, число которых доходит до двадцати одного; особенно важным является балансирование по обменной энергии и сырому протеину. При недостатке обменной энергии в период откорма протеин корма утилизируется не для увеличения мышечной массы, а для энергетических нужд организма, что ведет к снижению среднесуточного прироста и увеличению себестоимости продукции из-за нерационального использования кормов как самой затратной части выращивания.

На качество конечного продукта влияет и тип откорма. Так, при сравнении откорма на зерновых и на траве прослеживается их различное влияние на качественные показатели мяса [Krehbiel, 2021]. Напрямую от содержания аминокислотного состава корма зависит мраморность мяса. Чем больше жировые включения в клетках мышц замещают соединительные ткани, тем нежнее становится само мясо. Это формирует мраморность мяса [Skelley, 1973]. Содержание такого количества жира связано с выработкой мононенасыщенных кислот (MUFA), особенно олеиновой кислоты (C18:1), которая имеет низкую температуру плавления и ассоциируется с нежностью и особым маслянистым вкусом.

Зерновой откорм способствует формированию более выраженной мраморности, в то время как травяной откорм обеспечивает улучшение жирнокислотного профиля. Сравнительная оценка эффективности технологии содержания, а именно стойлового и пастбищного, также показывает различие в качестве получаемой продукции. Животные

на свободном выпасе, имеющие доступ к качественному составу разнотравья, благодаря нагулу имеют хорошие среднесуточные приросты и лучший жирнокислотный состав получаемого мяса [Кибкало, 2012; Krehbiel, 2021].

Воздействие теплового стресса на продуктивность КРС проявляется в снижении среднесуточных привесов и ухудшении качества мяса [Ковалева, 2022]. Было проведено множество исследований, посвященных изучению механизмов адаптации животных к различным температурным режимам и разработке соответствующих адаптационных стратегий [ВНИИплем, 2023]. КРС являются гомойотермными животными, комфортно себя ощущают при температурах от -5 до $+20^{\circ}\text{C}$ [Сухомлин, 1971]. При температуре ниже 5°C наблюдается увеличение потребления корма для поддержания температуры тела и, соответственно, снижение продуктивности. Существует корреляция между комфортными условиями содержания и среднесуточным приростом. Кроме того, из-за физико-химических явлений, а именно буферности сред, при снижении температуры наблюдается повышение концентрации вредных газов в воздухе из-за снижения их растворимости в воде, что приводит к превышению предельно допустимых концентраций по аммиаку и сероводороду. Это провоцирует развитие различных заболеваний у животных и приводит к общему снижению продуктивности. При высоких температурах начинается усиленный процесс расщепления глюкозы, снижается кислотность мяса, вследствие чего оно становится менее презентабельным на вид при убое [Влияние факторов внешней среды на состояние здоровья и продуктивность крупного рогатого скота, 2012].

Оптимальная температура для откорма, по исследованиям зарубежных авторов, составляет $10-20^{\circ}\text{C}$, что не противоречит исследованиям отечественных ученых. При повышении температуры

окружающей среды до 30°C привесы снижаются на 15–25%, а конверсия корма ухудшается на 10–20% [A new heat load index for feedlot cattle, 2008]. Немаловажным является и влияние на продуктивность высоты над уровнем моря, что связано с изменением метаболических процессов в условиях гипоксии и возможности растворения кислорода в крови [Zhang, 2022].

Важно также влияние общего стресса животных на получаемую от них продукцию. Многочисленные исследования, посвященные благополучию сельскохозяйственных животных, доказывают прямую связь между падением качества продукции и стрессом, который животное испытало как при выращивании, так и при транспортировке на мясоперерабатывающие комбинаты. Для высокопродуктивных животных, таких как породы абердин-ангус, характеризующихся высокой стрессочувствительностью, данный фактор особенно значим. Стресс, испытываемый животным во время погрузки, перегона и длительной перевозки, активирует симпатoadреналовую систему, что приводит к интенсивному гликогенолизу в мышечной ткани. Последующее быстрое посмертное падение кислотности в условиях повышенной температуры туши провоцирует явление PSE-мяса (Pale, Soft, Exudative — бледное, мягкое, водянистое), что существенно ухудшает цвет, сочность и влагоудерживающую способность мяса.

Соблюдение регламентированных ГОСТ 33980–2016 оптимальных условий предубойного содержания (предоставление отдыха, обеспечение свободного доступа к воде, исключение факторов беспокойства) позволяет минимизировать негативные последствия полученного стресса.

Важно отметить, что в Российской Федерации разработан и принят ГОСТ 33980–2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации», который регламентирует требования, предъявляемые к хозяйствам, производящим

«органическую» продукцию. Такая продукция обладает повышенными потребительскими качествами и свойствами благодаря серьезным требованиям к содержанию и кормлению животных, а также к продукции растениеводства.

На рентабельность мясной промышленности влияют следующие экономические факторы: себестоимость кормов, их доступность, рыночный спрос, логистика. Эти факторы, именуемые также издержками, являются ключевыми при организации производства продукции. В конечном счете они формируют себестоимость единицы продукции и при высоких значениях делают производство нерентабельным.

Таким образом, современное производство высококачественной говядины невозможно без глубокого знания технологий содержания, разведения, кормления, особенностей ветеринарного обслуживания животных, а также расчета экономической целесообразности.

1.4. Характеристики исследуемых пород крупного рогатого скота

1.4.1. Абердин-ангусская порода и ее характеристики

Абердин-ангусская порода крупного рогатого скота, признанная одной из ведущих мясных пород в мировом животноводстве, ведет свое происхождение из горных районов северо-восточной Шотландии (графства Абердиншир и Ангус) [Абердин-ангусская порода в селекции скотоводства Кыргызстана, 2020; Муратова «Показатели исходного стада коров при скрещивании с быками абердин-ангусской породы», 2021]. Формирование породы происходило в условиях сурового приморского климата, характеризующегося низкими температурами, обильными

осадками и сильными ветрами, на фоне скудной кормовой базы обширных естественных пастбищ. Эти факторы стали движущей силой естественного и искусственного отбора, сформировав генотип с выдающейся адаптивностью, выносливостью и мясной продуктивностью [Генетические ресурсы животных ... , 2019; Генетические маркеры качества мяса у крупного рогатого скота, 2022].

Исторически становление породы осуществлялось на основе двух локальных, но генетически близких отродий:

1. Абердинское отродье: отличалось компактным, выраженным мясным типом телосложения с хорошо развитой мускулатурой, короткими конечностями и высокой энергией роста в раннем возрасте. Эта скороспелость позволяла получать качественную говядину с высоким убойным выходом в сокращенные сроки, что было экономически выгодно в условиях ограниченных ресурсов [Семенов, 1931].

2. Ангусское отродье: характеризовалось несколько более крупными размерами и, что существенно, повышенной молочностью маток. Данный признак являлся ключевым для обеспечения высокой выживаемости и интенсивного роста телят в экстремальных климатических условиях, косвенно влияя на отбор по мясным качествам в последующих поколениях [Кольшкина, 1970].

Важнейшим эволюционным и селекционным преимуществом, закрепившимся в популяции, стала фиксация гена комолости. В конкурентной борьбе за ограниченные кормовые ресурсы в горной местности комолые особи были более жизнеспособны, избегая травм и энергозатрат, связанных с наличием рогового аппарата. Это привело к постепенному доминированию комолых особей и почти полному вытеснению рогатых особей из генофонда [Hassanin, 2015].

Современная генетика подтверждает, что изначально существовала единая популяция местного шотландского горного скота, в которой

спорадически проявлялась комолость. В процессе пороодообразования произошла естественная и целенаправленная селекционная дифференциация на три самостоятельные группы: абердинскую, ангусскую и галловейскую. Целенаправленная селекционная работа, начатая в конце XVIII века, была направлена на консолидацию желательных признаков. Путем систематического скрещивания абердинского и ангусского отродий с доминированием характеристик первого (более выраженный мясной тип) и была сформирована современная абердин-ангусская порода. На начальном этапе формирования абердин-ангусской породы наблюдалась значительная гетерогенность поголовья. Как отмечает В. И. Семенов (1931), внутри популяции выделялись два основных типа животных: крупный и мелкий. Животные с мелким типом характеризовались слабо выраженными мясными формами, но при этом обладали относительно высокой молочной продуктивностью. Последующий направленный отбор в пользу крупных, мясных животных привел к закреплению желательных мясных качеств, однако это же стало причиной недостаточного развития молочных признаков в современном типе породы, что ряд исследователей рассматривает как один из ее недостатков.

У животных абердин-ангусской породы глубокое и широкое туловище на низких прямо поставленных ногах, сравнительно легкая и небольшая голова, короткая шея, достаточно широкие спина и поясница, хорошо развитая мускулатура. Высокое качество мяса — главное преимущество абердин-ангусов. Высокий выход мякоти в туше, ярко выраженная зернистость и мраморность мяса, высокая его калорийность, скороспелость — это основные ценные качества данной породы, которые способствовали ее широкому распространению [Муратова «Рост и развитие молодняка крупного рогатого скота разного генетического происхождения», 2021].

Благодаря своим адаптивным и продуктивным качествам порода получила широкое международное признание. Уже к концу 1970-х годов ее разводили во многих странах мира, включая США, Канаду, Аргентину, Бразилию, Австралию, Новую Зеландию, а также ряд европейских и африканских государств [Дмитриев, 1978].

Созданная в 1883 году Американская ассоциация по разведению ангуса сегодня является лидером в индустрии промышленного скотоводства. Тридцать две тысячи членов ассоциации регистрируют ежегодно почти 300 тыс. гол. крупного рогатого скота, что является крупнейшим поголовьем одной породы в мире.

Ключевыми факторами глобального успеха и распространения абердин-ангусской породы являются:

- высокая адаптивность и способность к нагулу: эффективная конверсия даже скудных пастбищных кормов в высококачественную мышечную ткань;

- устойчивость к стресс-факторам: резистентность к низким температурам, болезням и другим неблагоприятным условиям содержания;

- превосходные мясные качества: высокий убойный выход (до 65–67%), тонкий костяк и нежная мышечная волокнистость;

- генетически детерминированная мраморность мяса: склонность к раннему и интенсивному внутримышечному жируотложению, что определяет высокие органолептические и вкусовые свойства говядины.

Высокая степень мраморности в мясе абердинов также объясняется их аминокислотным и жирнокислотным составом. Ангусы имеют хорошую мраморность, но их потенциал внутримышечного жира (IMF) обычно ниже, чем у вагю. У ангусов более высокое содержание насыщенных жирных кислот (SFA) и более низкое — ненасыщенных (MUFA), а также ниже относительное содержание олеиновой кислоты [Casas et al., 2007].

Таким образом, абердин-ангусская порода представляет собой уникальный результат синтеза жесткого естественного отбора и целенаправленной племенной работы, что обусловило ее выдающиеся продуктивные и адаптивные характеристики, сделав ее эталонной в мировом мясном скотоводстве [Коновалова, 2025; Relationship of fatty acid composition ... , 1999; Mottram, 1998].

1.4.2. Порода вагю и ее характеристики

Современные производственные и научные изыскания в области мясного скотоводства все чаще фокусируются на японских породах крупного рогатого скота, консолидированных под общим названием «вагю» (和牛) [Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle, 2001]. Ключевой особенностью данной группы является ее глубокая географическая детерминированность, где уникальные свойства продукта неразрывно связаны с конкретными регионами Японии, их природно-климатическими условиями и исторически сложившимися методами ведения сельского хозяйства.

Крупный рогатый скот вагю является результатом селекции аборигенных японских пород крупного рогатого скота, адаптированных к специфическим экологическим условиям Японии [Hirooka, 2014]. Данная группа включает в себя четыре основные породы, каждая из которых имеет собственную географическую «родину» и ареал наибольшего распространения: японская черная (Kuroge Washu), японская коричневая (Akage Washu), японская безрогая (Mukaku Washu) и японский шортгорн (Nihon Tankaku Washu).

Доминирующей по распространенности (свыше 90% поголовья) является японская черная порода (Kuroge Washu), что обусловлено

ее превосходными способностями к интенсивному жиросложению. Ее формирование и современное поголовье сконцентрировано в юго-западных регионах острова Хонсю и на острове Кюсю, которые характеризуются мягким климатом, благоприятствующим выращиванию богатых энергией кормов [Motoyama, 2016]. Именно в рамках этой породы сформировались самые известные в мире региональные бренды говядины, чьи названия защищены системой географических указаний. Анализ экономических показателей выявил существенную региональную дифференциацию в эффективности производства. Наибольшая концентрация поголовья отмечается в следующих префектурах: Хоккайдо (100–314 тыс. гол.; центр производства говядины кобе), Кагосима (60–99 тыс. гол.; крупнейший производитель на Кюсю), Мияги (120–140 тыс. гол.; производитель говядины мацудзака) [Motoyama, 2016] (рис. 1).

Порода кобе гию (Kobe Beef) — наиболее знаменитый за пределами Японии бренд, отвечающий строжайшим критериям отбора, включая происхождение, оценку мраморности (не ниже шести баллов по японской шкале BMS) и стандарты убойного выхода. Однако наиболее высоким содержанием внутримышечного жира отличается порода мацудзака гию (Matsusaka Beef).

Японский шортгорн (Nihon Tankaku Washu) является породой северного острова Хоккайдо. Суровый климат и обширные пастбища определили ее экстенсивный тип откорма. Мясо шортгорнов обладает наименьшей среди вагю мраморностью, но высоко ценится за свой насыщенный, «традиционный» вкус и более благоприятный жирнокислотный профиль, связанный с пастбищным содержанием [Motoyama, 2016].

Японская безрогая (Mukaku Washu), будучи комолой разновидностью, не имеет столь же четкой географической привязки, но ее

разведение также распространено в регионах с интенсивной технологией производства.

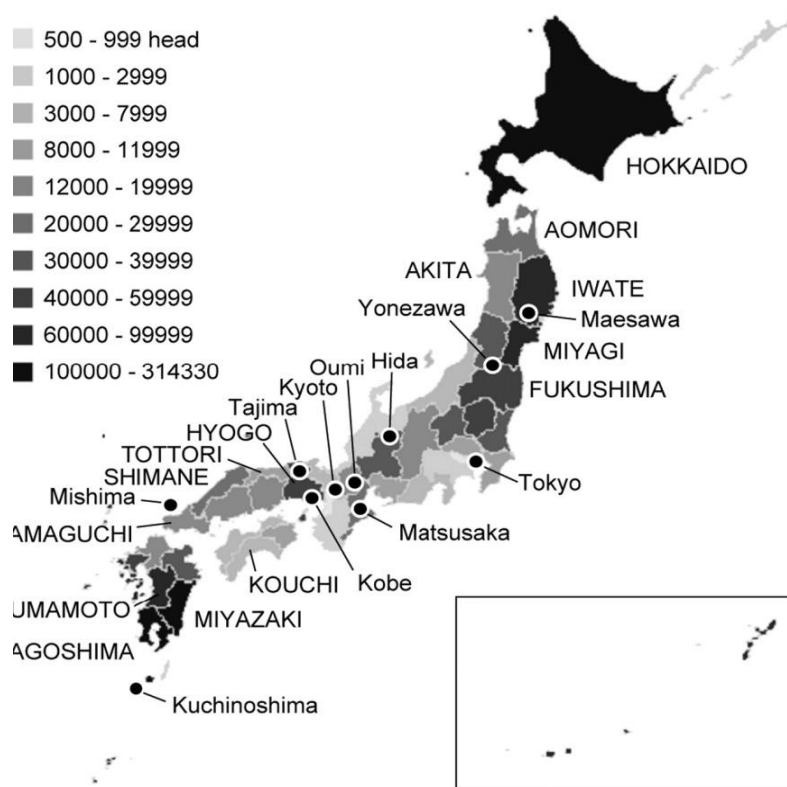


Рис. 1. Географические названия, связанные с Вагю. Названия префектур написаны заглавными буквами, а названия регионов и городов — строчными. В префектурах, отмеченных темно-серым цветом, поголовье вагю выше [Motoyama, 2016]

Экспортные показатели японской говядины показывали устойчивую положительную динамику, что отражает растущий спрос не только на традиционных азиатских рынках (Гонконг, Тайвань), но и в странах Европы и Северной Америки [Japan, 2024]. Данный тренд подчеркивает не только исключительную гастрономическую ценность продукта, но и его возросшую роль как значимого культурного и экономического актива Японии.

Хотя визуальным маркером мяса вагю остается исключительная мраморность, его уникальность определяется синтезом генетических особенностей и строго регламентированной системы производства.

Современный производственный цикл базируется на ряде ключевых принципов [Motoyama, 2016]:

1. Локальное фермерство и интенсивный откорм. Использование небольших хозяйств позволяет осуществлять индивидуальный подход к содержанию, включая специализированные рационы с включением зерна, рисовой соломы и иногда даже пива или sake, что, по мнению некоторых исследователей, способствует аппетиту и метаболизму животных.

2. Система сквозной идентификации и прослеживаемости. Обязательная регистрация каждого теленка с присвоением уникального 10-значного идентификационного номера обеспечивает гарантию чистопородности и позволяет отследить всю цепочку «от рождения до прилавка» [Петухов, 2023].

3. Национальные стандарты сортировки. Единая система оценки качества (японская система оценки мраморности BMS) применяется для всех производителей, обеспечивая объективную и стандартизированную градацию мяса по шкале от 1 до 12 баллов, где высшие баллы соответствуют экстремальной мраморности [The Japanese Wagyu beef industry ... , 2018].

4. Традиционные методы разделки. Применение специальных техник ручной разделки позволяет максимально сохранить структуру мраморного жира и целостность мышечных волокон, оптимизируя товарный вид и кулинарные свойства отрубов.

Эта многоуровневая система, интегрирующая многовековые традиции и современные технологии, гарантирует сохранение эталонных свойств мяса. Породы вагю являются результатом длительной селекции аборигенных японских пород.

Главной отличительной чертой мяса вагю, безусловно, остается его исключительная мраморность. Однако уникальность продукта

определяется не только визуальными характеристиками, но и строго регламентированной системой выращивания и обработки [Стрельников, 2025; Гостищев, 2022].

Мясо вагю обладает исключительными качественными характеристиками:

- имеет тонковолокнистую структуру;
- отличается высокой степенью мраморности;
- обладает особой нежностью и изысканным вкусом;
- содержит повышенное количество полиненасыщенных жирных кислот.

Последнее связано с полиморфизмом, который приводит к гиперэкспрессии гена SCD (стеарил-КоА-десатураза-1). Данный ген отвечает за регуляцию синтеза мононенасыщенных жирных кислот, в частности пальмитолеиновой и олеиновой. При его гиперэкспрессии начинаются изменения в жирнокислотном составе мяса, которые приводят к активному накоплению жиров в продукте [The mechanism of phosphorylation-inducible activation of the ETS-domain transcription factor Elk-1, 1999]. При УЗИ-исследованиях показатель внутримышечного жира (IMF) часто превышает 20–30%, что является высокой степенью содержания, и опережает показатель абердин-ангусской породы. Однако их кроссы могут показывать более высокую мраморность (IMF = 10%) [Statistics on Jupiter's Current Sheet With Juno Data ... , 2021] в сравнении с другими гибридами (например, помесь из животных пород ангус и герефорд), наследуя улучшенный профиль жирных кислот от вагю.

Также отмечается более высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот и оптимальное соотношение омега-6-кислот к омега-3-кислотам по сравнению с мясом других мясных пород [Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat ... , 1998; Мармурова,

2023; Сравнительная характеристика систем выращивания молодняка крупного рогатого скота для откорма, 2023].

Важным эволюционным фактором, повлиявшим на формирование уникального метаболизма, считается исторически сложившийся дефицит витамина А в зимний период, обусловленный отсутствием зеленых кормов. Это способствовало селективному преимуществу особей с повышенной способностью к накоплению данного витамина в жировой ткани, что, по данным исследований, имеет положительную корреляцию с развитием внутримышечного жира [Nocquette, 2023]. На молекулярном уровне это закрепилось в виде специфических аллелей генов, отвечающих за липогенез, таких как DGAT1 (Diacylglycerol O-Acyltransferase 1) и FABP4 (Fatty Acid Binding Protein 4) [Zhou, 2022].

Динамика поголовья породы вагю в Российской Федерации, согласно статистическим данным, отрицательная. Если в 2010 году численность племенного стада составляла 1 979 386 гол., то к 2024 году этот показатель достиг отметки в 1 664 000 гол. [ЕМИСС, 2010; Ассоциация «Союзмясомолпром», 2024].

Это связано с тем, что для внутреннего рынка говядина премиум-сегмента не настолько важна, а экспортные возможности производителей, которые начинали заниматься вагю, стали ограниченными ввиду международных факторов [Показатели мясной продуктивности абердин-ангус × черно-пестрых быков ... , 2019].

Говядина вагю трансформировалась в эталонный продукт в мировой мясной индустрии, формируя новые стандарты для оценки элитной мясной продукции. Ее уникальные органолептические характеристики: интенсивная внутримышечная жировая инфильтрация, нежная текстура, обусловленная низкой температурой плавления жира, и насыщенный вкус — стали основой для глобального признания и потребительского спроса [Inagaki, 2017].

Вагю представляют собой уникальный объект для научных исследований и высокодоходное направление для современного мясного скотоводства, успех которого детерминирован взаимосвязью генетического потенциала, передовых технологий и эффективной системы стандартизации.

Таким образом, настоящее исследование заполняет существующий научный пробел. Оно направлено на комплексную оценку не только традиционных зоотехнических показателей (рост, развитие, убойный выход), но и ключевых параметров качества мяса, детерминирующих его потребительскую ценность и рыночную стоимость. Полученные результаты позволяют научно обосновать эффективность использования данного кросса для получения высокомаржинальной продукции, что соответствует как стратегическим задачам импортозамещения и продовольственной безопасности, так и экономическим интересам производителей, ориентированных на растущий премиальный сегмент внутреннего и внешнего рынков.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Научно-исследовательская работа проведена на кафедре частной зоотехнии, ранее кафедре молочного и мясного скотоводства, РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева. Эксперимент проводился на крупном рогатом скоте пород абердин-ангус и вагю, содержащемся на ферме ООО «Брянская мясная компания», расположенной в Дубенском районе Тульской области, в период с 2023 по 2025 год. В структуре компании имеется три откормочные площадки, находящиеся в Брянской и Орловской областях, а также более 100 маточных ферм, расположенных на территории СЗФО и ЦФО. Исследования осуществлялись на территории фермы «Воскресенское».

Маточная ферма «Воскресенское» включает в себя 24 зимних пастбища, оборудованных поилками с подогревом и местами отдыха для животных, в том числе шесть из них оборудованы навесами для содержания молодняка. Для выпаса животных на ферме имеются пастбищные угодья общей площадью 8252 га. На указанных землях происходит выпас скота с апреля по октябрь; там же происходит отел маточного поголовья и случная кампания. Объектом исследования послужили бычки абердин-ангусской породы, вагю и их помеси от рождения до проведения трех контрольных убоев, по 15 гол. из каждой группы, в 12, 15 и 18 месяцев.

Формирование групп для исследований осуществлялось методом пар-аналогов (парный метод) с учетом морфофизиологических параметров новорожденных телят [Рузанова, 2024]. Исследуемые бычки содержались по общепринятой для мясного скотоводства технологии «корова — теленок» на подсосе до шестимесячного возраста. В возрасте шести месяцев происходил отъем телят и их размещение на зимних пастбищах для дальнейшего кормления и содержания до 15–18 месяцев. Животные

содержались на площадке со стандартной технологией выращивания и откорма крупного рогатого скота мясного направления продуктивности.

Оценку роста и развития производили путем взвешивания животных при отеле, а также в возрасте 3, 6, 9, 12, 15, 18 месяцев, в том числе после завершения выращивания и откорма [Никулин, 2019; Ногаева, 2023].

Отслеживание показателя живой массы производили путем индивидуального взвешивания животных ежемесячно утром до кормления; в возрасте 12, 15 и 18 месяцев отобранных по живой массе для убоя животных взвешивали на ферме перед отправкой, а также на бойне по прибытии перед постановкой на голодную предубойную выдержку. Основываясь на полученных данных о живой массе, вычисляли среднесуточный прирост, абсолютную и относительную скорость роста.

Для оценки темпов роста среднесуточный прирост (ССП) рассчитывали по формуле (1):

$$\text{ССП} = \frac{M_1 - M_0}{T}, \quad (1)$$

где M_1 — живая масса на конец периода;

M_0 — живая масса на начало периода;

T — продолжительность периода в днях.

Относительный прирост (ОП) бычков, представляющий собой прирост массы по отношению к начальной массе, рассчитывается по формуле (2):

$$\text{ОП} = \frac{M_1 - M_0}{0,5(M_1 - M_0)} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Абсолютный прирост (АП) исследуемых животных рассчитывается по следующей формуле (3):

$$\text{АП} = M_1 - M_0. \quad (3)$$

Полученные данные о живой массе и рассчитанные показатели прироста (абсолютного, среднесуточного и относительного) объективно отражают динамику роста и откорма телят в течение исследуемого периода. Указанные количественные характеристики позволяют комплексно оценить эффективность применяемых технологий выращивания и интенсивность развития животных в рамках проведенного эксперимента.

Мясные качества исследуемых бычков изучали путем проведения контрольных убоев пяти животных каждой группы в 12-, 15- и 18-месячном возрасте. Убой проводился в условиях бойни ООО «Брянская мясная компания» Выгоничского района Брянской области.

Изучалась съемная живая масса, предубойная масса, масса парной туши, масса внутреннего жира, выход туши, выход внутреннего жира, убойный выход, морфологический состав полученных туш, а также масса и процентное отношение отрубов к массе туши.

Морфологический и сортовой состав туш изучался путем обвалки левой полутуши, прошедшей охлаждение в специальной холодильной камере в течение 24 часов; на основании этого определялось абсолютное и относительное содержание костей, сухожилий и мякотной части, присваивались пункты мраморности и отношение к определенному классу, а также рассчитывался индекс мясности.

С целью проведения химического анализа мяса был совершен отбор средних проб мякотной части полутуши, длиннейшей мышцы спины, околопочечного сала.

Для определения химического состава длиннейшей мышцы спины использовали ГОСТ 25011–81 для определения протеина, ГОСТ 230425011–812–2015 для определения жира, ГОСТ 31727–2012 для определения золы. Показатели протеина, жира и золы указаны в воздушно-

сухом веществе. Аминокислотный состав определен по ГОСТ 32195 на воздушно-сухом обезжиренном веществе.

Содержание аминокислот оксипролина и триптофана было исследовано с помощью ГОСТ 34132–2017 «Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава животного белка», а также согласно «Методическим рекомендациям по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота» ВАСХНИЛ.

Состав высокомолекулярных жирных кислот (ВМЖК) определялся методом капиллярной газовой хроматографии [ГОСТ 31663–2012] при помощи газового хроматографа «Кристалл-4000 Люкс» (Россия) с использованием капиллярной колонки для определения качественного и количественного состава смеси жирных кислот в виде метиловых эфиров.

Содержание аминокислот определялось по ГОСТ 341320–2017 при помощи капиллярного электрофореза «Капель 105/105М» (Россия).

Полученные шкуры оценивали по общепринятым методикам по массе парной шкуры, площади и толщине, согласно ГОСТ 28425–90.

Экономическую эффективность выращивания, откорма бычков абердин-ангусской породы, вагю и их помеси определяли путем учета основных издержек и выручки, полученной от реализации животных; вычислялись прибыль и рентабельность производства мясной продукции по всем исследуемым группам.



Рис. 2. Схема проведения опыта

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Кормление и содержание исследуемых животных

Одним из самых важных факторов, определяющих мясную продуктивность крупного рогатого скота, является кормление. Именно его сбалансированность в части соотношения и количества предусмотренных питательных веществ способствует устойчивому развитию и реализации генетического потенциала выращиваемых животных [Лукина, 2021; Наумова, 2022; Дубовскова, 2016].

Для получения высокой продуктивности в соответствии с генетикой животных необходимо обеспечить максимальную питательность на одну единицу потребленного сухого вещества. Это становится возможным благодаря увеличению доли концентратов и применения высококачественных кормов. Важную роль играет и использование премиксов и прочих кормовых добавок, позволяющих увеличить конверсию потребляемых кормов.

Работа в мясном скотоводстве делится на летний и зимний периоды. В зависимости от времени года меняется система содержания: в зимнее время года стойловая либо на «зимних» пастбищах (земельных участках площадью от 3 до 14 га, оборудованных навесами, пластиковыми поплачковыми поилками с подогревом для предупреждения обледенения при особенно низкой температуре окружающей среды и бетонными кормушками для потребления полнорационного рациона), в летний период пастбищная (на земельных участках средней площадью 45 га, огражденных колючей изгородью, оборудованных металлическими поплачковыми поилками и премиксными кормушками для обеспечения животных минералами, которых не хватает в свежей траве).

Резюмируя, можно сделать вывод, что для получения высоких показателей продуктивности необходимо обеспечить животных не только

качественными основными кормами, такими как силос и сенаж, но и концентратами и премиксами и в то же самое время учесть их сбалансированность в полносмешанном рационе.

3.1.1. Пастбищное содержание животных

Содержание и кормление всех исследуемых групп животных на протяжении всего опыта были идентичны. Бычки содержались с матерями по общепринятой для мясного скотоводства системе «корова — теленок» до шестимесячного возраста, то есть до отъема, на пастбищах, засеянных разнотравьем, оборудованных поилками поплавкового типа и специализированными кормушками для пастбищного премикса.

Содержание животных на пастбищах представляет собой вольный выпас животных. На пастбищах совершен посев многолетнего разнотравья, состоящего из следующих трав: райграс пастбищный (55%), клевер ползучий (17%), тимофеевка луговая (10%), овсяница луговая (11%), мятлик луговой (7%). Кроме того, существует практика просеивания люцерны и клевера для увеличения на пастбище количества растений, имеющих повышенное содержание переваримого протеина.

Важнейшим фактором пастбищного содержания коров с телятами является этология животных. Непосредственно перед отелом коровы отходят от основного стада и находят для себя наиболее спокойное место. Сразу после отела корова облизывает теленка и, если сочтет местность достаточно безопасной, уходит от него для того, чтобы восстановить силы и вернуться к потреблению травы. В это время теленок отдыхает и приходит в себя. В течении часа либо полутора часов корова

возвращается к своему теленку и путем мычания и толкания проверяет его, после чего теленок начинает потребление молозива.

Спустя пять-семь дней после отела в стаде начинают формироваться так называемые в производстве ясли — группы телят по 6–10 гол., в которых телята находятся до двух-трех месяцев, пока молоко не перестанет является для них самым основным источником питательных веществ. В этой группе телят всегда находится до трех коров, которые постоянно контролируют телят; коровы сменяются, что позволяет одним кормить телят, а другим уйти подальше от предпочтительных мест отдыха на водопое и для поиска лучших мест с травой на пастбище. С возрастом телята становятся более активными и покидают ясли в поисках спокойных коров, которые помимо своих телят могут покормить и чужих. Для корректного выпаса и учета поголовья предусмотрена гуртовая система [Breeding and productivity indicators of the Kazakh white-headed breed, 2022; Легошин, 2014; Кузнецов, 2004].

Гурт — группа животных, которую формируют по технологической группе, срокам стельности, живой массе, упитанности или другим признакам. Существуют три вида гуртов: отельные, случные, откормочные [Каюмов, 2022].

Отельный гурт формируется для организации проведения отелов и учета приплода. Стадо разделяется на гурты в зависимости от предполагаемой даты отела, учитывается сочетаемость половозрастных групп. Оптимальный размер гурта 220–250 гол. животных. Нагрузка на стельную корову 0,8 га. После отела принимается за норму нагрузка 1 га пастбищных угодий на пару корова — теленок.

Случной гурт формируется для целей естественного спаривания из коров, телок, быков и ремонтных бычков. В группы подбираются однородные по живой массе и продуктивным качествам животные.

Откормочный гурт формируется для контроля кормления животных, находящихся на откорме. В основном используется на откормочных площадках для контроля целевого веса и отслеживания влияния изменений в рационах кормления на привесы животных.

3.1.2. Отъем и содержание на ферме

Перед отъемом животные — коровы с телятами — путем перегона возвращались на ферму и размещались на зимнем пастбище на три дня для снижения стресса у молодняка.

После отъема бычки опытной группы переводились на интенсивное выращивание. До проведения контрольных убоев животные содержались беспривязно в открытых загонах, оборудованных навесами, со свободным доступом к воде и полнсмешанному рациону.

Животных кормили два раза в день: утром и вечером, по 50% от суточной нормы. Норма сухого вещества корректировалась с учетом коэффициента, обеспечивающего переходящий остаток корма в кормушках на уровне 3–5% от выданной массы.

Структура рациона изменялась в соответствии с возрастными периодами:

- в период с 6 до 8 месяцев доля грубых кормов составляла 5,6% от сухого вещества, доля сочных кормов — 50,5%, концентрированных — 43,9%;
- в период с 8 до 10 месяцев структура рациона включала в себя 4,6% грубых кормов, 49,8% сочных и 45,5% концентрированных;
- в период с 10 до 12 месяцев соотношение было следующим: грубые корма — 4,0%, сочные — 54,3%, концентрированные — 41,7%;

- в период откорма с 12 месяцев использовались ступенчато сменяемые рационы, где доля концентрированных кормов постепенно возрастала с 42,9 до 46,2%, а доля сочных кормов снижалась с 49,8 до 45,0% при стабильном уровне грубых кормов (4,5–5,6%).

Рационы кормления представлены в приложении таблица 38.

Рацион в возрасте 6–8 месяцев включал 0,345 кг соломы, 9,397 кг силоса, 1,000 кг комбикорма для телят, 0,789 кг кукурузы плющенной и 1,078 кг шрота подсолнечного. В среднем в рационе содержалось 5,4 кг сухого вещества, 4,09 ЭКЕ, 53,2 МДж обменной энергии, 920 г сырого протеина и 741 г переваримого. Уровень сырой клетчатки составлял 21,2%, сырого протеина — 17%. На 1 ЭКЕ приходилось 13,0 МДж обменной энергии.

Рацион в возрасте 8–10 месяцев состоял из 0,345 кг соломы, 11,172 кг силоса, 1,000 кг комбикорма, 2,080 кг кукурузы и 0,833 кг шрота. Он содержал 6,50 кг сухого вещества, 6,68 ЭКЕ, 69,4 МДж обменной энергии, 985 г сырого протеина, 789 г переваримого протеина. В нем присутствовало 19,8% клетчатки, 15,1% сырого протеина.

Рацион в возрасте 10–12 месяцев включал 0,345 кг соломы, 14,052 кг силоса, 0,079 кг премикса Cattle, 3,200 кг кукурузы и 1,167 кг шрота. Содержание сухого вещества составляло 7,50 кг, 7,79 ЭКЕ, обменной энергии 81,0 МДж, сырого протеина 1114 г, переваримого протеина 885 г. Уровень сырой клетчатки составлял 20,6%, сырого протеина — 14,9%.

Рационы для откорма в возрасте 12–18 месяцев обеспечивали постепенное увеличение сухого вещества с 8,55 до 13,13 кг, ЭКЕ с 9,90 до 21,28, обменной энергии со 101,6 до 213,8 МДж, сырого протеина с 1295 до 2299 г, переваримого протеина с 1030 до 1898 г. Доля концентрированных кормов возрастала до 46,2%, что способствовало интенсивному приросту живой массы во время откорма.

3.2. Рост и развитие исследуемых бычков

3.2.1. Весовой рост

Динамика изменения живой массы животных от рождения до убоя является одним из основных биометрических показателей, позволяющих комплексно оценить мясную продуктивность животных. Она является показателем общего роста и скороспелости любого сельскохозяйственного животного [Насамбаев, 2020; Ермошина, 2020; Салаев, 2022].

Проведенная оценка динамики живой массы исследуемого поголовья позволяет утверждать, что помесное поголовье имеет превосходство над родительскими породами абердин-ангус и вагю. В таблице 3 приведены средние значения живой массы (\bar{X}), стандартные ошибки среднего ($S\bar{x}$) и коэффициенты вариации (Cv , %).

Для проведения исследования были сформированы три группы животных. В I группу вошли бычки породы абердин-ангус; II группу составили животные породы вагю; в III группу было включено смешанное потомство этих пород.

Таблица 3

Динамика живой массы телят, кг

Возраст, мес	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv , %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv , %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv , %
При рождении	23,8±0,3	3,9	21,4±0,3	4,5	25,9±0,2 ^{1,2}	2,9
3	100,2±0,8	2,6	97,5±0,9	2,8	103,3±1,2 ²	3,8
6	184,7±0,5	0,9	177,2±0,7	1,3	190,5±0,6 ²	1,1
9	270,5±1,6	1,9	262,1±1,7	2,11	279,4±1,5 ²	1,7
12	360±2,3	2	350±1,8	1,6	374±2 ^{1,2}	1,67
15	480±1,8	1,21	457±1,3	0,89	501±1,5 ^{1,2}	0,95
18	603±1,6	0,86	574±1,3	0,74	631±2 ^{1,2}	1,03

Примечание: здесь и далее: ¹разность достоверна ($P < 0,95$) по отношению группы III к группе I; ²разность достоверна ($P < 0,95$) по отношению группы III к группе II.

Анализ динамики живой массы бычков показал, что телята III группы демонстрировали устойчивое и статистически значимое превосходство над животными I и II групп на всех этапах роста и развития ($P < 0,05$).

При рождении помесные телята III группы обладали наибольшей массой (25,9 кг), превышая показатели I группы (масса 23,8 кг) на 8,6% и II группы (масса 21,4 кг) на 21%. Данное превосходство имело высокую степень достоверности ($P < 0,05$). Коэффициент вариации во всех группах находился в низком диапазоне (2,6–3,8%), что свидетельствует об однородности исследуемых выборок бычков.

После шести месяцев разница в живой массе между группами стала еще более значимой: телята III группы, к этому возрасту достигшие средней живой массы 190,5 кг, превосходили своих сверстников из I группы (средняя масса 184,7 кг) на 3,1% и из II группы (средняя масса 177,2 кг) на 7,5%.

К 12-месячному возрасту максимальная живая масса была отмечена также у телят III группы; она составила в среднем 374 кг, что на 14 кг (3,9%) превышало массу телят I группы и на 24 кг (6,6%) — массу телят II группы; при этом разность имела высокую степень достоверности ($P < 0,05$).

К заключительным этапам откорма (15 и 18 месяцев) превосходство помесных животных III группы стало наиболее очевидным: к 15-месячному возрасту бычки III группы имели живую массу на 21 кг (4,4%) больше, чем животные I группы, и на 44 кг (9,6%) превосходили показатели II группы ($P < 0,05$).

Для бычков специализированных мясных пород при интенсивном откорме оптимальной живой массой в 18 месяцев можно считать диапазон 550–750 кг. К 18 месяцам бычки III группы достигли средней живой массы 631 кг, что на 4,6 и 9,9% превышало показатели I и II групп соответственно ($P < 0,05$). Низкий коэффициент вариации (2,6–3,8%) во всех группах подтверждает высокую однородность исследуемого поголовья

Более наглядно динамику изменения исследуемых животных можно увидеть на рис. 3.

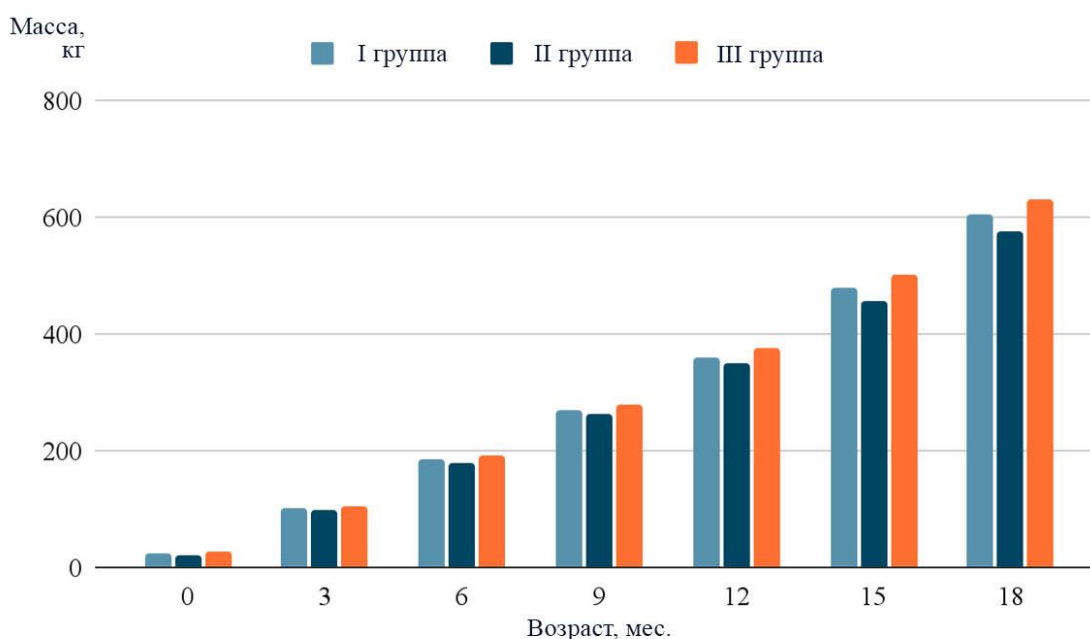


Рис. 3. Динамика живой массы исследуемых бычков

По результатам проведенных на разных этапах роста исследований бычков по показателю живой массы можно сделать вывод, что на каждом этапе развития III группа телят показывает наилучшие результаты средних величин. Наименьшая живая масса отмечалась у телят II группы. Бычки I группы по показателю живой массы занимают промежуточное положение, ближе к телятам III группы, но с меньшими значениями. Вероятно, это связано с породными особенностями животных: порода абердин-ангус, представленная в исследовании I группой, показывает

характерную для нее высокую скорость роста, II группа, состоявшая из бычков породы вагю, в свою очередь, имеет более низкий показатель роста, обусловленный тем, что животное накапливает большее количество жировых отложений, которые имеют более низкую удельную массу.

Для углубленного анализа динамики роста, который позволит судить об интенсивности роста бычков на разных этапах, а также об их скороспелости (возрасте достижения убойных кондиций), был рассчитан среднесуточный прирост исследуемых животных. Результаты расчетов среднесуточного прироста исследуемых групп представлены в таблице 4.

Таблица 4

Среднесуточный прирост опытных бычков, г

Возраст, мес.	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
0–3	848±0,9	3,7	846±0,9	3,3	860±1,3	4,9
3–6	939±1,3	4,5	884±1,3	4,8	970±1,6 ^{1,2}	5,2
6–9	954±1,8	6,0	944±2,2	7,4	987±1,9	6,2
9–12	1019±2,9	8,9	981±3,2	10,2	1033±3,0	9,2
12–15	1311±23	5,58	1203±26	7,0	1425±24 ^{1,2}	5,4
15–18	1357±17	4,1	1282±14	3,5	1445±17 ^{1,2}	5,3
0–18	1072±3	0,9	1023±3	0,87	1120±4 ^{1,2}	1,1

При анализе таблицы 4 можно увидеть, что у всех групп увеличение среднесуточных приростов с возрастом прогрессирует. Для лучшего представления прогрессирующее с возрастом повышение среднесуточных приростов представлено в виде графика на рис. 4.

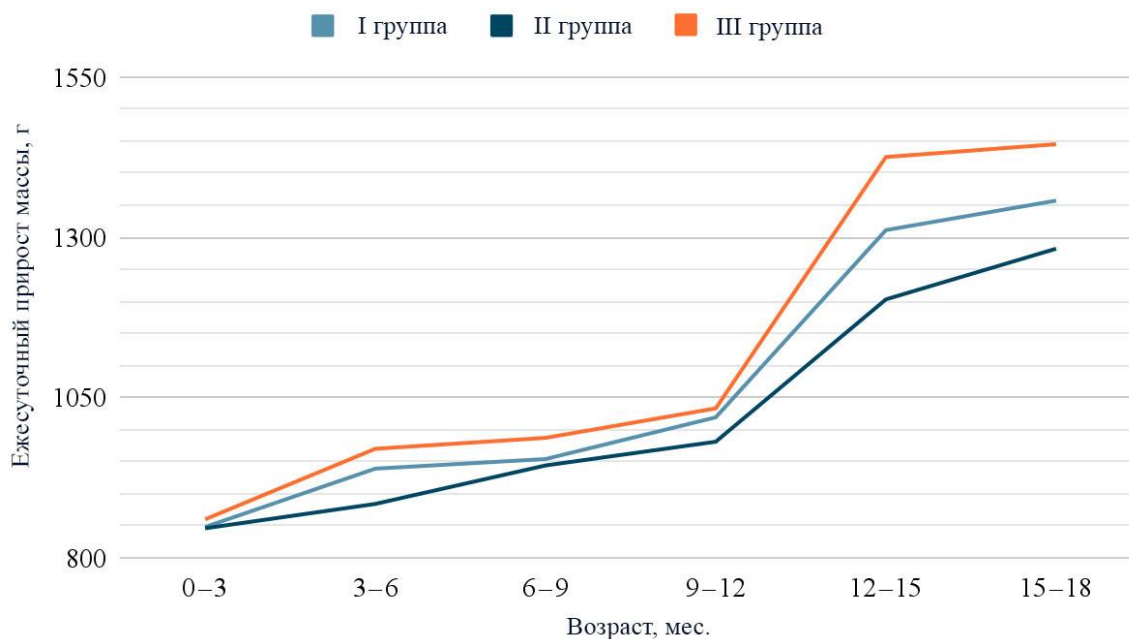


Рис. 4. Среднесуточный прирост массы, г

Максимальные показатели среднесуточного прироста отмечались в возрасте от 15 до 18 месяцев; интенсивный прирост массы в этот период происходил за счет биологических особенностей наращивания мышечной ткани и накопления жировых отложений не только на внутренних органах, но и в мышечных тканях, в ходе чего происходило формирование мраморности мяса.

Наивысшие значения среднесуточного прироста отмечены у бычков III группы во всех возрастных периодах. В возрасте с 12 до 15 месяцев по среднесуточному приросту бычки III группы превосходят бычков I группы на 114 г ($P < 0,95$), животных II группы — на 222 г ($P < 0,95$). Также необходимо отметить, что начиная с девяти месяцев среднесуточный прирост в среднем по трем группам подошел к 1 кг, а в дальнейшем превысил это значение; это говорит о высоком уровне кормления и содержания животных, что способствовало раскрытию их генетического потенциала.

Абсолютный прирост, как одна из главных характеристик роста, количественно определяет разницу в живой массе животного за конкретный промежуток времени, выявляя индивидуальные различия. Динамика абсолютного прироста представлена в таблице 5.

Таблица 5

Динамика абсолютного прироста живой массы, кг

Возраст, мес	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
0–3	76,4±0,9	3,7	76,1±0,3	4,5	77,36±1,2	4,9
3–6	84,6±1,2	4,5	79,5±0,9	2,8	87,3±1,4 ²	5,2
6–9	85,8±1,6	6,0	85,0±0,7	1,3	88,8±1,7	6,2
9–12	91,8±2,6	8,9	88,3±1,7	2,11	93,0 ±2,7 ²	9,2
12–15	117,8±2,1	5,63	109,0±2,4	6,87	128,3 ±2,2 ^{1,2}	5,37
15–18	122,4±1,6	4,15	115,2±1,3	3,55	130,1±2,2 ^{1,2}	5,27
0–18	578,7±1,7	0,94	552,6±1,5	0,87	604,8±2,2 ^{1,2}	1,13

Наибольший показатель абсолютного прироста живой массы в возрасте от 12 до 15 месяцев отмечался у бычков III группы. Он составил 128,3 кг, что на 10,5 кг (8,9%) больше, чем у бычков I группы, и на 19,3 кг (17,7%) больше, чем у II группы, при $P < 0,95$.

В следующем возрастном периоде, 15–18 месяцев, превосходство по абсолютному приросту живой массы также было у бычков III группы: 130,1 кг, что на 14,9 кг (11,6%) больше, чем у II группы, и на 7,7 кг (6,5%) больше по сравнению с I группой бычков.

Следовательно, по динамике роста III группа бычков проявляет свое превосходство относительно других групп, а также поддерживает более высокую интенсивность роста, что является крайне ценным хозяйственным признаком.

Таким образом, сравнительный анализ показателя роста опытных животных продемонстрировал превосходство помесных бычков над

бычками, полученных от родительских пород, при том что все подопытные животные были выращены в одинаковых условиях кормления и содержания.

3.2.2. Линейный рост

Определение типа телосложения и оценки экстерьерных показателей животных имеют важное значение для более точного отслеживания их развития, а также для прогнозирования продуктивного потенциала. Для получения наиболее полных данных по экстерьерным особенностям применяется метод взятия промеров статей животных и расчет индексов телосложения. В связи с этим в возрасте 6, 9, 12, 15 и 18 месяцев у десяти одних и тех же животных на протяжении всего исследования в каждой из групп были измерены и рассчитаны следующие показатели: высота в холке, высота в крестце, косая длина туловища, ширина груди, глубина груди, обхват груди, обхват пясти, полуобхват зада, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх (таблицы 6–10).

Промеры статей в возрасте шести месяцев, см

Промеры	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высота в холке	110,4±0,3	0,90	106,1±0,5	1,70	113,5±0,4	1,20
Высота в крестце	120,9±0,3	0,90	115,6±0,5	1,80	124,8±0,4	1,30
Косая длина туловища	125,3±0,3	0,90	119,9±0,5	1,80	129,1±0,4	1,30
Ширина груди	32,2±0,1	1,00	31,0±0,2	2,10	33,3±0,1	1,10
Глубина груди	49,3±0,1	0,90	47,5±0,2	1,80	50,8±0,1	1,00
Обхват груди	134,7±0,3	0,90	129,2±0,5	1,80	139,3±0,4	1,10
Обхват пясти	17,5±0,0	0,90	16,9±0,1	1,70	18,1±0,0	0,90
Полуобхват зада	77,7±0,2	0,80	74,8±0,4	1,80	80,3±0,3	1,10
Ширина в маклоках	34,0±0,1	0,90	32,7±0,2	2,00	35,1±0,1	1,10
Ширина в седалищных буграх	18,2±0,1	1,00	17,4±0,1	1,80	18,7±0,1	1,10

В шестимесячном возрасте наилучшие показатели экстерьера отмечались у телят III группы. Их средняя высота в холке составила 113,5 см, что на 3,1 см (2,8%) больше, чем у телят I группы, и на 7,4 см (7,0%) больше, чем у телят II группы ($P < 0,95$). Подобная достоверная тенденция с преимуществом III группы в 4–7% наблюдалась по всем остальным промерам: обхвату груди, косой длине туловища, ширине в маклоках и др. Группа II показала наименьшие значения по всем линейным промерам.

Таблица 7

Промеры статей в возрасте девяти месяцев

Промеры	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высота в холке	109,9±0,7	2,00	106,6±0,8	2,70	113,8±0,6	1,90
Высота в крестце	119,6±0,7	2,00	116,2±0,9	2,80	123,9±0,7	1,90
Косая длина туловища	126,9±0,8	2,00	123,1±0,9	2,70	131,4±0,7	1,80
Ширина груди	34,8±0,2	2,00	33,9±0,3	3,00	36,0±0,2	1,80
Глубина груди	48,5±0,3	1,90	47,4±0,4	3,00	50,2±0,3	1,70
Обхват груди	134,8±0,8	1,90	131,2±1,0	2,80	139,2±0,7	1,70
Обхват пясти	17,4±0,1	1,80	16,9±0,1	2,50	18,0±0,1	1,70
Полуобхват зада	76,1±0,5	1,90	74,3±0,6	2,80	78,7±0,4	1,70
Ширина в маклоках	35,4±0,2	2,00	34,5±0,3	3,00	36,6±0,2	1,80
Ширина в седалищных буграх	19,1±0,1	2,00	18,5±0,2	3,00	19,7±0,1	1,80

В девятимесячном возрасте превосходство животных III группы сохранялось, но стало менее выраженным по сравнению с I группой. Так, высота в холке у телят III группы (113,8 см) была на 3,9 см (3,5%) больше, чем в I группе ($P < 0,95$), и на 7,2 см (6,8%) больше, чем во II группе ($P < 0,95$). Разница с I группой по обхвату груди составила 4,4 см (3,3%), а со II группой — 8,0 см (6,1%) ($P < 0,95$). Группа I продолжала достоверно превосходить II группу по всем показателям, например по высоте в холке на 3,3 см (3,1%) ($P < 0,95$).

Промеры статей в возрасте 12 месяцев

Промеры	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$
Высота в холке	119,4±0,8	2,30	115,5±0,7	2,20	122,5±0,8	2,30
Высота в крестце	121,7±0,8	2,30	117,7±0,7	2,20	124,9±0,8	2,30
Косая длина туловища	131,1±0,9	2,40	126,5±0,8	2,30	134,3±0,8	2,10
Ширина груди	36,3±0,3	2,80	35,3±0,3	3,10	37,3±0,2	2,10
Глубина груди	54,5±0,4	2,60	52,6±0,4	2,80	55,6±0,3	1,90
Обхват груди	136,1±1,0	2,60	131,5±0,8	2,30	138,9±0,8	2,10
Обхват пясти	18,2±0,1	2,50	17,7±0,1	2,00	18,6±0,1	1,90
Полуобхват зада	89,8±0,6	2,30	86,8±0,5	2,10	92,1±0,6	2,20
Ширина в маклоках	37,3±0,3	2,60	36,0±0,3	2,70	38,6±0,2	2,20
Ширина в седалищных буграх	37,4±0,3	2,80	36,1±0,3	2,90	38,8±0,2	2,20

В 12-месячном возрасте животные III группы вновь показали наибольшие ростовые показатели (таблица 8). Они превосходили телят I группы по высоте в холке на 3,1 см (2,6%) ($P < 0,95$), а телят II группы — на 7,0 см (6,1%) ($P < 0,95$). По обхвату груди разница составила 2,8 см (2,1%) и 7,4 см (5,6%) соответственно ($P < 0,95$ и $P < 0,95$). Это свидетельствует об усиленном эффекте гетерозиса. Преимущество I группы над II группой также оставалось достоверным по всем промерам на 3–4% ($P < 0,95$).

Промеры статей в возрасте 15 месяцев

Промеры	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v, \%$
Высота в холке	123,9±0,5	1,40	118,5±0,3	1,00	129,2±0,4	1,20
Высота в крестце	127,4±0,5	1,50	121,8±0,3	1,10	132,7±0,4	1,20
Косая длина туловища	146,4±0,6	1,40	140,1±0,5	1,20	152,6±0,5	1,20
Ширина груди	40,0±0,2	1,50	38,4±0,1	1,20	41,7±0,2	1,40
Глубина груди	64,9±0,3	1,50	61,9±0,2	1,30	67,5±0,2	1,20
Обхват груди	173,8±0,8	1,50	166,3±0,5	1,20	181,2±0,6	1,20
Обхват пясти	19,3±0,1	1,30	18,4±0,0	1,00	20,1±0,1	1,30
Полуобхват зада	113,5±0,5	1,50	108,5±0,3	1,20	118,3±0,4	1,20
Ширина в маклоках	42,2±0,2	1,60	40,2±0,1	1,10	43,9±0,1	1,20
Ширина в седалищных буграх	20,2±0,1	1,40	19,3±0,0	1,00	21,0±0,1	1,30

В 15-месячном возрасте преимущество животных III группы стало максимально выраженным и статистически достоверным ($P < 0,95$) (таблица 9). Высота в холке (129,2 см) превышала показатель I группы на 5,3 см (4,3%) и II группы — на 10,7 см (9,0%).

Промеры статей в возрасте 18 месяцев

Промеры	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высота в холке	135,5±0,5	1,30	128,9±0,4	1,10	141,7±0,6	1,50
Высота в крестце	147,5±0,5	1,20	140,3±0,4	1,10	154,3±0,6	1,40
Косая длина туловища	156,6±0,5	1,20	149,0±0,5	1,10	163,6±0,6	1,40
Ширина груди	42,8±0,1	1,20	40,8±0,1	1,10	44,9±0,2	1,40
Глубина груди	81,2±0,3	1,20	77,7±0,2	1,10	85,0±0,4	1,50
Обхват груди	218,0±0,7	1,20	207,6±0,7	1,20	228,6±0,9	1,40
Обхват пясти	21,5±0,1	1,20	20,4±0,0	1,00	22,4±0,1	1,30
Полуобхват зада	113,8±0,4	1,20	108,3±0,3	1,10	119,2±0,4	1,30
Ширина в маклоках	47,4±0,1	1,20	45,2±0,1	1,10	49,6±0,2	1,40
Ширина в седалищных буграх	23,6±0,1	1,20	22,4±0,0	1,00	24,6±0,1	1,30

К 18 месяцам рост в холке животных III группы превосходил аналогичный параметр особей из I и II групп на 6,2 см (4,6%) и 12,8 см (9,9%) соответственно. Схожая динамика наблюдалась и по обхвату груди: у III группы в 18 месяцев этот промер был на 10,6 см (4,9%) больше, чем в I группе, и на 21,0 см (10,1%) больше, чем во II группе. Разрыв между I и II группами также оставался стабильным, на уровне 4–6%, по всем измеряемым показателям ($P < 0,95$).

Таким образом, на протяжении всего опыта от 6 до 18 месяцев животные III группы стабильно и достоверно превосходили сверстников из I и II групп по всем промерам экстерьера, что свидетельствует о лучших

показателях роста и о лучших продуктивных качествах в дальнейшем. Группа I занимала устойчивое промежуточное положение, II группа показывала наименьшие значения отслеживаемых показателей.

Для проведения комплексной оценки линейного роста также были рассчитаны индексы телосложения (таблицы 11–15).

Таблица 11

Индексы исследуемых животных в возрасте шести месяцев

Индекс	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высоконогости	88,1±0,2	0,80	88,5±0,3	1,20	87,9±0,2	0,80
Растяннутости	113,5±0,2	0,80	113,0±0,3	1,20	113,7±0,2	0,80
Грудной	65,3±0,2	1,20	65,3±0,4	2,10	65,6±0,2	1,00
Сбитости	122,0±0,4	1,20	121,8±0,6	1,80	122,7±0,4	1,20
Перерослости	109,4±0,1	0,40	109,5±0,1	0,40	109,9±0,0	0,20
Костистости	15,9±0,0	1,00	15,9±0,1	1,70	16,0±0,0	1,10
Массивности	107,5±0,3	1,00	107,8±0,5	1,80	107,9±0,3	1,10

В шестимесячном возрасте животные всех групп имели схожие пропорции телосложения. Индекс высоконогости находился в диапазоне 87,9–88,5%, что указывает на достаточно растянутый тип. Наиболее высокий индекс сбитости (122,7) и массивности (107,9) отмечался у телят III группы, что на 0,7 и 0,4 п. соответственно превышало показатели I группы, однако эти различия не были статистически достоверными ($P > 0,05$). Индекс перерослости был стабилен во всех группах (101,9).

Индексы исследуемых животных в возрасте девяти месяцев

Индекс	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высоконогости	86,7±0,4	1,60	86,8±0,4	1,60	86,6±0,2	0,90
Растяннутости	115,4±0,5	1,60	115,2±0,5	1,60	115,5±0,3	0,90
Грудной	71,8±0,3	1,50	71,6±0,3	1,50	71,8±0,2	1,00
Сбитости	122,7±0,6	1,70	122,2±0,8	2,30	122,3±0,4	1,20
Перерослости	108,8±0,1	0,50	108,9±0,1	0,50	108,9±0,1	0,30
Костистости	15,8±0,1	1,80	15,9±0,1	2,50	15,8±0,1	1,70
Массивности	106,3±0,5	1,70	106,0±0,6	2,10	106,0±0,3	1,10

В девятимесячном возрасте наметилась тенденция к изменению пропорций и началось формирование мясного типа телосложения. Наибольший индекс сбитости наблюдается у телят I группы (122,7), однако разница с другими группами была минимальной (121,2 во II группе и 122,3 в III группе). Индекс массивности незначительно снизился у всех групп по сравнению с шестимесячным возрастом, что связано с ростом телят в высоту. Значимых межгрупповых различий по индексам не выявлено, что свидетельствует о схожем направлении и темпе развития в этот период.

Индексы исследуемых животных в возрасте 12 месяцев

Индекс	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высоконогости	91,1±0,3	1,10	91,3±0,2	0,80	91,2±0,2	0,80
Растянутости	109,8±0,3	1,10	109,5±0,2	0,80	109,6±0,2	0,80
Грудной	66,7±0,3	1,70	66,9±0,2	1,00	67,1±0,1	0,80
Сбитости	114,0±0,5	1,60	113,8±0,4	1,20	113,4±0,3	1,00
Перерослости	102,0±0,1	0,40	101,9±0,1	0,40	102,0±0,1	0,30
Костистости	15,2±0,1	1,80	15,3±0,1	1,80	15,2±0,1	1,00
Массивности	103,8±0,3	1,10	103,9±0,2	0,90	103,4±0,2	0,70

В 12-месячном возрасте наблюдается наибольший показатель индекса высоконогости и минимальное значение индексов сбитости и массивности. Это указывает на фазу активного роста в холке и крестце с относительным отставанием в наращивании объема туловища. Грудной индекс увеличился до 66,7–67,1%, показывая тем самым более пропорциональное развитие ширины и глубины груди. Статистически значимых различий между группами не обнаружено ($P > 0,05$), что подтверждает схожесть типов телосложения и их направления продуктивности.

Индексы исследуемых животных в возрасте 15 месяцев

Индекс	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высоконогости	84,6±0,2	1,00	84,6±0,2	0,90	84,7±0,1	0,60
Растянутости	118,2±0,3	1,00	118,2±0,3	0,90	118,1±0,2	0,60
Грудной	61,2±0,2	1,10	61,8±0,2	1,30	61,8±0,1	0,70
Сбитости	140,3±0,6	1,50	140,2±0,6	1,50	140,3±0,3	0,90
Перерослости	102,8±0,1	0,30	102,7±0,1	0,30	102,7±0,0	0,20
Костистости	15,6±0,0	1,00	15,5±0,1	1,50	15,6±0,0	1,00
Массивности	118,7±0,4	1,20	118,7±0,5	1,50	118,6±0,2	0,70

В 15-месячном возрасте индексы сигнализируют о развитии бычков по мясному типу. Индекс высоконогости снизился до минимальных значений — 84,7%, а индексы сбитости и массивности — до 140% и 118,6% соответственно, что свидетельствует об интенсивном наращивании мышечной массы и развитии грудной клетки. Грудной индекс снизился до 61,2–61,8%, отражая опережающее развитие глубины груди. Все группы имеют практически идентичные показатели, а различия между ними статистически недостоверны ($P > 0,05$).

Индексы исследуемых животных в возрасте 18 месяцев

Индекс	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Высоконогости	86,5±0,1	0,60	86,5±0,2	0,80	86,5±0,2	0,80
Растянутости	115,6±0,2	0,60	115,6±0,2	0,80	115,6±0,2	0,80
Грудной	52,6±0,1	0,90	52,5±0,1	0,90	52,8±0,1	0,80
Сбитости	160,8±0,5	1,10	161,0±0,6	1,30	161,3±0,5	1,10
Перерослости	108,9±0,1	0,40	108,9±0,1	0,40	108,9±0,1	0,30
Костистости	15,9±0,0	1,00	15,8±0,0	1,00	15,8±0,1	1,30
Массивности	139,2±0,4	1,00	139,4±0,5	1,20	139,7±0,4	1,00

В 18-месячном возрасте окончательно сформировались пропорции, характерные для животных с высокой мясной продуктивностью. Наибольшие значения ключевых показателей продуктивности: индекса сбитости (161,3) и индекса массивности (139,7) — были зафиксированы у бычков III группы. Низкие коэффициенты вариации ($Cv < 1,3\%$) по всем показателям подтверждают высокую степень выравненности и однородности поголовья внутри каждой группы по окончании опыта.

Индекс высоконогости отражает относительную длину конечностей по отношению к длине туловища. К окончанию выращивания животные приобретают более растянутый, низкорослый формат, типичный для мясного скота. Индекс сбитости, характеризующий относительное развитие грудной клетки и живой массы, имел выраженную положительную динамику роста на протяжении всего периода. Это свидетельствует об интенсивном наращивании мышечной массы и объема грудной клетки относительно роста в высоту. Грудной индекс, отражающий соотношение ширины и глубины груди, претерпел наиболее

значительные изменения. Это указывает на то, что с возрастом у животных в большей степени развивается глубина груди, чем ее ширина, что является желательным признаком для мясного скота. Индекс массивности, напрямую связанный с мясными качествами, имел четкую тенденцию к росту. Наибольшее значение индекса в 18 месяцев было у животных III группы (139,7%), что на 0,5 п. (0,4%) больше, чем в I группе, и на 0,3 п. (0,2%) больше, чем во II группе; это подтверждает преимущество бычков III группы.

Оценка индексов телосложения подтвердила, что животные всех трех групп обладают выраженными признаками мясного типа. Наиболее гармоничное и желательное для мясного скота сложение, характеризующееся большей компактностью и сбитостью, сформировалось к 15–18 месяцам. Животные III группы обладали преимуществом над сверстниками, что согласуется с их лучшими результатами по живой массе и линейным промерам.

3.3. Мясная продуктивность и качество мяса исследуемых бычков

Учет и оценка мясной продуктивности представляют собой комплексную зоотехническую систему, направленную на совершенствование селекционно-племенной работы. Данная система обеспечивает объективный контроль за ростом и развитием молодняка, определяет оптимальные сроки завершения откорма и позволяет проводить отбор животных для совершенствования существующих генотипов и создания новых, адаптированных к производству высококачественной говядины в условиях конкретных технологий [Степанов, 2012].

Основные методы прижизненной оценки включают в себя взвешивание, визуальный осмотр (экстерьерную оценку), пальпацию (ощупывание) и промеры тела. Эти методы в совокупности позволяют получить количественные и качественные данные о мясной продуктивности, что является основой для принятия управленческих решений по откорму и выбраковке. Ключевыми критериями оценки служат:

- живая масса и ее динамика;
- абсолютный и среднесуточный прирост живой массы;
- упитанность, определяемая развитием мышечной и жировой ткани;
- эффективность использования кормов (конверсия корма), отражающая экономическую составляющую откорма [Современные методы прижизненной оценки мясной продуктивности животных, 2019].

Живая масса является показателем, отражающим суммарный рост тканей организма в процессе выращивания и откорма. Для точности измерений взвешивание проводят утром до кормления, а наиболее достоверные результаты получают при двукратном взвешивании в течение двух дней подряд с последующим расчетом среднего арифметического. Различают несколько типов живой массы:

1. Масса при рождении является базовым показателем жизнеспособности и роста теленка.

2. Съемная масса фиксируется в хозяйстве при отправке партии на убой, служит основой для расчетов с производителем.

3. Предубойная масса определяется после 24-часовой голодной выдержки непосредственно на мясоперерабатывающем предприятии.

3.3.1. Убойные качества подопытных бычков

Для исследования послеубойных показателей бычков в возрасте 12, 15 и 18 месяцев был осуществлен контрольный убой животных в количестве 5 гол. от группы, а также проведен анализ полученных данных. Убой производился на современном мясокомбинате АПХ «Мираторг», ООО «Брянская мясная компания», расположенном в Выгоничском районе Брянской области вблизи поселка Хмелево.

Мясная продуктивность была оценена по следующим показателям: съёмная живая масса, предубойная масса, масса парной туши, масса внутреннего жира, выход туши, выход внутреннего жира, убойный выход, морфологический состав, масса и процентное отношение отрубов к массе туши; была определена мраморность мяса, а также его жирно- и аминокислотный состав.

В первую очередь были оценены общие послеубойные показатели туш исследуемых бычков; результаты представлены в таблицах 16–18.

Таблица 16

Послеубойные показатели туш в возрасте 12 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Съемная живая масса, кг	364,0±2,2	1,30	351,0±3,3	2,10	372,0±3,5	2,10
Предубойная масса, кг	351,3±2,1	1,30	338,6±3,3	2,10	362,6±3,4 ²	2,10
Масса парной туши, кг	196,5±2,3	2,60	193,5±1,8	2,10	209,1±2,0 ²	2,10
Масса внутреннего жира, кг	6,8±0,1	1,40	7,7±0,1	2,60	7,3±0,0	1,40
Выход туши, %	56,0±0,5	2,00	57,1±0,3	1,20	57,7±0,1 ¹	0,40
Выход внутреннего жира, %	1,93±0,02	2,60	2,29±0,03	3,20	2,01±0,02 ^{1, 2}	2,10
Убойный выход, %	57,9±0,6	2,30	59,4±0,3	1,30	59,7±0,2 ²	0,70

Из полученных результатов убоя в 12 месяцев (таблица 16) можно сделать вывод, что средняя съемная живая масса бычков III группы имела превосходство над данным показателем I и II групп на 8,0 кг (2,15%) и 21,0 кг (5,65%) соответственно.

Наибольшая предубойная массы была достигнута бычками III группы и составила 362,6 кг, что на 11,3 кг (3,12%) выше, чем у бычков I группы, и на 24,0 кг (6,61%) выше, чем у бычков II группы; при этом различия с группой II статистически достоверны ($P < 0,95$). Масса парной туши у помесных бычков III группы достигала 209,1 кг; это максимальное значение показателя среди всех исследуемых групп: выше, чем у бычков I группы, на 12,6 кг (6,02%), и выше, чем у бычков II группы, на 15,6 кг (7,56%).

Бычки породы вагю характеризуются выраженной способностью к накоплению жира [Совершенствование мясной продуктивности

калмыцкой и красностепной пород ... , 2020]. Данная породная особенность подтверждается и в данном опыте: бычки II группы при убое в 12-месячном возрасте имели наибольшее значение показателя внутреннего жира (7,7 кг), что на 0,9 кг (11,69%) выше, чем у чистопородных абердин-ангусских бычков I группы. Масса внутреннего жира помесных бычков III группы занимала промежуточное положение. Соответствующее значение имел показатель выхода внутреннего жира.

Показатели выхода туши бычков имели незначительные различия: разница между группами не превышала 1,7%. Убойный выход был наибольшим у бычков III группы, однако превосходство незначительно: разница составила 0,3 и 1,8% с бычками II и I групп соответственно. Таким образом, при убое в 12 месяцев помесные бычки III группы продемонстрировали лидерство по весовым характеристикам туши и предубойной массе, в то время как животные породы вагю (II группа) ожидаемо превосходили сверстников по интенсивности накопления внутреннего жира.

Таблица 17

Послеубойные показатели туш в возрасте 15 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Съемная живая масса, кг	481±2,8	1,3	460±2	1,0	501±1,5 ^{1,2}	0,7
Предубойная масса, кг	464±3	1,4	439±1,7	0,9	475±1,4 ^{1,2}	0,7
Масса парной туши, кг	261±3,2	2,8	249±3,6	3,3	271±4,6	3,8
Масса внутреннего жира, кг	5,2±0,3	12,6	5,6±0,3	13,5	5,6±0,2	7,4
Выход туши, %	56±0,5	2,13	57±0,7	2,9	57±0,7	2,9
Выход внутреннего жира, %	2,0±0,1	11,4	2,2±0,1	13,4	2,1±0,1	4,6
Убойный выход, %	57±0,6	2,2	58±0,8	2,9	58±0,9	3,3

В 15-месячном возрасте убоя животных можно сделать вывод о превосходстве помесных животных над родительскими породами. Данные, приведенные в таблице 17, свидетельствует о выраженном превосходстве помесей III группы: их живая масса (501,0 кг) и масса парной туши (271,0 кг) существенно превышали аналогичные показатели исходных родительских форм. Разность показателей между III и I группой и III и II группой составила, соответственно, 20,0 кг (3,99%) и 12 кг (8,18%) ($P < 0,05$).

Предубойная живая масса бычков сохраняют тенденцию, выявленную в таблице 17. Бычки III группы имеют достоверно более высокую живую массу и превосходят сверстников I и II групп на 11,0 кг (2,31%) и 36,0 кг (7,58%) соответственно.

Характерно, что при равной абсолютной массе внутреннего жира у II и III групп (5,6 кг) его максимальный выход был зафиксирован у животных породы вагю, что подтверждает их высокую генетическую склонность к жиросложению.

Убойный выход во всех подопытных группах находился на высоком уровне (57–58%), однако межгрупповые различия по этому параметру были недостоверны.

Послеубойные показатели туш в возрасте 18 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Съемная живая масса, кг	603±1,6	0,8	574±1,3	0,74	631±2 ^{1,2}	1,0
Предубойная масса, кг	588±1,8	0,88	560±1,4	0,77	615±2,2 ^{1,2}	1,1
Масса парной туши, кг	344±2,9	2,6	345±0,9	0,8	394±1,4 ^{1,2}	1,1
Масса внутреннего жира, кг	7,1±0,2	10,2	9,6±0,3	13	8,8±0,4 ¹	9,3
Выход туши, %	56,5±0,5	2,5	58,8±0,3	1,5	61,8±0,2 ¹	0,9
Выход внутреннего жира, %	2,1±0,1	9	2,8±0,1	9,5	2,3±0,1	11,5
Убойный выход, %	58,6±0,5	2,6	61,6±0,2	1,1	64,1±0,1 ¹	0,6

Доминирование помесных бычков III группы сохраняется и при убое в 18 месяцев (таблица 18). В результате анализа убойных показателей бычков было выявлено достоверное лидерство животных III группы по большинству исследуемых показателей ($P < 0,05$). Съемная живая масса бычков данной группы превышала аналогичные показатели сверстников из I и II групп на 28,0 кг (4,43%) и 57 кг (9,03%) соответственно. В сравнении с родительскими формами помесный молодняк превосходил бычков I группы по предубойной массе на 27,0 кг (4,6%), а животных II группы — на 55,0 кг (9,8%). Масса парной туши в III группе составила 394,0 кг, что обеспечило преимущество над сверстниками из I и II групп на уровне 14,5% и 14,2% соответственно.

Масса внутреннего жира бычков II группы, как и в предшествующих опытах, была выше благодаря породным особенностям вагю: данный показатель превышал массу внутреннего жира туш бычков I и III групп на 2,5 кг (26,04%) и 0,8 кг (8,33%) соответственно. Аналогичная тенденция прослеживается по показателю выхода внутреннего жира: бычки II группы

превосходят сверстников на 0,7 и 0,5 абс.% соответственно, при этом помесные животные занимают промежуточное положение.

Лидирующее положение по выходу туши и убойному выходу заняли бычки III группы, которые опережали представителей I и II группы на 5,3 абс.% и 3,0 абс.% по выходу туши и на 5,5 абс.% и 2,5 абс.% по убойному выходу соответственно.

Проведенный анализ данных контрольного убоя в различные возрастные периоды подтверждает преимущество помесных бычков III группы по ключевым показателям мясной продуктивности. В течение всего периода мониторинга они демонстрировали наиболее высокие показатели живой массы и убойного выхода, достоверно ($P < 0,05$) опережая представителей I и II исследуемых групп.

3.3.2. Морфологический состав полутуш опытных бычков

Для более точной оценки мясной продуктивности был проведен морфологический анализ туш исследуемых животных. После 24-часового охлаждения совершена обвалка и жиловка полутуш, а также определены морфологический состав туши и соотношение мышечной, жировой, костной и соединительной тканей. Результаты представлены в таблицах 19–21.

Морфологический состав полутуш при убое в возрасте 12 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса охлажденной полутуши, кг	98,2±1,1	2,5	96,7±1,1	2,6	104,3±1,1 ²	2,3
Масса мякотной части, кг	73,8±0,8	2,4	73,5±0,8	2,5	79,6±0,7	2,1
Масса костной части и хрящей, кг	20,7±0,4	4,4	20,2±0,3	3,5	21,5±0,2	2,3
Масса сухожилий, кг	3,3±0,1	4,1	3,1±0,1	4,5	3,3±0,1	3,9
Индекс мясности	3,0±0,01	2,4	3,2±0,01	2,9	3,2±0,01	2,3

По результатам, полученным при обвалке и жиловке туш бычков в возрасте 12 месяцев, можно сделать вывод, что по массе охлажденной полутуши достоверное преимущество ($P < 0,95$) наблюдалось у III группы (104,3 кг), что значительно превышает показатели I группы (на 6,1 кг, или 5,8%) и II группы (на 7,6 кг, или 7,3%). Такая же динамика сохранилась для массы мякотной части, где наибольший результат также был зафиксирован у полутуш, полученных от бычков III группы: 79,6 кг. Разница количественных показателей по данному признаку с полутушами I и II групп составила 5,8 кг (7,3%) и 6,1 кг (7,6%) соответственно.

Масса костной ткани и хрящей в тушах бычков мясных пород служит показателем развития скелета и напрямую влияет на выход съедобной части продукта. В процессе интенсивного откорма наблюдается постепенное уменьшение удельного веса костей и хрящей по сравнению с опережающим ростом массы мякотной части туши. Среди исследуемого массива полутуш масса костной части и хрящей закономерно была выше в III группе, составив 21,5 кг, что на 0,8 кг (3,72) выше, чем в I группе,

и на 1,3 кг (6,04%) выше, чем во II группе. По значению показателя массы сухожилий значительной разницы между группами не обнаружено.

Индекс мясности является ключевым морфологическим показателем, отражающим отношение массы мякотной части к массе костей в туше и характеризующим общую мясную продуктивность и выход наиболее ценной съедобной части продукта. Чем выше индекс мясности, тем лучше качество туш. Индекс мясности всех исследуемых групп находился в пределах 3,0–3,2 п. и не имел статистических отличий.

Таблица 20

Морфологический состав полутуш при убое в возрасте 15 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса охлажденной полутуши, кг	130,1±1,6	2,7	124,0±1,8	3,3	135,2±2,4 ²	3,9
Масса мякотной части, кг	105,0±1,4	2,8	102,3± 1,4	2,9	112,4±2,2	4,3
Масса костной части и хрящей, кг	21,0±0,5	5,1	18,8±0,5	6,3	19,3±0,6	6,5
Масса сухожилий, кг	3,3±0,1	5,6	3,2±0,1	2,9	3,4±0,1	2,6
Индекс мясности	4,4±0,1	3,8	4,6±0,1	3,9	5,0±0,1	6,4

Результаты морфологического анализа полутуш 15-месячных бычков подтверждают превосходство мясных характеристик полутуш, полученных от помесных бычков III группы. Средняя масса охлажденной полутуши в этой группе составила 135,2 кг, а масса мякотной части — 112,4 кг. Это достоверно ($P < 0,95$) превышало соответствующие показатели I группы (на 5 кг (3,9%) и на 7 кг (6,7%)) и II группы (на 11 кг (9,2%) и на 10 кг (9,8%)).

С возрастом в тушах подопытных бычков доля костной и хрящевой ткани закономерно снижается относительно общей массы и мышечной

массы за счет более интенсивного развития мышечной и жировой ткани [Макаев, 2010]. Наименьшую массу костной и хрящевой ткани имели полутуши, полученные от бычков II группы: 18,8 кг, что 2,2 кг (11,7%) ниже, чем в I группе, и на 0,5 кг (2,66%) ниже, чем в III группе. Полутуши II группы также имели наилучший показатель массы сухожилий — всего 3,2 кг, что на 3,13 и 6,25% ниже, чем в I и III группах.

Наиболее высокий показатель индекса мясности в полутушах при убое в 15-месячном возрасте установлен у III группы: 5,0 п. Это на 0,6 п. (13,6%) больше, чем у I группы, и на 0,4 п. (8,7%) больше, чем у II группы. Такая разница обусловлена более высокой массой мякотной части туши и относительно низкой массой костей и сухожилий в полутушах, полученных от помесных бычков III группы.

Таблица 21

Морфологический состав полутуш при убое в возрасте 18 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса охлажденной полутуши, кг	158,3±1,5	2,1	147,6±1,4	2,1	168,5±1,7 ^{1,2}	2,2
Масса мякотной части, кг	132,5±1,3	2,2	124,1±1,2	2,1	142,8±1,5 ^{1,2}	2,3
Масса костной части и хрящей, кг	24,1±0,4	3,7	21,8±0,3	3,2	23,9±0,4	3,8
Масса сухожилий, кг	1,7±0,05	6,8	1,7±0,05	6,9	1,8±0,06	7,1
Индекс мясности	5,50±0,08	3,3	5,69±0,08	6,4	5,97±0,09 ^{1,2}	3,4

Результаты анализа морфологического состава полутуш 18-месячных подопытных бычков показывают направленную тенденцию превосходства показателей III группы животных. Установлено, что помеси

III группы характеризовались наибольшей массой охлажденной полутуши (168,5 кг), превосходя чистопородных сверстников из I и II групп на 10,2 кг (6,4%) и 20,9 кг (14,2%) соответственно. По массе мякотной части преимущество помесей составило 10,3 кг (7,8%) над абердин-ангусами и 18,7 кг (15,1%) над вагю. Наивысший индекс мясности также отмечен в III группе: 5,97, что на 0,47 (8,5%) выше, чем в I группе, и на 0,28 (4,9%) выше, чем во II группе.

Среднее значение индекса мясности при обвалке и жиловке туш бычков в возрасте 18 месяцев было наивысшим в III группе и составило 5,97, что достоверно превышало значения I и II групп на 0,47 и 0,28 соответственно ($P < 0,95$). Это свидетельствует о высоком качестве полутуш, полученных от бычков данной группы.

Проведенный морфологический анализ туш бычков в возрасте от 12 до 18 месяцев выявил устойчивую и статистически достоверную тенденцию к превосходству полутуш, полученных от исследуемых бычков III группы, над полутушами их чистопородных сверстников по всем ключевым морфологическим показателям. Во все исследуемые возрастные периоды были отмечены достаточно высокие показатели прироста массы охлажденной полутуши (+24,6% в возрасте от 12 до 18 месяцев), а также прироста массы мякотной части на раннем этапе откорма (+41,2% в возрасте от 12 до 15 месяцев). К завершению откормочного периода темпы прироста мякоти сохранили высокий средний уровень (+27,0% в возрасте от 15 до 18 месяцев) среди исследуемых групп.

Кроме морфологической оценки туш было проведено их деление на отруба: спинной, поясничный, тазобедренный, лопаточный, плечевой, грудной, шейный, пашину, зарез, голяшку переднюю, голяшку заднюю (таблицы 22–24).

Масса и выход отрубов туш при убое в возрасте 12 месяцев

Отруб	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Спинной, кг	17,2±0,7	16,8±0,4	18,7±0,8
Спинной, % от туши	8,81±0,19	8,80±0,12	9,09±0,21
Поясничный, кг	14,3±0,6	14,2±0,4	15,5±0,6
Поясничный, % от туши	7,31±0,17	7,42±0,11	7,52±0,18
Тазобедренный, кг	71,0±2,9	70,0±1,7	77,1±3,3
Тазобедренный, % от туши	36,31±0,23	36,60±0,16	37,45±0,27
Лопаточный, кг	36,2±1,5	35,7±0,9	39,3±1,7
Лопаточный, % от туши	18,52±0,22	18,67±0,14	19,07±0,25
Плечевой, кг	9,2±0,4	9,1±0,2	10,0±0,4
Плечевой, % от туши	4,70±0,09	4,75±0,06	4,85±0,10
Грудной, кг	23,8±1,0	23,5±0,6	25,8±1,1
Грудной, % от туши	12,16±0,18	12,28±0,12	12,53±0,20
Шейный, кг	8,7±0,4	8,6±0,2	9,4±0,4
Шейный, % от туши	4,45±0,10	4,48±0,06	4,56±0,11
Пашина, кг	5,1±0,2	5,1±0,1	5,6±0,2
Пашина, % от туши	2,62±0,06	2,65±0,04	2,71±0,06
Зарез, кг	3,5±0,1	3,5±0,1	3,8±0,2
Зарез, % от туши	1,81±0,04	1,82±0,03	1,85±0,05
Голяшка передняя, кг	2,9±0,1	2,9±0,1	3,2±0,1
Голяшка передняя, % от туши	1,50±0,03	1,52±0,02	1,55±0,04
Голяшка задняя, кг	3,2±0,1	3,1±0,1	3,4±0,2
Голяшка задняя, % от туши	1,62±0,04	1,63±0,02	1,66±0,04

Исходя из данных таблицы 22, можно сделать вывод, что наибольшая доля спинного отруба отмечена у бычков III группы (9,09%), что выше, чем в I группе, на 0,28 кг (3,2%), и выше, чем во II группе, на 0,29 кг (3,3%). По удельному весу поясничного отруба преимущество также сохраняется за III группой (7,52%), превышая показатель I группы на 0,21 п.п. (2,9%) и II группы — на 0,10 п.п. (1,3%).

Доля тазобедренного отруба максимальна в III группе и составляет 37,45%, что выше, чем в I группе, на 1,14 п.п. (3,1%), и выше, чем во II группе, на 0,85 п.п. (2,3%). По выходу лопаточного отруба III группа (19,07%) превосходит I группу на 0,55 п.п. (3,0%), а II группу — на 0,40 п.п. (2,1%).

Удельная масса плечевого отруба в III группе составила 4,85%, что выше показателя I группы на 0,15 п.п. (3,2%) и показателя II группы на 0,10 п.п. (2,1%). По доле грудного отруба III группа (12,53%) опережает I группу на 0,37 п.п. (3,0%), а II группу — на 0,25 п.п. (2,0%).

Выход шейного отруба в III группе (4,56%) превышает уровень I группы на 0,11 п.п. (2,5%) и II группы на 0,08 п.п. (1,8%). Доля пашины также максимальна в III группе (2,71%), что выше, чем в I группе, на 0,09 п.п. (3,4%) и выше, чем во II группе, на 0,06 п.п. (2,3%).

По удельному весу технических отрубов III группа сохраняет лидерство: зарез — 1,85% (выше на 0,04 п.п., или на 2,2%), голяшка передняя — 1,55% (выше на 0,05 п.п., или на 3,3%), голяшка задняя — 1,66% (выше на 0,03–0,04 п.п., или на 1,8–2,5%).

Таким образом, анализ относительных показателей выхода отрубов свидетельствует, что бычки III группы характеризуются наиболее высоким удельным весом ценных в пищевом отношении частей туши. Животные I и II групп имели близкие значения процентного выхода отрубов, однако II группа незначительно превосходила I группу по доле наиболее ценных отрубов.

Масса и выход отрубов туш при убое в возрасте 15 месяцев

Отруб	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Спинной, кг	22,8±0,6	23,2±0,7	22,1±0,5
Спинной, % от туши	8,74±0,08	8,56±0,10	8,91±0,06
Поясничный, кг	19,2±0,8	19,9±0,7	19,0±0,6
Поясничный, % от туши	7,35±0,24	7,34±0,22	7,67±0,17
Тазобедренный, кг	95,6±2,3	96,6±2,7	91,5±2,0
Тазобедренный, % от туши	36,59±0,15	35,61±0,18	36,92±0,12
Лопаточный, кг	48,1±1,2	48,0±1,4	46,2±1,0
Лопаточный, % от туши	18,41±0,13	17,70±0,15	18,63±0,10
Плечевой, кг	12,2±0,3	12,2±0,3	11,7±0,3
Плечевой, % от туши	4,66±0,04	4,50±0,05	4,71±0,03
Грудной, кг	31,7±0,8	31,7±0,9	30,4±0,7
Грудной, % от туши	12,14±0,10	11,70±0,12	12,27±0,08
Шейный, кг	11,4±0,3	11,3±0,3	10,9±0,2
Шейный, % от туши	4,37±0,05	4,18±0,06	4,41±0,03
Пашина, кг	6,7±0,2	6,6±0,2	6,4±0,1
Пашина, % от туши	2,58±0,03	2,44±0,03	2,59±0,02
Зарез, кг	4,7±0,1	4,7±0,1	4,5±0,1
Зарез, % от туши	1,79±0,02	1,72±0,02	1,81±0,01
Голяшка передняя, кг	3,9±0,1	3,8±0,1	3,7±0,1
Голяшка передняя, % от туши	1,49±0,01	1,41±0,02	1,50±0,01
Голяшка задняя, кг	4,1±0,1	4,1±0,1	4,0±0,1
Голяшка задняя, % от туши	1,58±0,01	1,52±0,02	1,61±0,01

Анализ структуры туш, полученных при убое в возрасте 15 месяцев, показал, что распределение удельной массы естественно-анатомических отрубов имело определенные различия.

Наибольшая доля спинного отруба отмечена у бычков III группы: 8,91%, что выше, чем в I группе, на 0,17 кг (1,9%) и выше, чем во II группе, на 0,35 кг (4,1%). По удельному весу поясничного отруба преимущество

также сохраняется за III группой (7,67%), превышая показатель I группы на 0,32 кг (4,4%) и II группы на 0,33 кг (4,5%).

Доля тазобедренного отруба максимальна в III группе и составляет 36,92%, что выше, чем в I группе, на 0,33 п.п. (0,9%) и выше, чем во II группе, на 1,31 п.п. (3,7%). По выходу лопаточного отруба III группа (18,63%) превосходит I группу на 0,22 п.п. (1,2%), а II группу — на 0,93 п.п. (5,3%).

Удельная масса плечевого отруба в III группе составила 4,71%, что выше показателя I группы на 0,05 п.п. (1,1%) и показателя II группы на 0,21 п.п. (4,7%). По доле грудного отруба III группа (12,27%) опережает I группу на 0,13 п.п. (1,1%), а II группу — на 0,57 п.п. (4,9%).

Выход шейного отруба в III группе (4,41%) превышает уровень I группы на 0,04 п.п. (0,9%) и уровень II группы на 0,23 п.п. (5,5%). Доля пашины также максимальна в III группе (2,59%), что выше, чем в I группе, на 0,01 п.п. (0,4%) и выше, чем во II группе, на 0,15 п.п. (6,1%).

По удельному весу технических отрубов III группа сохраняет лидерство: рез — 1,81% (выше, чем в I группе, на 0,02 п.п., или на 1,1%, и выше, чем во II группе, на 0,09 п.п., или на 5,2%), голяшка передняя — 1,50% (выше, чем в I группе, на 0,01 п.п., или на 0,7%, и выше, чем во II группе, на 0,09 п.п., или на 6,4%), голяшка задняя — 1,61% (выше, чем в I группе, на 0,03 п.п., или на 1,9%, и выше, чем во II группе, на 0,09 п.п., или на 5,9%).

Таким образом, анализ относительных показателей выхода отрубов свидетельствует, что бычки III группы характеризовались наиболее высоким удельным весом ценных в пищевом отношении частей туши. Животные I группы занимали промежуточное положение, незначительно уступая III группе, но превосходя II группу по большинству показателей. Наименьшие значения процентного выхода основных отрубов отмечены во II группе.

Масса и выход отрубов туш при убое в возрасте 18 месяцев

Отруб	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Спинной, кг	30,1±0,3	29,4±0,4	33,5±0,2
Спинной, % от туши	8,68±0,05	8,50±0,06	8,58±0,04
Поясничный, кг	25,7±0,6	26,1±0,9	29,6±0,6
Поясничный, % от туши	7,41±0,15	7,54±0,19	7,58±0,13
Тазобедренный, кг	128,3±1,6	126,6±1,8	144,6±1,2
Тазобедренный, % от туши	36,98±0,16	36,59±0,18	37,03±0,10
Лопаточный, кг	63,3±0,7	62,4±0,9	71,2±0,6
Лопаточный, % от туши	18,25±0,11	18,04±0,12	18,24±0,07
Плечевой, кг	16,3±0,3	16,2±0,3	18,6±0,2
Плечевой, % от туши	4,70±0,08	4,67±0,08	4,76±0,04
Грудной, кг	41,9±0,6	41,4±0,7	47,4±0,4
Грудной, % от туши	12,09±0,12	11,97±0,13	12,14±0,07
Шейный, кг	15,2±0,3	15,0±0,3	17,3±0,2
Шейный, % от туши	4,38±0,08	4,34±0,08	4,43±0,04
Пашина, кг	9,0±0,1	8,9±0,2	10,2±0,1
Пашина, % от туши	2,60±0,03	2,57±0,03	2,61±0,01
Зарез, кг	6,2±0,1	6,1±0,1	7,1±0,1
Зарез, % от туши	1,79±0,03	1,77±0,03	1,82±0,01
Голяшка передняя, кг	5,2±0,1	5,1±0,1	5,9±0,1
Голяшка передняя, % от туши	1,50±0,02	1,48±0,02	1,51±0,01
Голяшка задняя, кг	5,6±0,1	5,5±0,1	6,3±0,1
Голяшка задняя, % от туши	1,61±0,02	1,59±0,0%	1,62±0,01

При анализе отрубов, полученных при обвалке туш от бычков 18-месячного возраста (таблица 24), установлено, что наибольшая доля спинного отруба отмечена у бычков III группы: 33,5 кг, что выше на 3,4 кг (11,3%), чем в I группе (30,1 кг), и на 4,1 кг (13,9%), чем во II группе (29,4 кг). Масса поясничного отруба в III группе (29,6 кг) превосходила показатели I группы (25,7 кг) и II группы (26,1 кг) на 3,9 кг (15,2%) и 3,5 кг (13,4%) соответственно. По выходу поясничного отруба помеси (7,58%) незначительно опережали обе чистопородные группы.

Доля тазобедренного отруба в III группе составляла 144,6 кг, что достоверно выше, чем в I группе (128,3 кг), на 16,3 кг (12,7%) и выше, чем

во II группе (126,6 кг), на 18,0 кг (14,2%). При этом относительная масса тазобедренного отруба также была максимальной у помесей (37,03%), что на 0,05 п.п. выше, чем у абердин-ангусов, и на 0,44 п.п. выше, чем у вагю.

Удельная масса плечевого отруба в III группе составила 4,76%, что выше показателя I группы на 0,06 п.п. (1,3%) и показателя II группы на 0,09 п.п. (1,9%). По доле грудного отруба III группа (12,14%) опережает I группу на 0,05 п.п. (0,4%), а II группу — на 0,17 п.п. (1,4%).

Выход шейного отруба в III группе (4,43%) превышает уровень I группы на 0,05 п.п. (1,1%) и уровень II группы на 0,09 п.п. (2,1%). Доля пашины также максимальна в III группе (2,61%), что выше, чем в I группе, на 0,01 п.п. (0,4%) и выше, чем во II группе, на 0,04 п.п. (1,6%).

По удельному весу технических отрубов III группа сохраняет лидерство: рез — 1,82% (выше, чем в I группе, на 0,03 п.п., или на 1,7%, и выше, чем во II группе, на 0,05 п.п., или на 2,8%), голяшка передняя — 1,51% (выше, чем в I группе, на 0,01 п.п., или на 0,7%, и выше, чем во II группе, на 0,03 п.п., или на 2,0%), голяшка задняя — 1,62% (выше, чем в I группе, на 0,01 п.п., или на 0,6%, и выше, чем во II группе, на 0,03 п.п., или на 1,9%).

Таким образом, анализ относительных показателей выхода отрубов в 18-месячном возрасте показывает, что бычки III группы характеризуются наиболее высоким удельным весом большинства ценных в пищевом отношении частей туши, особенно поясничного, тазобедренного, плечевого, грудного и шейного отрубов. Животные I группы лидировали только по доле спинного отруба и незначительно превосходили III группу по выходу лопаточного отруба. Наименьшие значения процентного выхода по большинству отрубов отмечены во II группе.

В целом по трем возрастным периодам можно заключить, что III группа бычков отличалась стабильно высокими показателями удельного веса наиболее ценных в пищевом отношении отрубов (поясничного,

тазобедренного, лопаточного, плечевого, грудного) на протяжении всего эксперимента. Группа I к 18-месячному возрасту продемонстрировала наилучший результат по выходу спинного отруба, однако по совокупности показателей уступала III группе. Группа II характеризовалась наименьшими значениями процентного выхода большинства отрубов во все возрастные периоды.

Анализируя результаты убоя в возрасте 12, 15 и 18 месяцев, можно сделать вывод о высоком показателе продуктивности помесных животных III группы на протяжении всех месяцев убоя. Это свидетельствует об интенсивном развитии мышечной ткани. Помеси обладают достоверными и устойчивыми преимуществами над животными родительских пород.

3.3.3. Мраморность мяса исследуемых бычков

На производстве АПХ «Мираторг» для определения степени мраморности используют сканер «VBG». Этот прибор оценивает параметр в соответствии с общепринятыми международными стандартами, которые применяют производители по всему миру. Нельзя не отметить лидерство США в этом вопросе [Богданов, 2025; Богданов, 2024]. Сканер считывает показатели в разрезе между 12-м и 13-м ребрами по отрубам «рибай» (вырезка) и самостоятельно определяет категорию туши, а специальное программное обеспечение присваивает грейд, или, по-другому, категорию мраморности. Для ее определения учитывается не только плотность жировых вкраплений, но и их цвет, а также другие параметры. Количество баллов мраморности варьируется от 0 до 1000. В системе оценки мраморности, принятой в АПХ «Мираторг», в зависимости от уровня

мраморности и возраста животного говядине присваиваются грейды «Селект», «Чойс», «Топ Чойс» и «Прайм».

Так, «Чойс» — от 400 до 699 п., у «Прайм» более 700 п. Некоторые компании также производят стейки «Селект», имеющие менее 399 п. Кроме того, существует и особая категория, прошедшая отбор по дополнительным параметрам. Такие стейки получили название «Сигнече»; их отличает исключительное качество и повышенная мраморность.

Для оценки мраморности мяса у исследуемых бычков также был применен данный сканер (таблица 25).

Таблица 25

Мраморность вырезки исследуемых бычков

Показатель	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Грейд в 12 мес, п.	385,4±37,9	607,4±44,9	476,4±29,5
Грейд в 15 мес, п.	648±31	858±49	804±43
Грейд в 18 мес, п.	770,2±37,9	898,6±33,4	832,4±22,1
<i>Ранг мраморности</i>			
«Чойс»	6	5	5
«Топ Чойс»	3	–	1
«Прайм»	5	7	7
«Сигнече»	1	3	2

При убое в возрасте 12 месяцев лучшие показатели мраморности отмечались у животных II группы. Промежуточное положение занимает III группа, имея средний грейд в 476 п., что ниже II группы. По рангу мраморности все группы (15 гол.) относятся к качественной категории «Чойс».

При убое в возрасте 15 месяцев лучшая мраморность отмечается у животных II группы (вагю): 4 гол. имеют ранг «Прайм» и 1 гол. имеет ранг «Сигнече». Промежуточное положение занимает III группа, где животные имеют средний грейд в 804 п., что ниже грейда II группы на 54 п. (на 6%), однако выше грейда I группы на 156 п. (на 24%). Говядине бычков III группы в одном случае присвоен ранг «Сигнече», в трех случаях ранг «Прайм» и еще в одном случае ранг «Топ Чойс». Вырезка от бычков I группы получила ранг «Чойс» в одном случае, ранг «Топ Чойс» в двух случаях и ранг «Прайм» также в двух случаях.

Наилучшая мраморность мяса при убое в возрасте 18 месяцев отмечается у бычков II группы (вагю): говядина, полученная от них, имеет ранг «Прайм» у трех животных, ранг «Сигнече» у двух животных; ранг «Топ Чойс» не представлен. Средний грейд у группы равен 898,6 п., что выше грейда III и I групп на 66,2 п. (7,9%) и на 128,4 п. (16,7%) соответственно.

Бычки III группы (помесные животные) заняли промежуточное положение, имея средний грейд в группе 832,4 п., что превышает показатель I группы на 62,2 п. (8%).

Полученные результаты классификации свидетельствуют о высоких показателях мраморности бычков II группы — вагю. Их превосходство стало более выражено в возрасте 15 и 18 месяцев, когда бóльшая часть животных получила категорию «Прайм». К 18 месяцам средний грейд группы (898,6 п.) достоверно превышал показатели других групп на 7,9–16,7%.

3.4. Химический состав мяса бычков

Определение химического состава мяса бычков является неотъемлемой частью комплексной оценки мясной продуктивности. Полученные данные о содержании влаги, сухого вещества, белка, жира и золы позволяют не только дать полную характеристику биологической ценности мясного сырья, но и выявить влияние породы на качественные параметры получаемой говядины.

Согласно данным ряда исследователей [Косилов, 2008; Сулоев, 2017; Хамдан Кинан, 2022], качественные характеристики мясной продукции детерминированы объемом и характером распределения жира. В современных условиях жизнедеятельности человека, характеризующихся гиподинамией и интенсификацией интеллектуального труда, акценты в питании сместились с потребления животных жиров в сторону биологически ценных белков. Тем не менее наличие жировых прослоек в туше остается значимым показателем качества при товароведческой оценке. Управление процессами формирования жировой ткани невозможно без учета экзогенных факторов, в частности применяемой системы содержания животных. При этом интегральным методом оценки нутриентного состава и калорийности мясного сырья выступает лабораторный химический анализ, результаты которого представлены в таблице 26.

Таблица 26

Химический состав средней пробы мяса подопытных животных, %

Группа	Вода	Белок	Жир	Зола
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
<i>6 месяцев</i>				
I	74,70±0,87	20,35±0,23	3,97±0,93	0,98±0,01
II	74,41±0,96	19,42±0,26	5,16±0,87	1,05±0,01
III	73,34±0,98	20,38±0,24	4,85±0,92	1,43±0,01
<i>9 месяцев</i>				
I	72,17±0,96	20,80±0,26	6,27±0,81	0,76±0,01
II	70,09±0,89	20,53±0,28	8,64±0,79	0,74±0,01
III	71,23±0,87	20,60±0,30	7,40±0,71	0,77±0,01
<i>12 месяцев</i>				
I	69,19±0,84	20,41±0,32	9,08±0,73	1,32±0,01
II	65,05±0,79	20,34±0,29	13,64±0,79	1,03±0,01
III	67,35±0,81	20,15±0,27	11,29±0,83	1,21±0,01
<i>15 месяцев</i>				
I	66,55±0,75	20,42±0,41	12,35±0,78	0,68±0,01
II	59,39±0,78	19,73±0,38	19,85±0,92	1,03±0,01
III	62,62±0,82	20,53±0,29	17,84±0,85	0,99±0,01
<i>18 месяцев</i>				
I	64,40±0,89	20,16±0,36	16,42±0,84	0,98±0,03
II	52,94±0,71	18,21±0,37	28,91±0,93	0,86±0,02
III	61,35±0,78	19,24±0,32	22,48±0,92	1,07±0,03

Объектами химического анализа послужили средние пробы мякоти полутуш, околопочечного сала и длиннейшей мышцы спины. Содержание влаги в образцах определяли термогравиметрическим методом (высушивание при 102–105°C). Концентрацию белка определяли по Кьельдалю (ГОСТ 25011–81), сырого жира — по Сокслету (ГОСТ 23042–2015), минеральных веществ — методом сухого озоления (ГОСТ 31727–2012).

Анализ возрастных изменений показал стабильный рост содержания жира в мышечной ткани. Если в шесть месяцев этот параметр не превышал 3,97–4,85%, то к 12-месячному возрасту он повысился до 9,08–14,64%. Максимальные значения и наиболее значительный разрыв между

подопытными группами были отмечены в 18 месяцев, когда содержание жира составило 16,42–28,91%.

Содержание жира в мясе постоянно увеличивается с возрастом. Это естественный процесс жиросложения, который наиболее интенсивен на последних этапах откорма. Накопление жировой ткани в организме животных происходит в строго детерминированной последовательности и топографии [Романцева, 2021]. На ранних стадиях откорма у молодняка липиды преимущественно аккумулируются на внутренних органах и в межмышечном пространстве. Далее жир депонируется в подкожной клетчатке, и лишь на заключительном этапе интенсивного роста и развития происходит активное внутримышечное жиросложение. Интрамышечные жировые включения, располагаясь на сухожильной основе между мышечными волокнами и интегрируясь в структуру клеток, формируют эффект мраморности [Отаров, 2023; Синтез и качественные показатели жировой ткани в организме бычков калмыцкой породы разных типов телосложения, 2015]. Эти липидные прослойки обеспечивают разрыхление коллагеновых волокон соединительной ткани, что способствует повышению нежности и сочности мясной продукции

В возрасте до полугода наблюдалось сниженное содержания жира в мышечной ткани бычков, что обусловлено мобилизацией жировых резервов для обеспечения энергетических потребностей растущего организма: терморегуляции, локомоторной активности, дыхания, а также интенсивного роста активной массы и внутренних органов [Лукьянов, 2016]. В последующие возрастные периоды было зафиксировано устойчивое повышение содержания жира в длиннейшей мышце спины. Особенно ярко выражено повышение процентного соотношения жира с 15-месячного возраста, когда начинается осаливание: так, если в полугодовалом возрасте содержание жира у бычков всех исследуемых групп не превышало 5,16%, то к концу откорма оно составило 29,21%

(бычки II группы), что на 12,79 и 6,73 абс.% больше, чем у бычков I и III групп соответственно.

Следует подчеркнуть, что специфическая локализация внутримышечного жира, формирующего эффект мраморности, оказывает существенное влияние на качественные характеристики мяса, значительно повышая его нежность и сочность в процессе кулинарной обработки [Шеховцев, 2022].

Содержание воды обратно пропорционально содержанию жира. Жир — это гидрофобный компонент, соответственно, чем больше жира накапливается в мышечной ткани, тем ниже процентное содержание воды в мясе [Прохоров, 2017]. С возрастом содержание воды в средних пробах мяса всех групп снижается; это связано с тем, что в процессе роста и развития, особенно при интенсивном откорме, вода постепенно замещается жировой тканью. Наибольшее содержание воды к 18-месячному возрасту сохраняется у бычков I группы: 64,4%.

Содержание белка относительно стабильно во все исследуемые возрастные периоды и колеблется от 18,21 до 20,80%. Так, если содержание белка за период опыта снизилось примерно на 1%, то содержание жира в средней пробе 18-месячных бычков увеличилось по сравнению с исходными данными в 9,8–12,0 раза.

Самое высокое содержание белка отмечается в пробах бычков абердин-ангусской породы (I группа) на начальных стадиях откорма. Анализ данных, приведенных в таблице 26, показывает активную тенденцию к превосходству бычков данной группы по исследуемому показателю во все периоды откорма. Это может быть связано с породной особенностью животных: абердин-ангусская порода известна высокой скоростью роста мышечной массы. Возрастное снижение концентрации белка у животных II и III групп является эффектом разбавления (дильюции) из-за чрезвычайно высокого накопления жира.

Содержание в пробах золы (минеральных веществ) остается относительно стабильным и низким в процентном выражении от общей массы мяса и не превышает 1% от общего количества химических компонентов мяса. Минеральные вещества являются структурными компонентами тканей и ферментативных систем, их концентрация в мышечной ткани относительно постоянна и мало зависит от возраста или породы в процентном отношении к общей массе [Лотц, 2010].

Более того, величина этого показателя у полугодовалых бычков снижалась на 0,08–0,18%. Возможно, это связано с тем, что в первые шесть месяцев у бычков жир мобилизуется из депо для обеспечения терморегуляции, локомоции, дыхания, а также для интенсивного роста активных тканей и внутренних органов. В последующие возрастные периоды установлено повышение содержания жира в длиннейшей мышце спины. Так, величина этого показателя у бычков в 12, 15 и 18 месяцев варьировала в пределах 1,68–1,82, 2,17–2,29 и 2,36–2,45% соответственно.

В целом межгрупповые различия по содержанию белка, жира и зольных элементов в длиннейшей мышце спины в течение опытного периода были малозначимы.

3.4.1. Биохимические показатели говядины: аминокислотный и жирнокислотный состав мышечной ткани

Важнейшим показателем питательности мяса является его белковая составляющая, а именно аминокислотный состав. Говядина содержит как незаменимые аминокислоты, которые организм не способен синтезировать самостоятельно и должен получать с пищей, так и заменимые аминокислоты, вырабатываемые в теле животного, но также важные для полноценного функционирования организма. Высокое содержание и сбалансированное соотношение всех этих аминокислот определяет

биологическую ценность мясного белка, делая говядину незаменимым источником протеинов для человека. Для анализа ценности белка каждой из исследуемых пород был проведен анализ аминокислотного и жирнокислотного состава мяса от бычков, убой которых был выполнен в 18-месячном возрасте. Анализ осуществлен в Хмелевской исследовательской лаборатории, расположенной на бойне крупного рогатого скота ООО «Брянская мясная компания».

Для аминокислотного анализа образцы мяса отбирались у бычков трех исследуемых групп. Анализ проводился на длиннейшей мышце спины при помощи капиллярного электрофореза «Капель 105/105М» (Россия). Суть метода заключается в разделении компонентов смеси под действием электрического поля внутри капилляра из кварца. Таким образом при определении биологической ценности рассчитывается аминокислотный скор, представляющий собой отношение количества исследуемой незаменимой аминокислоты в 1 г белка к ее количеству в 1 г эталонного белка. Сравнение проводилось с аминокислотным составом эталонного белка согласно аминокислотной шкале Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) [Protein Quality Evaluation, 2013]. Для исследования бралась измельченная навеска средней пробы мяса в 400 г. Результаты экспериментов были рассчитаны в программе ANOVA с помощью статистического метода. При рассмотрении аминокислотного состава говядины (таблица 27) большинство незаменимых аминокислот имеют наименьшее значение в мясе бычков I группы и наибольшее — в мясе III группы, при этом мясо бычков II группы занимает промежуточное значение. Мясо, полученное от бычков III группы (помесной), превосходит остальные образцы по следующим аминокислотам (рис. 5):

- лизин: выше, чем у I группы (0,79 г), на 45%, чем у II группы (0,32 г), на 14%;

- лейцин: выше, чем у I группы (0,52 г), на 37,7%, чем у II группы (0,15), на 8,6%;

- валин: выше, чем у I группы (0,05 г), на 61%, чем у II группы (0,58 г), на 66,7%;

- изолейцин: выше, чем у I группы (0,84 г), на 106,3%, чем у II группы (0,47 г), на 40,5%;

- фенилаланин: выше, чем у I группы (0,06 г), на 1,25%, чем у II группы (0,27 г), на 5,87%;

- гистидин: выше, чем у I группы (0,74 г), на 81,3%, чем у II группы (0,77 г), на 87,5%.

Метионин необходим для синтеза белков и процессов детоксикации, тогда как триптофан служит предшественником серотонина и является маркером высокоценного мышечного белка.

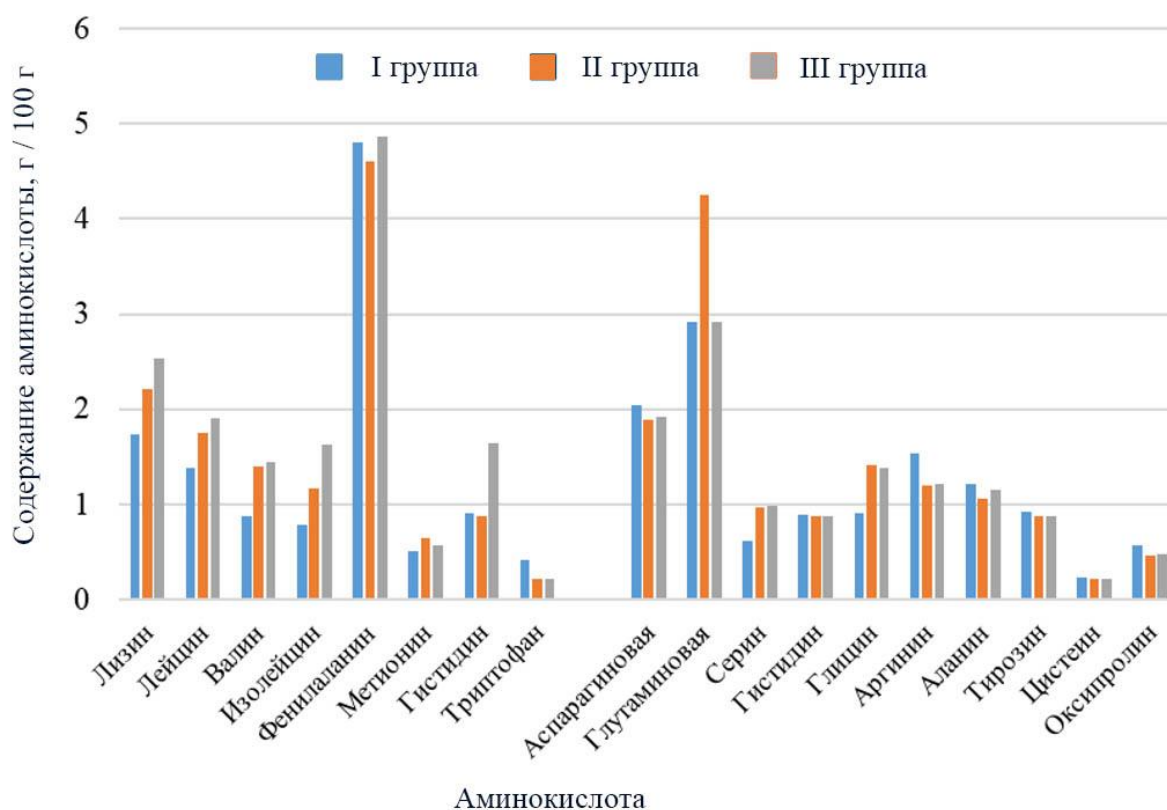


Рис. 5. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот

Количественные показатели аминокислот метионина и триптофана в группах II и I были выше, чем в III группе, на 16,1% (0,09 г / 100 г) и 86,4% (0,19 г / 100 г) соответственно, что говорит о высокой ценности мышечного белка в мясе этих групп.

Таблица 27

Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в мясе бычков

Аминокислота	Содержание, г / 100 г		
	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
<i>Незаменимые аминокислоты</i>			
Лизин	1,74±0,02	2,21± 0,37	2,53 ±0,27
Лейцин	1,38±0,02	1,75±0,04	1,90±0,80
Валин	0,87± 0,01	1,40±1,42	1,45±0,36
Изолейцин	0,79±0,01	1,16±0,56	1,63± 0,44
Фенилаланин	4,81±0,42	4,60±0,78	4,87±0,78
Метионин	0,50±0,09	0,65±0,43	0,56±0,52
Гистидин	0,91±0,03	0,88±0,42	1,65±0,15
Триптофан	0,41±0,02	0,21±0,03	0,22±0,03
<i>Заменимые аминокислоты</i>			
Аспарагиновая	2,04±0,02	1,89±0,03	1,92±0,03
Глутаминовая	2,91±0,01	4,26±0,01	2,92±0,12
Серин	0,61±0,01	0,97±0,02	0,98±0,2
Гистидин	0,89±0,03	0,87±0,05	0,88±0,79
Глицин	0,90±0,01	1,41±0,03	1,38±0,25
Аргинин	1,53±0,02	1,20±0,01	1,21±0,01
Аланин	1,22±0,03	1,06±0,87	1,15±0,9
Тирозин	0,92±0,01	0,87±0,04	0,87±0,04
Цистеин	0,23±0,02	0,21±0,03	0,22±0,15
Оксипролин	0,56± 0,02	0,46± 0,02	0,47± 0,03

Анализ аминокислотного состава говядины по заменимым аминокислотам выявил различия между группами бычков: в частности, мясо бычков I группы характеризовалась повышенным содержанием ряда заменимых аминокислот; в этой группе отмечен самый высокий уровень аспарагиновой кислоты, а также аргинина (более чем 26% содержания), аланина (более 6% содержания), тирозина и цистеина (более 4,5%

содержания), значительное превосходство концентрации глутаминовой кислоты (1,35 г, что на 46,4% выше, чем в других группах), серина (0,37 г, что на 60,7% выше, чем в других группах) и глицина (0,51 г, что на 56,7% выше, чем в других группах). Данное превосходство указывает на высокую питательную ценность говядины, полученной от бычков I группы.

Однако мясо бычков II группы имело бóльшую концентрацию аргинина и аланина (на 27,5 и 15,1% выше, чем в I группе). Говядина, полученная от бычков III группы, имела наиболее низкие, но стабильные результаты по большинству аминокислот. Особо стоит отметить, что показатели мяса бычков II группы также продемонстрировали максимальные значения по глутаминовой кислоте (превышение показателей I группы на 46,4%), серину и глицину, что предполагает его высокую питательную ценность, возможно связанную с оптимизированными процессами роста мышц и синтеза белка. Глутаминовая кислота является фундаментом аминокислотного обмена, ее высокое содержание в мышцах бычков может указывать на интенсивный энергетический обмен и активный рост мышечной массы. Говоря об органолептических свойствах, глутаминовая кислота — главный природный усилитель вкуса: свободная кислота и ее соли отвечают за специфический «мясной» вкус, то есть чем выше содержание глутаминовой кислоты в мясе, тем ярче и насыщеннее будет вкус готового продукта. Превосходство II группы по этому показателю — очень серьезный аргумент в пользу того, что мясо этой группы будет обладать наилучшими вкусовыми качествами.

Для характеристики биологической полноценности белков мяса определялось соотношение триптофана и оксипролина в длиннейшей мышце спины, на основании которого рассчитывался белковый качественный показатель (БКП) (таблица 28). Методологической базой исследования послужили ГОСТ 23041–78 и профильные рекомендации

ВАСХНИЛ по изучению качества мясной продукции. Калорийность мяса находили по формуле В. М. Александрова (1951) (4):

$$X = [C - (Ж + 3)] \cdot 4,1 + 9,3Ж, \quad (4)$$

где X — калорийность 1 кг мяса;

C — сухое вещество (г);

З — количество золы (г);

Ж — жир (г).

Таблица 28

Биологическая ценность мяса бычков в возрасте 18 месяцев

Показатели	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Триптофан, г / 100 г	0,41±0,02	4,87	0,21±0,01	4,76	0,22±0,01	4,54
Оксипролин, мг / 100 г	75,3±0,64	1,15	36,8±0,64	1,36	37,3± 0,57	1,20
БКП	5,44±0,17	1,96	5,71±0,16	1,33	5,89±0,17	3,65
Калорийность, ккал / 100 г	227,3±5,01	2,21	329,6±7,10	3,13	270,9±6,07	2,24

Концентрация триптофана в длиннейшей мышце спины варьировалась в диапазоне 0,21–0,41 г / 100 г. Содержание оксипролина характеризовалось меньшей изменчивостью: межгрупповые различия между I и II группами составили 9,5 мг / 100 г, а между I и III группами — 9,0 мг / 100 г. Дифференциация уровней данных аминокислот закономерно отразилась на значениях белкового качественного показателя (БКП). У интенсивно выращиваемых бычков мясных пород в возрасте 15–18 месяцев БКП обычно находится в диапазоне 5,5–7,0. Поскольку в пробах, полученных от бычков I группы, среднее значение показателя триптофана и оксипролина почти вдвое превышает данный показатель у прочих групп, значение БКП снижается. Тем не менее значение

показателя БКП превышает 5,5 во всех исследуемых группах, что свидетельствует о высокой биологической полноценности полученной говядины. Преимущество бычков III группы объясняется генетически обусловленным низким содержанием соединительнотканых белков по отношению к мышечной массе.

Калорийность говядины является производным показателем ее химического состава и напрямую зависит от соотношения мышечной и жировой ткани в туше. Согласно диетологическим нормам и справочным данным, энергетическая ценность 100 г говядины варьируется от 150–180 ккал для постных отрубов до 250–350 ккал для высокоценного мраморного мяса с интенсивным накоплением внутримышечных липидов. Мясо бычков II группы оказалось наиболее калорийным: калорийность его была на 101,7 ккал / 100 г выше, чем у мяса бычков I группы, и на 58,7 ккал / 100 г выше, чем у мяса бычков группы III.

Жир обуславливает высокую калорийность мяса. Содержание жира между мышечной тканью придает мясу нежность. Чем больше в жире олеиновой кислоты, тем он мягче и тем ниже его точка плавления, а при увеличении содержания стеариновой кислоты жир становится тверже и его точка плавления повышается. Проведен анализ жирнокислотного состава курдюка и подкожного жира по следующим показателям: олеиновая, стеариновая, линоленовая, пальмитиновая, арахидоновая, линолевая и другие кислоты [Макарова, 2022]. Жирнокислотный состав определялся методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл-4000 Люкс» (Россия).

Среди насыщенных жирных кислот наибольший удельный вес во всех группах занимали пальмитиновая (C16:0) и стеариновая (C18:0) кислоты (таблица 29). Содержание пальмитиновой кислоты, являющейся основным источником энергии, было максимальным во II группе (24,80%),

что выше показателя I группы (24,18%) на 0,62 г, или на 2,6%, и выше показателя III группы (23,58%) на 1,22 г (на 5,2%).

По концентрации стеариновой кислоты, играющей важную роль в структуре клеточных мембран, I и II группы находились практически на одном уровне (16,04 и 16,05%), существенно превосходя помесей III группы (14,61%). Превосходство чистопородных животных над помесями по данному показателю составило 1,43–1,44 г, или 9,8–9,9%.

Содержание пентадекановой кислоты (C15:0) оказалось наибольшим в III группе (0,35%), что выше показателей I и II групп на 0,09 г (34,6%) и 0,23 г (191,7%) соответственно. По концентрации маргариновой кислоты (C17:0) II группа была на первом месте (0,80%), достоверно превосходя III и I группы на 0,25 г (45,5%) и 0,30 г (60,0%) соответственно. Содержание миристиновой кислоты (C14:0) максимально в I группе (3,51%) и превышает показатели II и III групп на 0,15 г (4,5%) и 0,59 г (20,2%) соответственно (рис. 6).

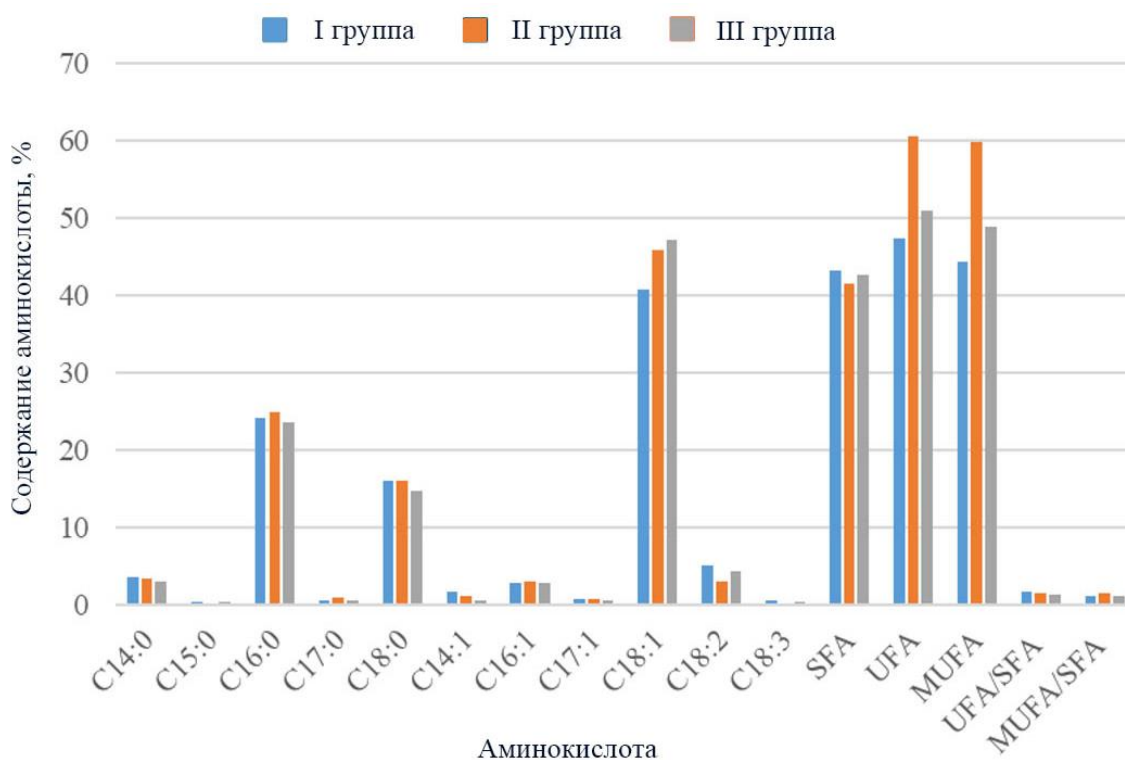


Рис. 6. Содержание насыщенных и ненасыщенных аминокислот

В группе мононенасыщенных жирных кислот ключевое значение имеет олеиновая кислота (C18:1), определяющая нежность мяса, его вкусовые характеристики и устойчивость липидов к окислению. Максимальное содержание олеиновой кислоты зафиксировано в III группе, где оно достигло 47,24%, что выше показателя II группы (45,91%) на 1,33 г (2,9%), а преимущество над показателями I группы (40,82%) составило 6,42 г, или 15,7%. При этом II группа также существенно превосходила I группу (на 5,09 г, или на 12,5%).

По содержанию пальмитолеиновой кислоты (C16:1) незначительное преимущество имела II группа (2,96%), опережавшая III и I группы на 0,11 г (3,9%) и 0,17 г (6,1%) соответственно. Концентрация миристолеиновой кислоты (C14:1) была максимальной в I группе (1,61%), что выше показателей II и III групп на 0,63 г (64,3%) и 1,10 г (215,7%) соответственно. Содержание гептадеценовой кислоты (C17:1) также оказалось наибольшим в I группе (0,70%), превосходя показатели II и III групп на 0,05 г (7,7%) и 0,17 г (32,1%) соответственно.

Наибольшее содержание линолевой кислоты (C18:2) отмечено в I группе (5,03%), где данный показатель выше показателей III и II групп на 0,74 г (17,2%) и 2,16 г (75,3%) соответственно. Концентрация линоленовой кислоты (C18:3), предшественника омега-3-жирных кислот, также была максимальной в I группе (0,58%), существенно превосходя показатели III и II групп на 0,27 г (87,1%) и 0,46 г (383,3%) соответственно.

Сумма насыщенных жирных кислот (SFA) оказалась наибольшей в I группе (43,24%), что выше показателей III и II групп на 0,57 г (1,3%) и 1,74 г (4,2%) соответственно. Сумма ненасыщенных жирных кислот (UFA) достигла максимума во II группе (60,50%), существенно превосходя показатели III и I групп: на 9,61 г (18,9%) и 13,15 г (27,8%). Аналогичная тенденция отмечена по сумме мононенасыщенных жирных кислот

(MUFA): II группа (59,80%) опережала III и I группы на 10,93 г (22,4%) и 15,45 г (34,8%) соответственно.

Таблица 29

**Содержание основных жирных кислот и соотношение MUFA/SFA
в мясе бычков в возрасте 18 месяцев**

Жирные кислоты	Содержание, %		
	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
<i>Насыщенные жирные кислоты (НЖК)</i>			
C14:0 (миристиновая)	3,51±0,14	3,36±0,34	2,92±0,14
C15:0 (пентадекановая)	0,26±0,02	0,12±0,10	0,35±0,12
C16:0 (пальмитиновая)	24,18±0,57	24,80±0,29	23,58±0,44
C17:0 (маргариновая)	0,50±0,03	0,80±0,21	0,55±0,04
C18:0 (стеариновая)	16,04±1,52	16,05±1,82	14,61±2,73
<i>Ненасыщенные жирные кислоты (НЕЖК)</i>			
C14:1 (миристолеиновая)	1,61±0,20	0,98±0,34	0,51±0,31
C16:1 (пальмитолеиновая)	2,79±0,54	2,96±1,40	2,85±0,53
C17:1 (гептадеценовая)	0,70±0,23	0,65±0,33	0,53±0,12
C18:1 (олеиновая)	40,82±1,14	45,91±1,99	47,24±1,32
C18:2 (линолевая)	5,03±0,13	2,87±0,45	4,29±0,11
C18:3 (линоленовая)	0,58±0,02	0,12±0,07	0,31±0,02
SFA ¹⁾	43,24±1,87	41,50±0,42	42,67±2,63
UFA ²⁾	47,35±1,59	60,50±0,42	50,89±1,74
MUFA ³⁾	44,35±1,57	59,80±0,42	48,87±0,13
UFA/SFA	1,07±0,07	1,48±0,03	1,20±0,09
MUFA/SFA	1,03±0,07	1,40±0,02	1,10±0,06

¹⁾ Насыщенные жирные кислоты.

²⁾ Ненасыщенные жирные кислоты.

³⁾ Мононенасыщенные жирные кислоты.

Наиболее оптимальное для мясной продукции сбалансированное соотношение мононенасыщенных жирных кислот, ненасыщенных жирных кислот и насыщенных жирных кислот отмечается у II группы.

3.4.2. Исследование прочих биохимических показателей

ГОВЯДИНЫ

Для проведения всесторонней оценки качества мяса, помимо основного химического состава, необходимо исследовать его биохимические характеристики, отражающие как питательную ценность, так и технологическую пригодность.

Определение витаминного состава говядины позволит оценить ее пищевую ценность и вклад в обеспечение организма человека необходимыми витаминами. Витаминный состав мяса определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии для жирорастворимых витаминов (ГОСТ 32307–2013) и водорастворимых витаминов (ГОСТ Р 55482–2013).

Говядина, являясь источником биологически ценных макро- и микроэлементов, играет важную роль в формировании рациона здорового питания. Исследования показали, что цинк, необходимый для синтеза более 80 ферментов и гормонов, а также для мышечной функции, и марганец, участвующий в метаболизме углеводов и жиров и содействующий усвоению ряда нутриентов, присутствуют в мясе подопытных бычков (таблица 30).

Анализ минерального состава мясной продукции был проведен с определением концентрации макроэлементов (К, Са, Mg, Na, P) и некоторых микроэлементов, согласно установленным стандартам [Нарожных, 2015].

**Витаминно-минеральный состав проб мяса бычков
в 18-месячном возрасте**

Показатель	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
<i>Витамины, мг / 100 г</i>			
Е	0,54±0,01	0,92±0,02	0,64±0,01
В ₁	0,064±0,01	0,066±0,01	0,061±0,01
В ₂	0,10±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01
В ₃	3,72±0,37	3,77±0,32	3,78±0,12
В ₅	0,55±0,01	0,58±0,02	0,59±0,02
В ₆	0,22±0,01	0,24±0,05	0,26±0,05
<i>Макро- и микроэлементы, мг / 100 г</i>			
Медь	1,7±0,02	1,8±0,02	1,7±0,02
Цинк	35,7±0,02	36,1±0,01	35,8±0,02
Железо	23,9±0,02	24,5±0,02	24,4±0,02
Кальций	94,9±0,02	95,2±0,02	95,9±0,02
Магний	192,8±0,01	192,5±0,02	193,0±0,02
Фосфор	172,3±0,03	173,2±0,02	174,4±0,02
Натрий	503,7±4,65	536,2±6,73	520,6±6,22
Калий	3208,5±6,48	3303,5±4,02	3168,7±11,4
Са : Р	1 : 1,82	1 : 1,83	1 : 1,82
Са : Mg	1 : 2,0	1 : 2,0	1 : 2,0

Данные проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что витаминный состав говядины, полученной от бычков II исследуемой группы, был несколько более богатым, чем у мяса животных прочих групп (рис. 7).

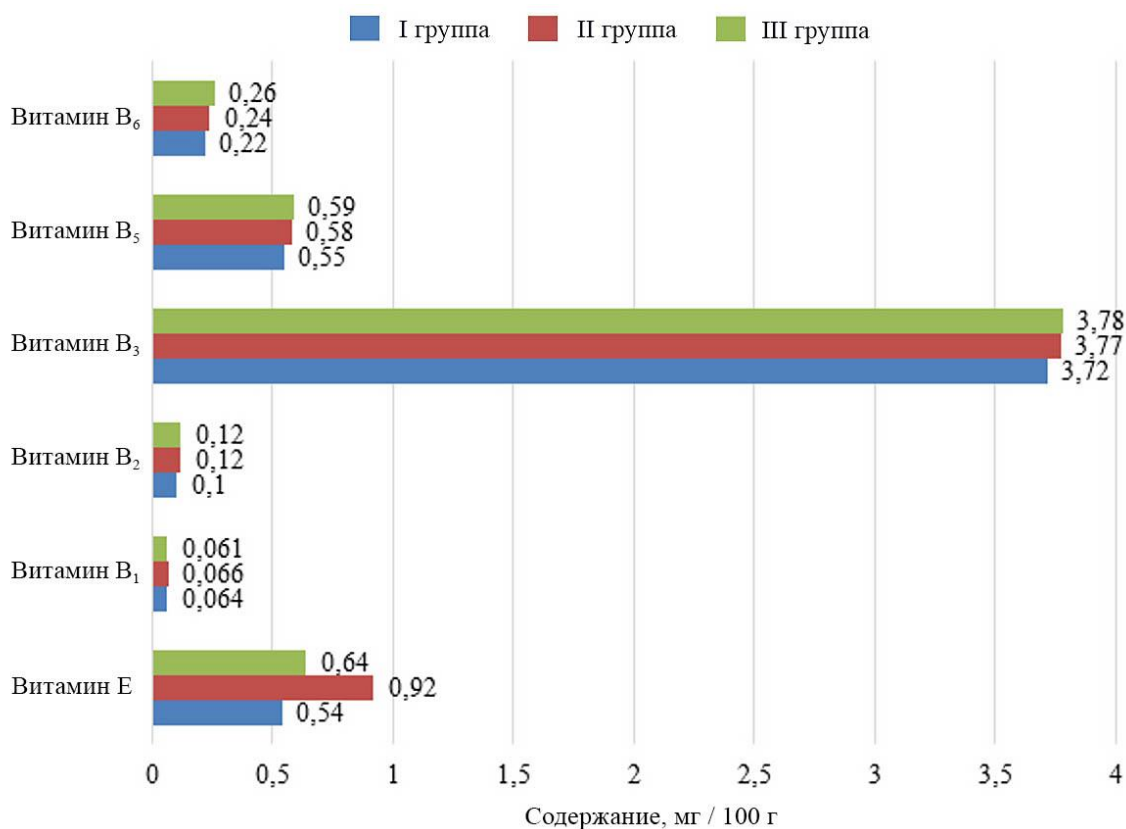


Рис. 7. Витаминный состав средних проб говядины бычков, мг / 100 г

Витамин E является жирорастворимым витамином. Он накапливается в жировой ткани. Мясо пород с выраженной мраморностью и высоким содержанием внутримышечного жира будет, естественно, содержать больше витамина E. Витамин E в мясе действует как антиоксидант, замедляя окисление жиров, что способствует увеличению срока хранения [Изучение полноценности белков в разных типах мышц говядины, 2013]. Бычки II группы значительно превосходят прочие группы по содержанию витамина E (0,92 мг / 100 г), что почти в 1,7 раза больше, чем показатель у животных I группы, и в 1,4 раза больше, чем значение показателя у бычков III группы.

Витамины группы B участвуют в энергетическом обмене. Мясо животных, которые более эффективно накапливают мышечную массу и энергию, как правило, имеет более высокие концентрации этих

витаминов. При этом витамины В₁, В₂, В₆ активно участвуют в метаболизме углеводов и белков. В отличие от большинства других витаминов группы В, наибольшее содержание витамина В₁ выявлено у бычков II группы: 0,066 мг / 100 г. Различия по данному показателю между группами незначительны. Содержание витамина В₃ также несущественно выше в мясе бычков I группы. Несмотря на то что это самый количественно выделяющийся витамин, различия в его концентрации между группами крайне малы (разница составила 0,06 мг / 100 г между группой I и группой III).

Таким образом, мясо бычков II группа в целом показывает более высокие показатели содержания как жирорастворимого витамина Е, так и водорастворимых витаминов группы В. Это связано с их генетическими особенностями (высокая склонность к жиросложению и эффективный метаболизм), а также, вероятно, со спецификой их кормления и содержания, направленных на достижение максимальной мраморности и высокого качества мяса.

Анализ минерального состава мяса бычков в исследуемых группах позволяет сделать вывод о более богатом содержании микроэлементов в пробах, полученных от бычков II группы: они являются лучшими по среднему содержанию меди (на 5,5% превосходят показатели I и III группы), железа (на 2,44 и 1,63% соответственно), цинка (на 1,10 и 0,83%), натрия (на 6,06 и 2,91%) и калия (на 2,87 и 4,08%).

Оптимальное соотношение между содержанием кальция и фосфора 1 : (1,5–2,0): при этом оба элемента усваиваются лучше. Магний эффективнее усваивается из пищи при соотношении кальция и магния 1 : (2–2,5). Соотношение Са : Р и Са : Мг в пробах мяса всех исследуемых групп не имеет значимых различий и находится в пределах физиологического соотношения.

Одним из наиболее важных физико-химических индикаторов, позволяющих объективно оценить глубину и интенсивность автолитических процессов в мышечной ткани, является величина рН. Данный показатель отражает концентрацию водородных ионов и служит прямым маркером накопления молочной кислоты в результате распада гликогена, что является фундаментом процесса созревания мяса. В таблице 31 представлены показатели изменения этой величины у опытных бычков.

Таблица 31

Значение рН длинной мышцы спины в 18-месячном возрасте

Показатель	Группа		
	I	II	III
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
рН до электростимуляции	6,50±0,05	6,51±0,09	6,47±0,05
рН после электростимуляции	6,29±0,06	6,26±0,04	6,31±0,06
рН через 24 ч (в камере охлаждения)	5,91±0,06	5,72±0,03	5,83±0,06

Показатели рН у бычков всех исследуемых групп находились в пределах нормы (5,5–5,7), что свидетельствует о правильном протекании процессов автолиза, созревания. Отсутствие признаков пороков PSE и DFD подтверждает высокую технологическую пригодность говядины для длительного хранения и промышленной переработки.

Таким образом, биохимический мониторинг подтвердил, что использование бычков специализированных мясных пород и их кроссов позволяет получать говядину с высокими качественными характеристиками, обладающую полноценным витаминно-минеральным профилем и хорошими технологическими свойствами.

4. Характеристика шкур подопытных бычков

Шкура, как ценное сырье, состоит из трех слоев: наружного, среднего и нижнего. Для качественно сделанного изделия в кожевенном деле подбираются шкуры с прочным строением тканей второго слоя (дермы). В зависимости от породы и самой особи качества шкуры могут меняться. Оценка кожевенного сырья идет по показателям его длины, ширины и толщины шкуры. Практически доказано, что товарные качества шкур: масса, площадь, толщина, а также их сортность напрямую зависят от живой массы и упитанности молодняка [Кибкало, 2009; Бадахов, 2011].

Для комплексной оценки качества получаемого кожевенного сырья была произведена оценка шкур при убое в возрасте 12, 15 и 18 месяцев. Результаты оценки приведены в таблицах 32–34.

Таблица 32

Качество кожевенного сырья при убое в возрасте 12 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса шкур, кг	24,8±0,6	5,8	22,4±0,6	5,8	24,8±0,6	5,3
Выход шкур, %	6,82±0,15	4,9	6,56±0,14	4,8	6,66±0,15	5,1
Толщина, мм (о/п/в)	5,8 / 7,6 / 7,1	2,8	5,4 / 7,1 / 6,7	2,8	5,7 / 7,5 / 7,0	2,8
Длина, м	1,77±0,02	3,4	1,64±0,02	3,4	1,84±0,02	3,4
Ширина, м	1,47±0,01	1,9	1,37±0,01	1,9	1,53±0,01	1,9
Площадь шкур, м ²	2,61±0,09	9,5	2,25±0,08	9,5	2,82±0,09	9,5

В возрасте 12 месяцев от животных III и I групп получены шкуры со схожей массой 24,8 кг, что на 2,4 кг (10,7%) выше, чем у II группы. По площади шкур установлено превосходство III группы, чьи показатели на 0,57 м² (25,3%) превышали показатели II группы и на 0,21 м² (8,0%) —

показатели I группы. Полученные характеристики позволили классифицировать шкуры животных всех исследуемых групп как кожевенное сырье, соответствующее требованиям первого сорта.

Таблица 33

Качество кожевенного сырья при убое в возрасте 15 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса шкур, кг	35,4±1,9	11,9	31,0±1,9	13,9	33,6±1,1 ²	7,6
Выход шкур, %	7,63±0,40	11,7	7,07±0,46	14,5	7,07±0,23	7,2
Толщина, мм (о/п/в)	6,5 / 8,5 / 8,0	2,8	6,3 / 8,3 / 7,8	2,8	6,7 / 8,8 / 8,3	2,8
Длина, м	2,16±0,03	3,4	2,05±0,02	3,4	2,22±0,02	3,4
Ширина, м	1,79±0,01	1,9	1,70±0,01	1,9	1,84±0,01	1,9
Площадь шкур, м ²	3,87±0,14	9,5	3,48±0,12	9,5	4,08±0,14	9,5

При анализе кожевенного сырья от бычков 15-месячного возраста удалось установить, что животные I группы обладали наибольшей массой парной шкуры, которая составила 35,4 кг и достоверно ($P < 0,95$) превышала показатели сверстников III группы и II группы на 1,8 кг (5,4%) и 4,4 кг (14,2%) соответственно. По выходу шкуры бычки I группы также имели превосходство, достигавшее 7,63%. По линейным размерам наиболее крупные шкуры были у животных III группы. Их площадь достигала 4,08 м². Однако по толщине кожи значительных достоверных различий между группами не выявлено ($P > 0,95$). Из этого следует, что шкуры исследуемых бычков всех групп соответствуют стандартам кожевенного сырья первого сорта.

Качество кожевенного сырья при убое в возрасте 18 месяцев

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Масса шкур, кг	48,9±0,2	1,2	46,8±0,3	1,8	46,5±0,2	1,3
Выход шкур, %	8,33±0,02	0,7	8,37±0,02	0,8	7,07±0,02	1,0
Толщина, мм (о/п/в)	9,0 / 11,8 / 11,1	2,8	8,6 / 11,2 / 10,5	2,8	8,6 / 11,3 / 10,6	2,8
Длина, м	2,74±0,03	3,4	2,61±0,03	3,4	2,87±0,04	3,4
Ширина, м	2,28±0,01	1,9	2,17±0,01	1,9	2,39±0,01	1,9
Площадь шкур, м ²	6,25±0,21	9,5	5,66±0,19	9,5	6,86±0,23	9,5

При оценке кожевенного сырья от 18-месячных бычков установлено, что преимущество животных I группы по массе и качеству шкур стало комплексным. Они имели наибольшую массу парной шкуры (48,9 кг), что достоверно ($P < 0,95$) превышало показатели других групп. Также выход шкуры и толщина шкуры у I группы оставались стабильно высокими. По площади шкур лидировали бычки III группы (6,86 м²), превосходя показатели II группы на 1,20 м² и I группы на 0,61 м², однако масса шкур бычков III группы ниже массы шкур особей I группы на 5,4 кг. Шкуры всех групп по совокупности признаков были отнесены к тяжелому кожевенному сырью первого сорта.

Таким образом, установлено стабильное превосходство бычков I группы по основным товарным характеристикам шкур на всех этапах откорма. Они последовательно формировали шкуры наибольшей массы с высоким относительным выходом и оптимальной толщиной. Животные III группы уступали по ключевым качественным показателям — выходу и толщине кожи. Бычки II группы занимали промежуточное положение.

Шкуры животных трех групп при убое в возрасте 12, 15 и 18 месяцев были отнесены к тяжелому кожевенному сырью первого сорта в соответствии с ГОСТ 28425–90.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА

Экономическая эффективность выращивания и откорма скота в мясном скотоводстве — один из наиболее актуальных и остро стоящих вопросов в современном сельском хозяйстве [Финансово-экономические аспекты функционирования мясного скотоводства в регионе, 2022; Запорожцева, 2023; Перспективы и ориентиры развития подотрасли мясного скотоводства, 2023].

Экономическая эффективность выращивания и откорма бычков разного происхождения в условиях ООО «Брянская мясная компания» рассчитывалась на основании затрат на производство прироста, себестоимости 1 кг прироста, цены реализации 1 кг мяса. Также были рассчитаны такие показатели, как выручка от реализации, прибыль и рентабельность. Экономические расчеты приведены в таблицах 35–37.

Таблица 35

Экономическая эффективность выращивания и откорма бычков опытных групп в расчете на 1 гол. в возрасте 12 месяцев

Показатели	Группа		
	I	II	III
Масса мякоти, кг	146,7	147	159,2
Цена реализации за 1 кг мякоти, руб.	630	700	700
Общая реализационная цена, руб.	92 988	102 900	111 440
Себестоимость 1 кг мякоти, руб.	748	746	689
Себестоимость массы мякоти, руб.	109 780	117 780	117 780
Прибыль, руб.	–16 792	–14 880	–6 340
Рентабельность, %	–15	–12	–5

Из анализа данных (таблица 35) следует, что группа III превосходит другие группы. Себестоимость 1 кг мякоти в III группе была ниже прочих: относительно I группы на 59 руб./кг (7,9%), относительно II группы

на 57 руб./кг (7,6%). Благодаря этому убыток от реализации в III группе оказался минимальным: меньше, чем в I группе, на 10,5 тыс. руб. с 1 гол., и меньше, чем во II группе, на 8,5 тыс. руб. с 1 гол. Уровень убыточности в III группе составил –5%, что является лучшим показателем по сравнению с –15% в I группе и –12% во II группе.

Таблица 36

**Экономическая эффективность выращивания и откорма бычков
опытных групп в расчете на 1 гол. в возрасте 15 месяцев**

Показатели	Группа		
	I	II	III
Масса мякоти, кг	210	204	224
Цена реализации за 1 кг мякоти, руб.	630	700	700
Общая реализационная цена, руб.	132 300	142 800	156 800
Себестоимость 1 кг мякоти, руб.	522	538	490
Себестоимость массы мякоти, руб.	118 600	126 600	126 600
Прибыль, руб.	13 700	16 200	30 200
Рентабельность, %	12	13	24

В возрасте 15 месяцев лидером по выходу продукции и по прибыли также остается III группа (таблица 36). По массе мякоти (224 кг) она превосходит I группу на 12% и II группу на 11%. Себестоимость 1 кг мякоти у животных III группы была ниже себестоимости мякоти бычков I группы на 32 руб./кг (8%) и мякоти животных II группы на 48 руб./кг (9%). Общая прибыль от реализации с 1 гол. у III группы была на 24,5 тыс. руб. выше, чем у I группы, и на 14 тыс. руб. выше, чем у II группы.

**Экономическая эффективность выращивания и откорма бычков
опытных групп в расчете на 1 гол. в возрасте 18 месяцев**

Показатели	Группа		
	I	II	III
Масса мякоти, кг	265	248	285,6
Цена реализации за 1 кг мякоти, руб.	630	700	700
Общая реализационная цена, руб.	166 950	173 600	199 920
Себестоимость 1 кг мякоти, руб.	514	582	505
Себестоимость массы мякоти, руб.	136 240	144 240	144 240
Прибыль, руб.	30 710	29 360	55 680
Рентабельность, %	26	20	37

Анализ убоя в возрасте 18 месяцев показал, что себестоимость 1 кг мякоти у животных III группы была ниже на 9 руб./кг (1,8%) по сравнению с бычками из I группы и на 77 руб./кг (13,2%) по сравнению со II группой. Общая прибыль от реализации в III группе была выше, чем в I группе, на 24,9 тыс. руб., и выше, чем во II группе, на 26,3 тыс. руб. Уровень рентабельности III группы выше I группы на 11%, а II группы — на 17%, что показывает лучшую экономическую эффективность за весь период выращивания.

При сравнении убоя в 12, 15 и 18 месяцев можно прийти к выводу, что III группа животных во всех исследуемых периодах обеспечивала максимальную рентабельность и прибыль на голову. С увеличением возраста убойных животных экономическая эффективность выращивания возрастает.

Таким образом, откорм до 18 месяцев является экономически целесообразным, поскольку повышает прибыль и рентабельность производства.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведение анализа состояния современного мясного скотоводства крупного рогатого скота в Российской Федерации позволяет выявить ключевые проблемы и обосновать направление работы по получению и оценке помесей абердин-ангус и вагю.

Рост общего производства мяса в России (до 16,9 млн т в 2024 году) сопровождается низкой долей производства говядины. На фоне рекордного общего потребления мяса (83 кг/чел. в 2024 году) доля говядины на рационе россиян снижается, уступая место более дешевому мясу птицы или свинине [Адамская, 2025]. Отсюда следует, что возможный рост объемов производства говядины не сопровождается ростом внутреннего спроса на нее. Одним из путей решения данной проблемы является переориентация на качество и экспорт. Объем импорта говядины (350 тыс. т в 2024 году) почти в девять раз превышает экспорт (41 тыс. т), однако именно на экспорт идет высококачественная мраморная говядина, спрос на которую растет на глобальном рынке (прогноз роста до \$714 млрд к 2033 году) [Straits Research, 2024]. В сложившейся ситуации необходимо создать запрос на породы, которые дадут возможность производить мраморную говядину с высокими потребительскими и экспортными характеристиками. Для решения этой задачи рационально и научно обоснованным подходом является промышленное скрещивание мясных пород, что позволяет совместить адаптационный потенциал и высокую энергетическую ценность. Также это решит проблему экономической эффективности, повышая ее за счет получения более ценного продукта, способного к конкуренции как на внутреннем рынке, так и на внешнем.

Для подтверждения эффективности использования помесных пород были изучены фундаментальные исследования отечественных и зарубежных ученых в области мясного скотоводства и поставлены

опыты по общепринятым методикам зоотехнических, физиологических, биохимических и экономических исследований.

Для опытной части были сформированы три группы бычков-аналогов: абердин-ангус, вагю и их помеси. Наблюдение за бычками и замеры велись от рождения животных до момента убоя (12–18 месяцев). Оценивались динамика живой массы, среднесуточный прирост, абсолютный прирост, промеры статей, индексы, послеубойные показатели (в возрасте 12–18 месяцев), качество кожевенного сырья, морфологический состав полутуши, масса и выход отрубов туш, мраморность вырезки, содержание основных жирных кислот и аминокислот, экономическая эффективность выращивания.

Был проведен анализ изменения показателей живой массы бычков всех трех групп от рождения до 18 месяцев. У помесной группы при рождении была зафиксирована наибольшая масса (25,9 кг), что достоверно ($P < 0,95$) превышало показатели абердинов и вагю на 8,6 и 21% соответственно. Низкий коэффициент вариации (2,6–3,8%) подтверждает однородность поголовья в группах. Возраст от 3 до 12 месяцев является периодом интенсивного роста; в это время помесные бычки сохраняли свое преимущество относительно абердин-ангусов (на 3,1–3,9%) и вагю (на 6,6–7,5%). На заключительном этапе, в возрасте 15 и 18 месяцев, превосходство помесной группы стало наиболее выраженным. К 18 месяцам живая масса помесных бычков составила 631 кг, достоверно превышая показатели группы абердинов на 4,6% и вагю на 9,9%.

Ключевым параметром интенсивного роста является среднесуточный прирост живой массы, отражающий интенсивность роста; этот показатель позволяет рассчитать эффективность использования корма. При анализе полученных данных по этому показателю можно проследить динамику преимущества помесных животных. На всех этапах роста наибольшие значения были у группы помесных животных,

причем особенно сильный отрыв был в период с 12 до 15 месяцев, когда их показатели достоверно ($P < 0,95$) превышали показатели бычков пород абердин-ангус на 114 г и вагю на 222 г.

Абсолютный прирост живой массы наиболее показателен в период с 12 до 15 месяцев при интенсивном откорме бычков. В группе помесных бычков средний абсолютный прирост составил 128,3 кг, достоверно превышая результат бычков абердин-ангусской группы на 10,5 кг (8,9%) и показатели группы вагю на 19,3 кг (17,7%). В период с 15 до 18 месяцев помесные животные продолжали сохранять максимальный прирост в 10,1 кг. Их превосходство над группой вагю составило 14,9 кг (11,6%), над абердин-ангусами — 7,7 кг (6,5%).

Линейные промеры статей тела у помесных бычков в возрасте от 6 до 18 месяцев достоверно ($P < 0,95$) превосходили показатели остальных групп. В 15–18 месяцев разница в высоте холки между помесными бычками и абердин-ангусами достигла 6,2 см (4,6%), между помесными бычками и вагю — 12,8 см (9,9%).

Анализ индексов телосложения к 15-месячному возрасту показал у всех групп снижение высоконогости при одновременном росте сбитости и массивности, что указывает на завершение роста в высоту и переход к наращиванию массы и развитию грудной клетки.

Для определения мясной продуктивности был проведен анализ динамики морфологических показателей полутуш после убоя в возрасте 12–18 месяцев, оценена масса и выход отрубов, мраморность вырезки; также после убоя в возрасте 18 месяцев определен биохимический состав мяса.

При убое в возрасте 12–18 месяцев стабильное превосходство помесей по ключевым параметрам мясной продуктивности сохранялось, являясь прямым следствием лучших ростовых показателей. К 15 месяцам помеси превосходили животных других групп на 3,8–8,8% по массе туши.

К 18 месяцам превосходство помесной группы по массе туши составляло 14,2–14,5%.

Бычки помесной группы достоверно ($P < 0,95$) превосходили сверстников по всем морфологическим показателям. В 12 и 15 месяцев их мякотная часть в сравнении с чистопородными составляла 5,9–7,6%, а к 18 месяцам превышала мякотную часть абердин-ангусов и вагю на 10,3 и 18,7 кг соответственно.

При анализе выхода и массы ценных отрубов наибольший абсолютный выход был зафиксирован у группы помесей. К 18 месяцам по доле спинного (8,50%) и тазобедренного (36,59%) отрубов процентное содержание увеличилось. Однако бычки вагю превзошли остальные группы по выходу поясничного отруба (7,58%).

Мраморность является абсолютным показателем содержания внутримышечного жира в мясе. На всех этапах исследования бычки вагю имели достоверные ($P < 0,95$) наивысшие показатели мраморности. В 18 месяцев их средний грейд (898,6 п.) значительно превышал показатели других групп, и 60% туш (три из пяти) соответствовали высшей категории «Прайм», тем самым подтверждая предрасположенность породы вагю к интенсивному внутримышечному жиросложению. Помесные бычки показали промежуточное значение, так как к 18 месяцам их средний грейд был 823,4 п., что на 8% выше, чем у группы ангусов.

При анализе кожевенного сырья, полученного от исследуемых бычков в возрасте от 12 до 18 месяцев, животные породы абердин-ангус статистически достоверно ($P < 0,95$) превосходили остальных по массе парной шкуры и ее выходу от живой массы. К 18 месяцам это преимущество стало комплексным, распространившись и на показатель толщины. Наибольшей площадью шкуры при проведении всех контрольных убоев обладали помесные животные, хотя по массе они уступали абердин-ангусам.

Биохимический анализ аминокислотного состава образцов показал лидерство группы помесных бычков по содержанию незаменимых кислот: лизина (2,53 г / 100 г), лейцина (1,90 г / 100 г), валина (1,45 г / 100 г), изолейцина (1,63 г / 100 г). По данным показателям группа помесных бычков превосходила группу абердин-ангусов на 30%. Это прямое доказательство повышенной белковой ценности мяса помесных животных. В группе абердинов выявлены наибольшие значения по триптофану (0,41 г / 100 г) и высокие показатели фенилаланина (4,81 г / 100 г) и метионина (0,50 г / 100 г).

Что касается заменимых аминокислот, то в мясе бычков вагю глутаминовая кислота, отвечающая за вкусовые качества, достигла максимума — 4,26 г / 100 г, что на 46% выше, чем у абердинов и у помесных животных. Это коррелирует с высокой мраморностью мяса вагю и объясняет его вкусовые характеристики. Помесные бычки лидировали по содержанию глицина (1,38 г / 100 г) и серина (0,98 г / 100 г), что может влиять на нежность и сочность мяса. Группа абердин-ангусов превосходила другие группы по содержанию аспарагиновой кислоты, аланина, аргинина и тирозина, что также вносит вклад в формирование мясного вкуса.

Во всех группах ненасыщенные жирные кислоты (UFA) преобладали над насыщенными (SFA), что является положительным признаком с точки зрения диетологии. Однако соотношение UFA/SFA существенно варьировало между группами: оно было максимальным у вагю (1,48), минимальным у абердин-ангусов (1,07), тогда как помеси заняли промежуточное положение (1,20).

Суммарное содержание SFA было наибольшим в группе абердинов (43,24%) и наименьшим в группе вагю (41,50%). Среди отдельных кислот пальмитиновая кислота (C16:0) — основной насыщенный компонент — доминировала в группе вагю (24,80%). Стеариновая кислота (C18:0)

во всех группах находилась на близком уровне (14,61–16,05%), однако у помесей отмечена тенденция к снижению ее количества (14,61%), что может быть положительным моментом, так как стеариновая кислота в меньшей степени повышает уровень холестерина по сравнению с пальмитиновой. Содержание миристиновой кислоты (C14:0) было минимальным у помесей (2,92%, что на 17% ниже, чем у абердинов).

Сумма MUFA достигла максимума у вагю (59,80%), что на 35% выше, чем у ангусов, и на 22% выше, чем у помесей. Это обусловлено исключительно высоким содержанием олеиновой кислоты (C18:1) у вагю (45,91%) и у помесей (47,24%). Линолевая кислота (C18:2), относящаяся к числу незаменимых жирных кислот, была максимальной у ангусов (5,03%) и минимальной в группе вагю (2,87%). Помеси заняли промежуточное положение (4,29%).

Полученные данные подтверждают эффективность использования помесей ангус-вагю для получения мяса с оптимальным балансом биологической ценности и потребительских качеств, а также указывают на перспективность дифференцированного использования генотипов.

Анализ трех возрастных периодов (12, 15 и 18 месяцев) выявил экономическую нецелесообразность убоя в 12 месяцев (рентабельность от –15 до –5%). Положительная эффективность достигается к 15 месяцам (12–24%) и максимально возрастает к 18-му месяцу (20–37%), что обосновывает целесообразность более длительного откорма. Ключевым фактором была продуктивность помесных животных, так как она стабильно лидировала во все возрастные периоды, обеспечивая максимальную рентабельность и прибыль на голову. С увеличением возраста убойных животных экономическая эффективность выращивания возрастает.

Таким образом, откорм до 18 месяцев является экономически целесообразным, поскольку увеличивает прибыль и повышает рентабельность производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в условиях Центральной России на территории Тульской области была проведена комплексная оценка выращивания бычков пород абердин-ангус, вагю и их помеси.

Полученные результаты исследований указывают на то, что промышленное скрещивание абердин-ангусских коров с быками вагю является высокоэффективным инструментом для получения молодняка, сочетающего высокую скорость роста и отличные качественные показатели мяса. Помесные бычки ангус-вагю превосходят сверстников по мясной продуктивности, в том числе наследуют от вагю повышенную склонность к мраморности.

Подводя итоги, можно отметить, что проведенные исследования могут послужить основой для разработки и внедрения научно обоснованных рекомендаций по производству высококачественной говядины.

ВЫВОДЫ

На основе полученных данных о росте, развитии и мясной продуктивности бычков трех групп можно сделать следующие выводы:

1. Помесные бычки имеют превосходство над чистопородными сверстниками во всех исследуемых периодах, превосходя их по живой массе, среднесуточный приросту и абсолютному приросту. В возрасте 18 месяцев животные всех подопытных групп достигли живой массы, близкой к 600 кг, однако наибольшая средняя живая масса бычков, 631 кг, была зафиксирована в группе помесных животных; этот показатель на 28 кг, или на 4,6%, превысил результаты породы абердин-ангус и на 57 кг, или на 9,9%, превзошел показатель вагю ($P < 0,95$).

2. Помесные бычки превосходят чистопородных бычков по взятым промерам, в то же время индексы телосложения у животных всех трех исследуемых групп не имели отличий. В возрасте от 6 до 18 месяцев животные помесной группы стабильно и достоверно превосходили сверстников из других групп по всем промерам экстерьера. Высота в холке помесных бычков в возрасте 18 месяцев составила 141,7 см, что на 6,2 см (4,6%) больше, чем у бычков породы абердин-ангус, и на 12,8 см (9,9%) больше, чем у бычков вагю ($P < 0,95$). Схожая динамика наблюдалась и по обхвату груди: у помесных животных в возрасте 18 месяцев этот промер был на 10,6 см (4,9%) больше, чем у абердин-ангусов, и на 21,0 см (10,1%) больше, чем у вагю и составлял 228,6 см.

3. Стирсы ангус-вагю имеют лучшую мясную продуктивность по сравнению с бычками абердин-ангусской породы и вагю, о чем свидетельствуют данные проведенных контрольных убоев в возрасте 12, 15, 18 месяцев. При убое в 18 месяцев бычки ангус-вагю превосходили по предубойной массе абердин-ангусов на 27 кг (4,6%), а вагю на 55 кг (9,8%); также они имели преимущество по массе парной туши (394 кг),

превосходя показатели своих сверстников-ангусов на 50 кг (14,5%), а показатели бычков вагю — на 49 кг (14,2%). По выходу туши помесные бычки превосходили ангусов и вагю на 5,3 и 5,5 п.п. соответственно, по убойному выходу — на 3,0 и 2,5 п.п. соответственно.

4. Превосходство по мраморности мяса при убое отмечается у бычков породы вагю: говядина, полученная от них, имеет лучшие ранги, а средний грейд у группы вагю равен 898,6 п., что выше показателей помесных животных и абердин-ангусов на 66,2 п. (7,9 %) и 128,4 п. (16,7%) соответственно; в то же время помесные бычки превосходят абердин-ангусов по этому показателю на 62,2 п. (8%).

5. Кожевенное сырье, полученное от животных всех исследуемых групп, согласно ГОСТу, относится к тяжелому кожевенному сырью первого класса и может использоваться в галантерейной промышленности. Помесные животные обладали большей площадью шкуры и по этому параметру превосходили животных из двух других групп.

6. Анализ возрастных изменений показал стабильный рост содержания жира в мышечной ткани. Если в шесть месяцев этот параметр не превышал 3,97–4,85%, то к 12-месячному возрасту он повысился до 9,08–14,64% у всех групп. Максимальные значения и наиболее значительный разрыв между подопытными группами были отмечены в 18 месяцев, когда содержание жира составило 16,42–28,91%. Особенно ярко выражено повышение процентного соотношения жира с 15-месячного возраста, когда начинается осаливание: так, если в полугодовалом возрасте содержание жира у бычков всех исследуемых групп не превышало 5,16%, то к концу откорма оно составило 29,21% (бычки вагю), что на 12,79 и 6,73 абс.% больше, чем у бычков абердин-ангусов и помесных животных соответственно. Наибольшее содержание воды в мясе к 18-месячному возрасту сохраняется у бычков абердинов: 64,4%. Содержание белка относительно стабильно во все исследуемые возрастные

периоды и колеблется от 18,21 до 20,80%. Самое высокое содержание белка отмечается в пробах бычков абердин-ангусской породы на начальных стадиях откорма. Содержание в пробах золы остается относительно стабильным и не превышает 1% от общего количества химических компонентов мяса. Величина этого показателя у полугодовалых бычков снижалась на 0,08–0,18%.

7. Мясо, полученное от помесных бычков, по аминокислотному составу превосходит мясо пород абердин-ангус и вагю, но по жирнокислотному составу уступает мясу вагю. Наиболее благоприятное соотношение UFA/SFA фиксировалось у вагю (1,48), минимальное — у ангусов (1,07), помеси занимают промежуточное положение (1,20). Содержание олеиновой кислоты (C18:1) максимально у вагю (45,91%) и помесей (47,24%), что коррелирует с высокой мраморностью и нежностью мяса.

8. Мясо бычков вагю значительно превосходит мясо животных других групп по содержанию витамина E: 0,92 мг / 100 г, что почти в 1,7 раза больше, чем показатель абердинов, и в 1,4 раза больше, чем у помесных бычков. Наибольшее содержание витамина B₁ выявлено у бычков вагю: 0,066 мг / 100 г. Содержание витамина B₃ также незначительно выше в мясе бычков породы абердин-ангус. Несмотря на то что это самый количественно выделяющийся витамин, различия в его концентрации между группами крайне малы (разница составила 0,06 мг / 100 г между абердинами и помесями).

9. Анализ минерального состава мяса бычков исследуемых групп позволяет сделать вывод, что пробы, полученные от помесных бычков, по этим показателям занимали среднее положение, несколько уступая вагю, но превосходя абердин-ангусов на 0,27% по концентрации цинка, на 2,01% по содержанию железа, на 1,04% — кальция, на 0,11% — магния, на 1,20% — фосфора и на 3,24% — натрия. Соотношение Ca : P и Ca : Mg

в пробах мяса всех исследуемых групп оптимальное. Показатели рН у бычков всех исследуемых групп находились в пределах нормы (5,5–5,7), что свидетельствует о правильном протекании процессов автолиза; отсутствие признаков пороков PSE и DFD подтверждает высокую технологическую пригодность говядины для длительного хранения и промышленной переработки.

10. При расчете экономической эффективности выращивания помесные животные показали наилучшие результаты при убое в возрасте 12, 15, 18 месяцев. Установлено, что убой в 12 месяцев экономически нецелесообразен ввиду отрицательной рентабельности (от –15% до –5%). Положительного значения рентабельность достигает к 15-месячному возрасту (12–24%) и максимально возрастает к 18 месяцам (20–37%), что подтверждает эффективность более длительного производственного цикла, так при убое в 18 месяцев был достигнут наивысший результат по рентабельности производства: у помесных животных она составила 37%, что превосходило рентабельность бычков абердин-ангус на 11%, а вагю — на 17%.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В целях увеличения производства высококачественной говядины хозяйствам разных форм собственности целесообразно скрещивать коров абердин-ангусской породы с быками породы вагю для получения молодняка первого поколения.

2. Для реализации наследственного потенциала помесных животных рекомендуется применять технологию интенсивного выращивания и откорма до 18-месячного возраста и достижения живой массы более 600,0 кг при затратах кормов от 136 240 до 144 240 руб. за период выращивания на 1 гол., что обеспечит производство рентабельной говядины.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Перспективным направлением является продолжение работ по получению помесей с другими породами и создание породного типа, позволяющего получать говядину высокого качества при меньшем сроке откорма и содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абердин-ангус: старинная порода вновь на пике популярности // Primebeef.ru. — 2023. — URL: https://primebeef.ru/blog/znakomtes_chernyj_angus/ (дата обращения: 14.12.2025).
2. Абердин-ангусская порода в селекции скотоводства Кыргызстана / Р. Т. Муратова, А. Х. Абдурасулов, Т. С. Кубатбеков [и др.] // Вестник Ошского ГУ. — 2020. — № 1/2. — С. 105–110.
3. Адамская, Л. Потребление мяса в России: динамика рынка и трансформация потребительских предпочтений / Л. Адамская // Ведомости. Пресс-релизы. — 2025. — 21 июля. — URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/07/21/potreblenie-myasa-v-rossii-dinamika-rinka-i-transformatsiya-potrebitelskih-predpochtenii (дата обращения: 03.02.2026).
4. Амерханов, Х. А. О развитии мясного скотоводства в России / Х. А. Амерханов // Вестник аграрной науки. — 2011. — № 6. — С. 5–9.
5. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов : учебник / Минобразования РФ ; Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. — Москва : КолосС, 2001. — 570 с. — ISBN 5-10-003612-5. — EDN TARMID.
6. Архипова, Е. А. Инновационные технологии для увеличения эффективности в животноводстве / Е. А. Архипова. — EDN IGHLXG // Молодые ученые: современный взгляд на будущее АПК : сборник X международной научно-практической конференции, р. п. Краснообск, 15 апреля 2025 года. — Новосибирск : Агронаука, 2025. — С. 156–159.
7. Ассоциация «Союзмясомолпром». Производство мяса — 2024. — URL: <https://asomp.ru/news/proizvodstvo-myasa-2024> (дата обращения: 22.11.2024).

8. Бадахов, К. А. Влияние различных технологий содержания выбракованных коров на мясную продуктивность и качество кожевенного сырья : специальность 06.02.10 : дис. ... канд. с.-х. наук / Бадахов Казимир Аскерович. — Черкесск, 2011. — 132 с. — EDN QFDNMP.
9. Богданов, Е. В. Оценка послеубойных качеств пород крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Е. В. Богданов, М. А. Садовникова. — EDN RTITLG // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича, Москва, 3–5 июня 2024 года : сборник статей. — Москва : Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2024. — С. 360–364.
10. Богданов, Е. В. Сравнение мясной продуктивности бычков абердин-ангусской породы с помесью ангус-вагю / Е. В. Богданов, М. А. Садовникова. — EDN FFMMJN // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 160-летию Тимирязевской академии, Москва, 2–4 июня 2025 года : сборник статей. — Москва : Российский государственный аграрный университет, 2025. — С. 205–207.
11. «Брянская мясная компания» // Россия — страна достижений. — Достижения регионов. — 2023. — URL: <https://достижения.рф/achievements/region/660> (дата обращения: 05.05.2025).
12. Брянская область занимает второе место в России по численности поголовья КРС // Мясной эксперт. — 2024. — 2 мая. — URL: <https://meat-expert.ru/news/16169-bryanskaya-oblast-zanimaet-vtoroe-mesto-v-rossii-po-chislennosti-pogolovuua-krs> (дата обращения: 12.12.2025).
13. Бугримов, Е. И. Выращивание и откорм молодняка мясных пород / Е. И. Бугримов, Д. Л. Левантин // Советская зоотехния. — 1941. — № 2. — С. 36–37.

14. Влияние генотипа крупного рогатого скота на химический состав говядины / В. С. Гришин, Е. В. Карпенко, Ю. Д. Гребенникова [и др.]. — EDN LVUKVJ. — DOI 10.31208/2618-7353-2023-23-19-28 // Аграрно-пищевые инновации. — 2023. — № 3 (23). — С. 19–28.
15. Влияние факторов внешней среды на состояние здоровья и продуктивность крупного рогатого скота / В. И. Родин, В. П. Яремчук, П. С. Расторгуева [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. — Серия: Агротомия и животноводство. — 2012. — № 2. — С. 62–73.
16. Генетические маркеры качества мяса у крупного рогатого скота / А. Ф. Шевхужев, А. Ю. Криворучко, Л. Н. Скорых [и др.]. — DOI 10.36508/RSATU.2022.24.19.014 // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2022. — Т. 14, № 4. — С. 97–105.
17. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота : мини-обзор / Н. А. Зиновьева, А. А. Сермягин, А. В. Доцев [и др.]. — DOI 10.15389/agrobiology.2019.4.631rus // Сельскохозяйственная биология. — 2019. — Т. 54, № 4. — С. 631–641.
18. Гиниятуллин, Ш. Ш. Влияние голштинизации на качество и биологическую ценность мяса свехремонтного молодняка / Ш. Ш. Гиниятуллин, Х. Х. Тагиров. — EDN OWDYZL // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. — 2011. — № 2. — С. 11–16.
19. Гиниятуллин, Ш. Ш. Рост, развитие, химический состав и качество мяса бычков черно-пестрой породы и их голштинизированных помесей / Ш. Ш. Гиниятуллин, Х. Х. Тагиров. — EDN NXNFUZ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2011. — № 2 (29). — С. 70–74.

20. Говядина и баранина в рознице могут подорожать во втором полугодии на 12–15% // Forbes Россия. — 2024. — URL: <https://www.forbes.ru/biznes/543777-govadina-i-baranina-v-roznice-mogut-podorozat-vo-vtorom-polugodii-na-12-15> (дата обращения: 18.10.2024).
21. Голубицкий, А. П. Эффективность откорма скота до высокой живой массы / А. П. Голубицкий, Н. В. Козлов // Пути увеличения производства и улучшения качества говядины в республиках Западного региона. — Жодино, 1984. — С. 64–67.
22. Горлов, И. Получаем мраморную говядину / И. Горлов, М. Сложенкина, С. Шлыков. — EDN DLTVNC // Животноводство России. — 2020. — № S2. — С. 57–59.
23. ГОСТ 23042–2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира : дата введения 2016-07-01. — Москва : Стандартиформ, 2016. — 25 с.
24. ГОСТ 25011–81. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка : дата введения 1983-01-01 : измененная редакция, Изм. № 1. — Москва : Стандартиформ, 2010. — 60 с.
25. ГОСТ 31663–2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот : дата введения 2014-01-01. — Москва : Стандартиформ, 2019. — 4 с.
26. ГОСТ 31727–2012. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы : дата введения 2013-07-01. — Москва : Стандартиформ, 2019. — 3 с.
27. ГОСТ 32195–2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот : дата введения 2014-07-01. — Москва : Стандартиформ, 2014. — 2 с.

28. ГОСТ 33980–2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации : дата введения 2017-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2016. — IV, 29 с.
29. ГОСТ 34132–2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава животного белка : дата введения 2019-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2017. — 5 с.
30. ГОСТ 8285–91. Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания : дата введения 1992-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2005. — 3 с.
31. ГОСТ Р 32606–2013. Говядина. Туши и отрубы. Требования при поставках и контроль качества : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14.11.2013. — Москва : Стандартинформ, 2016. — 39 с.
32. ГОСТ Р 51478–99 (ИСО 2917–74). Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (РН) : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.01.2001. — Москва : Стандартинформ, 2010. — 37 с.
33. Гостищев, С. С. Современные методы повышения мраморности мяса крупного рогатого скота / С. С. Гостищев, Т. Ю. Саприкина. — EDN XWAPJC // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2022. — № 25/2. — С. 113–119.
34. Гудыменко, В. В. Биохимический компонент в структурно-функциональном мониторинге мясной продуктивности: бычки симментальской, лимузинской и обракской пород при чистопородном разведении и скрещивании / В. В. Гудыменко, Р. Ф. Капустин. — EDN JQVYSC // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2019. — № 1. — С. 247–251.

35. Гумеров, М. Б. Прижизненная оценка ремонтных бычков мясных пород по продуктивности / М. Б. Гумеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 5 (73). — С. 205–208.
36. Джаныбеков, А. С. Влияние генотипа абердин-ангусского скота на репродуктивные качества / А. С. Джаныбеков, А. Х. Абдурасулов // Аграрный вестник Приморья. — 2022. — № 2 (26). — С. 33–37.
37. Дмитриев, Н. Г. Породы скота по странам мира : справочная книга / Н. Г. Дмитриев. — Ленинград : Колос, Ленингр. отд-ние, 1978. — 351 с.
38. ДНК-анализ полиморфизма генов миостатина, лептина и кальпаина-1 у российской популяции крупного рогатого скота абердин-ангусской породы / Е. Н. Коновалова, М. И. Селионова, Е. А. Гладырь [и др.]. — DOI 10.15389/agrobiology.2023.4.622rus // Сельскохозяйственная биология. — 2023. — Т. 58, № 4. — С. 622–637.
39. Дубовскова, М. П. Герефорды России и новые стимулы развития мясного скотоводства / М. П. Дубовскова // Эффективное животноводство. — 2016. — № 1 (122). — С. 24–26.
40. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве / ФГБНУ ВНИИплем. — 2025. — 261 с. — URL: <https://vniiplm.ru/wp-content/uploads/2025/07/Ежегодник.Мяс.Скот.2025.pdf> (дата обращения: 24.10.2025).
41. Еремичев, Е. В. Молекулярно-генетические основы мясной продуктивности: роль миостатина у специализированных мясных пород скота / Е. В. Еремичев, Е. Н. Коновалова, Е. С. Артемов // Молодежный вектор развития аграрной науки. — 2025. — С. 311–313.
42. Ермошина, Е. В. Особенности роста и развития бычков мясных пород в зависимости от породной принадлежности / Е. В. Ермошина, И. Н. Сычева, С. С. Архипова. — EDN VFMVIC // Управление рисками в АПК. — 2020. — № 3 (37). — С. 6–13.

43. Жирнокислотный состав жира баранчиков и бычков, выращенных в условиях естественных пастбищ Заволжья / И. Ф. Горлов, А. А. Мосолов, Ю. А. Юлдашбаев [и др.]. — EDN XQGZFFZ // Овцы, козы, шерстяное дело. — 2018. — № 2. — С. 38–40.
44. Зарипов, О. Г. Влияние полиморфизмов генов SCD1 (стерил-КоА-дегидрогеназа) и AGPAT6 (1-ацилглицерин-3-фосфат-О-ацилтрансфераза) на содержание и жирнокислотный состав молочного жира у коров голштинизированной черно-пестрой породы / О. Г. Зарипов. — DOI <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.148>// Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — № 11 (137). — С. 148–160.
45. Зеленев, Г. Н. Органолептическая оценка качества говядины мясных телок различных генотипов / Г. Н. Зеленев. — EDN WEZYVX // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 2 (34). — С. 123–126.
46. Изучение полноценности белков в разных типах мышц говядины / Е. В. Климова, Н. Л. Вострикова, А. Б. Лисицын [и др.]. — EDN SENPKJ // Все о мясе. — 2013. — № 2. — С. 34–38.
47. Индекс говядины: цена на декабрь, динамика изменения стоимости // ЕвроКредит.ру. — URL: <https://eurocredit.ru/inflation/products/govjadina/> (дата обращения: 14.12.2025).
48. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2024 год // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. — 2025. — URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/0e2/lipzc4kj90q2g0swbscxubj5mc7e86rz.pdf> (дата обращения: 13.12.2025).
49. Каюмов, Ф. Г. Адаптивные качества и интерьерные различия помесных и чистопородных телок калмыцкой породы в условиях высокогорья Кабардино-Балкарской Республики / Ф. Г. Каюмов, Р. Ф. Третьякова. — DOI 10.37670/2073-0853-2022-94-2-284-288. — EDN

VDTQOQ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2022. — № 2 (94). — С. 284–288.

50. Каюмов, Ф. Г. Продуктивность и селекционно-генетические параметры мясного скота разных генотипов / Ф. Г. Каюмов, Р. Ф. Третьякова. — DOI 10.37670/2073-0853-2020-84-4-220-225 // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2020. — № 4 (84). — С. 220–225.

51. Квочкин, А. Н. О резервах мясного скотоводства / А. Н. Квочкин, В. И. Квочкина // Наука и образование. — 2021. — № 4 (1). — С. 169.

52. Кибиров, А. Я. Организационно-экономические условия развития мясного скотоводства в Российской Федерации / А. Я. Кибиров, Н. В. Литвина // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. — 2017. — № 2 (31). — С. 35–38.

53. Кибкало, Л. И. Использование абердин-ангусских быков в скрещивании с молочным и комбинированным скотом / Л. И. Кибкало, В. В. Бычков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2010. — № 1. — С. 70–71.

54. Кибкало, Л. И. Качество кожевенного сырья крупного рогатого скота / Л. И. Кибкало, Н. И. Жеребилов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2009. — С. 63–67.

55. Ковалева, Г. П. Влияние теплового стресса на воспроизводительную способность молочных коров и способ ее коррекции / Г. П. Ковалева, М. Н. Лапина, Н. В. Сулыга. — DOI 10.25930/2687-1254/007.2.15.2022 // Сельскохозяйственный журнал. — 2022. — № 5. — С. 58–65.

56. Козлова, Т. В. Мясная продуктивность и качество кожевенного сырья абердин-ангусской породы при разных технологиях содержания в условиях Тверской области / Т. В. Козлова, Н. П. Сударев // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2021. — № 2 (35). — С. 57–61.

57. Козырев, И. В. Разработка объективных экспресс-методов оценки качества говядины для ее рационального использования при реализации и переработке : специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств» : автореф. дис. ... канд. тех. наук / Козырев Илья Владимирович. — Москва, 2019. — 21 с. — EDN GTRLTN.
58. Коник, Н. В. Особенности роста абердин-ангусов при разных технологиях содержания / Н. В. Коник, Е. Р. Гостева, Ж. Т. Алагирова // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2022. — № 3 (59). — С. 214–219.
59. Коновалова, Е. Н. Перспективы разведения и совершенствования крупного рогатого скота абердин-ангусской породы в России / Е. Н. Коновалова, О. С. Романенкова, Е. А. Гладырь. — DOI 10.31857/S2500208225010124 // Научный журнал Российской академии наук. — 2025. — № 1. — С. 54–59.
60. Косилов, В. Мясная продукция красного степного молодняка при интенсивном выращивании и откорме / В. Косилов, С. Мироненко, К. Литвинов // Молочное и мясное скотоводство. — 2008. — № 7. — С. 27–28.
61. Костомахин, Н. М. Скотоводство / Н. М. Костомахин. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 432 с.
62. Кузнецов, А. С. Перспективы использования лугопастбищных угодий в периферийных регионах ФРГ для развития скотоводства / А. С. Кузнецов. — EDN HUTINR // Экономика сельского хозяйства : реферативный журнал. — 2004. — № 4. — С. 977.
63. Кузнецова, Р. Р. Значение индивидуального развития животных в скотоводстве / Р. Р. Кузнецова, О. С. Чеченихина // Молодежь и наука. — 2022. — № 9 (22).
64. Ларина, О. В. Анализ мясной продуктивности бычков симментальской породы мясного и комбинированного направления

продуктивности / О. В. Ларина, С. В. Алифанов. — EDN XJNHIP // Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика : сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 14 ноября 2023 года. — Уфа : Вестник науки, 2023. — С. 56–58.

65. Лебедько, Е. Я. Модульная типовая ферма по разведению абердин-ангусского скота в системе производства премиальной «мраморной» говядины / Е. Я. Лебедько. — EDN BBHZWF // Эффективное животноводство. — 2019. — № S5. — С. 62–64.

66. Лебедько, Е. Я. Адаптированная технология ведения специализированного мясного скотоводства в средней полосе России / Е. Я. Лебедько, Р. В. Пилипенко // Научное обозрение. Сельскохозяйственные науки. — 2020. — № 1. — URL: <https://science-agriculture.ru/ru/article/view?Id=64> (дата обращения: 15.10.2024).

67. Лебедько, Е. Я. Использование хозяйственно-биологических и технологических особенностей мясного скота породы вагю при производстве высококачественной говядины / Е. Я. Лебедько // Современные тенденции развития аграрной науки. — 2022. — С. 567–572. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49898375> (дата обращения: 13.10.2025).

68. Легошин, Г. П. Основные направления повышения эффективности мясного скотоводства в России / Г. П. Легошин. — EDN SSZJVN // Достижения науки и техники АПК. — 2014. — № 9. — С. 49–51.

69. Лотц, К. Н. Физиологические особенности постнатальной адаптации телят красной степной породы с разной степенью физиологической зрелости при рождении : специальность 03.03.01 : дис. ... канд. биол. наук / Лотц Константин Николаевич. — Новосибирск, 2010. — 192 с. — EDN QETGGX.

70. Лукина, Д. В. Факторы, влияющие на мясную продуктивность крупного рогатого скота / Д. В. Лукина. — EDN JYQJSL // Непрерывное образование: современные тенденции и перспективы : межвузовский сборник научных трудов, Астрахань, 1 июля 2021 года. — Вып. 1. — Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2021. — С. 57–60.
71. Лукьянов, В. Н. Возрастные особенности гормонального статуса и отложения жира у помесных бычков / В. Н. Лукьянов, И. П. Прохоров. — EDN WELEWB // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2016. — № 7 (141). — С. 98–104.
72. Макаев, Ш. А. Мясная продуктивность и качественные показатели мяса телок различных генотипов / Ш. А. Макаев, М. С. Жамбулов. — EDN MVHPNB // Вестник мясного скотоводства. — 2010. — Т. 2, № 63. — С. 24–35.
73. Макарова, Е. А. Сравнительный анализ химического состава мяса некоторых копытных / Е. А. Макарова, С. И. Назриева, К. В. Есепенок // StudNet. — 2022. — № 6. — С. 5391–5403. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-himicheskogo-sostava-myasa-nekotoryh-kopytnyh/viewer> (дата обращения: 11.12.2024).
74. Мармурова, О. М. Органолептическая оценка мяса говядины / О. М. Мармурова. — EDN GALUOL // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции : материалы VII Международной научно-практической конференции, Воронеж, 17 ноября 2023 года. — Воронеж : Воронежский ГАУ, 2023. — С. 45–51.
75. Миненко, А. В. Анализ динамики развития специализированного мясного скотоводства в Алтайском крае / А. В. Миненко, М. В. Селиверстов // Заметки ученого. — 2021. — № 12/1. — С. 284–287.

76. Минсельхоз России. Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2023 год. — 2024. — 48 с. — URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/d6c/or1azm2rrew9tb292g2dxgflf55pup4h.pdf> (дата обращения: 21.05.2024).
77. Минсельхоз РФ. Государственный доклад о состоянии и развитии сельского хозяйства Российской Федерации в 2022 году. — Москва : Минсельхоз, 2023. — 214 с. — URL: <https://mcx.gov.ru> (дата обращения: 11.06.2024).
78. Муратова, Р. Т. Рост и развитие молодняка крупного рогатого скота разного генетического происхождения / Р. Т. Муратова, А. Х. Абдурасулов. — EDN WNRLID // Достижения и актуальные проблемы генетики, биотехнологии и селекции животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения профессора О. А. Ивановой, Витебск, 3–5 ноября 2021 года. — Витебск : Витебская ГАВМ, 2021. — С. 136–139.
79. Муратова, Р. Т. Показатели исходного стада коров при скрещивании с быками абердин-ангусской породы / Р. Т. Муратова. — EDN CURDCE // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. — 2021. — № 3 (69). — С. 63–67.
80. Муратова, Р. Т. Характеристика исходного стада коров при скрещивании с быками абердин-ангусской породы / Р. Т. Муратова. — EDN SWXWFI // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2021. — № 5 (91). — С. 215–218.
81. Мясная продуктивность и качество говядины, полученной от бычков черно-пестрой породы и ее помесей с абердин-ангусами / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина [и др.]. — DOI 10.31588/2413-4201-1883-4-252-12 // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. — 2022. — Т. 252, № 4. — С. 12–19.

82. Мясная продуктивность и качество мяса бычков при использовании в их рационах селенорганических препаратов «Селенопиран» и «ДАФС-25» / Д. А. Ранделин, Д. В. Николаев, З. Б. Комарова, О. Г. Харитоновна. — EDN NKIENW // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2012. — № 4 (90). — С. 41–45.
83. Нарожных, К. Н. Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири / К. Н. Нарожных, М. В. Стрижкова, Т. В. Коновалова. — EDN TQVIMN // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2/10. — С. 2158–2163.
84. Наумова, В. В. Влияние живой массы телят герефордской породы при рождении на их последующую продуктивность / В. В. Наумова. — DOI 10.18286/1816–4501–2022–1-182–187. — EDN KQPASA // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2022. — № 1(57). — С. 182–187.
85. Немцева, Е. Ю. Использование метода трансплантации эмбрионов в скотоводстве / Е. Ю. Немцева, Е. В. Евдокимов // Вестник Чувашской ГСХА. — 2020. — № 2 (13). — С. 71–76.
86. Никулин, Ю. П. Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» и по специальности 36.05.01 «Ветеринария» / Ю. П. Никулин ; ФГБОУ ВО ПГСХА. — Уссурийск, 2019. — 172 с.
87. Ногаева, В. В. Особенности роста и развития молодняка крупного рогатого скота в зависимости от происхождения / В. В. Ногаева, А. Т. Кокоева. — DOI 10.33920/sel-03-2302-04 // Главный зоотехник. — 2023. — № 2.

88. Носова, А. А. Перспективы использования японских быков «вагю» в мясном скотоводстве / А. А. Носова, О. В. Бузина // Инновационный вектор развития аграрной науки. — 2022. — С. 144–145.
89. О ходе и результатах реализации в 2022 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия : национальный доклад / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. — Москва, 2023. — 120 с. — URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/ef0/rbsqtwsx9le16np8ifivhw317mat1cr5.pdf> (дата обращения: 12.10.2024).
90. Обзор рынка животноводства в России // Группа «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ». — URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/obzor-rynka-zhivotnovodstva-v-rossii/> (дата обращения: 14.12.2025). — Дата публикации: 15.07.2025.
91. Оконешникова, Ю. А. Современная зоотехния и зоотехния в будущем / Ю. А. Оконешникова, В. П. Антипина. — EDN JOLJQC // Научные исследования высшей школы : сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 мая 2021 года. — Пенза : Наука и Просвещение, 2021. — С. 41–43.
92. ООО «Мираторг Финанс». Годовой отчет 2024: бухгалтерская (финансовая) отчетность. — Москва, 2025. — 57 с. — URL: <https://miratorg.ru/investors/> (дата обращения: 12.10.2025).
93. Отаров, А. И. Локализация и качественные показатели жировой ткани бычков в зависимости от технологии выращивания / А. И. Отаров, М. Б. Улимбашев. — DOI 10.15838/alt.2023.6.2.5. — EDN JSZPOE // АгроЗооТехника. — 2023. — Т. 6, № 2.
94. Переработка и использование побочных сырьевых ресурсов мясной промышленности и охрана окружающей среды : справочник. — Москва : ВНИИМП, 2000.

95. Перспективы и ориентиры развития подотрасли мясного скотоводства / И. Г. Кошкина, Л. Я. Климюк, А. Л. Маркова, А. Ю. Гусев. — EDN KHWJIV // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе : материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23 мая 2023 года. — Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, 2023. — С. 364–368.
96. Перспективы развития отрасли скотоводства на современном этапе / С. К. Абуов, Г. К. Аманова, Д. И. Норматов [и др.] // Матрица научного познания. — 2022. — № 6/2. — С. 216–219.
97. Перцева, Е. Мясная ставка: россияне стали есть меньше говядины, почему покупатели заменили ее свининой и курицей / Е. Перцева // Известия : газета. — URL: <https://iz.ru/1479627/evgeniia-pertceva/miasnaia-stavka-rossiiane-stali-est-menshe-goviadiny> (дата обращения: 10.11.2025).
98. Платонов, Г. И. Состояние затрат и исчисления себестоимости продукции животноводства (счет 20) на предприятии / Г. И. Платонов, М. Ю. Пикушина, А. В. Кривова // Поколение будущего: взгляд молодых ученых. — 2021. — С. 202–207.
99. Плотников, В. П. Скотоводство и технология производства молока и говядины / В. П. Плотников, А. В. Попов. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. — 132 с. — EDN XVKITN.
100. Показатели мясной продуктивности абердин-ангус × черно-пестрых быков в зависимости от генотипов по генам тиреоглобулина (TG5), кальпаина (CAPN1) и миостатина (MSTN) / Н. А. Сонич, О. А. Епишко, Л. А. Танана [и др.]. — EDN TCIYRE // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы : сборник научных трудов. — Гродно : Гродненский ГАУ, 2019. — Т. 44. — С. 226–235.
101. Попова, Е. А. Основные направления развития отрасли мясного скотоводства региона / Е. А. Попова // Закономерности развития

региональных агропродовольственных систем. — 2017. — № 1. — С. 95–98.

102. Портной, А. И. Продуктивность телят абердин-ангусской породы в зависимости от страны происхождения маточного поголовья / А. И. Портной, К. А. Липский // Животноводство и ветеринарная медицина. — 2022. — № 1 (44). — С. 3–6.

103. Приступа, В. Н. Формирование мясной продуктивности у телок мясных пород / В. Н. Приступа // Вестник Донского ГАУ. — 2020. — № 1/1 (35). — С. 11–15.

104. Продиндустрия. В России успешно развивается производство мраморной говядины // PROMMEDIA. — 2025. — 27 января. — URL: <https://prodindustry.com/news/the-production-of-marbled-beef-is-successfully-developing-in-russia> (дата обращения: 24.06.2025).

105. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года» / Х. А. Амерханов, С. А. Мирошников, Р. В. Костюк [и др.] // Вестник мясного скотоводства. — 2017. — № 1 (97). — С. 7–12.

106. Прохоров, И. П. Влияние промышленного скрещивания на убойные и мясные качества бычков / И. П. Прохоров, О. А. Калмыкова // Достижения науки и техники АПК. — 2012. — № 4. — С. 73–74.

107. Прохоров, И. П. Интенсивность накопления жира и его локализация в тушах бычков симментальской породы и ее помесей с мясными / И. П. Прохоров, А. Н. Пикуль // Аграрная Россия. — 2020. — № 2. — С. 27–31.

108. Прохоров, И. П. Особенности роста и мясная продуктивность бычков черно-пестрой породы и их помесей с абердин-ангусской и шароле / И. П. Прохоров // Вестник Казанского ГАУ. — 2012. — № 2 (24). — С. 35–37.

109. Прохоров, И. П. Особенности роста и развития скелета туш бычков черно-пестрой породы и ее помесей с абердин-ангусской и шаролеизской / И. П. Прохоров, А. Н. Пикуль. — DOI 10.18551/rjoas.2017-10.44. — EDN CNFWAM // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. — 2017. — № 10 (70). — С. 312–318.
110. Прохоров, И. П. Современные знания о «мраморной» говядине / И. П. Прохоров, Р. В. Наумович, Э. М. Ф. Муланги. — EDN VZJGYT // Наука сегодня: задачи и пути их решения : материалы Международной научно-практической конференции, Вологда, 25 мая 2016 года. — Вологда : Маркер, 2016. — С. 42–43.
111. Рахимова, Е. А. Мясное скотоводство в хозяйствах малых форм в условиях цифровизации / Е. А. Рахимова // Аграрный вестник Урала. — 2023. — № 4 (233). — С. 90–102.
112. Родионов, Г. В. Скотоводство : учебник / Г. В. Родионов, Н. М. Костомахин, Л. П. Табакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 488 с.
113. Романцова, Т. И. Жировая ткань: цвета, депо и функции / Т. И. Романцова. — DOI 10.14341/omet12748. — EDN YDBBNE // Ожирение и метаболизм. — 2021. — Т. 18, № 3. — С. 282–301.
114. Романчиков, С. А. Способ электростимуляции парного мяса для ускорения процесса созревания / С. А. Романчиков. — DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.015 // Ползуновский вестник. — 2018. — № 1. — С. 84–89.
115. Рост и развитие молодняка мясных пород в зависимости от породной принадлежности и сезона рождения / Е. Г. Насамбаев, А. Б. Ахметалиева, А. Е. Нугманова, А. О. Досжанова. — EDN LUEVIT // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2020. — № 2 (82). — С. 206–212.

116. Рузанова, Н. Г. Методы научных исследований в зоотехнии : текст лекций : практическое пособие / Н. Г. Рузанова, Ю. А. Курская, Е. Г. Соколова. — Курск : [б. и.], 2024. — 19 с.
117. Рузанова, Н. Г. Особенности и преимущества мраморной говядины абердин-ангусской породы / Н. Г. Рузанова, В. А. Тарасова. — EDN MBKFVP // Современные цифровые технологии в агропромышленном комплексе : сборник материалов международной научной конференции : в 3 т. — Т. 1. — Смоленск : Смоленская ГСХА, 2020. — С. 167–174.
118. Садиржанова, М. А. Мясное скотоводство Воронежской области / М. А. Садиржанова, Е. С. Артемов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. — 2020. — № 2 (15). — С. 25–30.
119. Салаев, Б. К. Устойчивое развитие АПК региона, зеленые технологии, сохранение биологического разнообразия — базовые векторы экономического развития Республики Калмыкия / Б. К. Салаев. — EDN EDZFUE // Инновационные подходы к развитию устойчивых аграрно-пищевых систем : материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 10 июня 2022 года. — Волгоград : СФЕРА, 2022. — С. 4–8.
120. Сарански, С. Мясное скотоводство в России: дело за генетикой / С. Сарански // Эффективное животноводство. — 2020. — № 1 (158). — С. 44–47.
121. Селекционно-генетические параметры роста, развития и типа телосложения ремонтных телок абердин-ангусской породы и помесей с черно-пестрой породой / С. Д. Батанов, О. С. Старостина, Н. А. Атнабаева. — DOI 10.33943/MMS.2023.68.46.003 // Молочное и мясное скотоводство. — 2023. — № 3. — С. 14–18.
122. Сельское хозяйство в России: тенденции развития, проблемы, сценарии // Группа «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ». — 2025. — URL:

<https://delprof.ru/press-center/open-analytics/selskoe-khozyaystvo-v-rossii-tendantsii-razvitiya-problemy-stsenarii/> (дата обращения: 14.10.2025).

123. Семенов, В. И. Скороспелые английские мясные породы крупного рогатого скота и их роль в мясном скотоводстве / В. И. Семенов. — Москва : Государственное издательство колхозной кооперативной литературы, 1931. — С. 90–116.

124. Сибилев, А. Ю. Технологии производства говядины: оптимизация откорма и повышение качества мяса / А. Ю. Сибилев, А. С. Дегтярь, П. Б. Должанов. — EDN KQVKCF // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, пос. Персиановский, 25 апреля 2025 года. — Персиановский : Донской ГАУ, 2025. — С. 142–145.

125. Синтез и качественные показатели жировой ткани в организме бычков калмыцкой породы разных типов телосложения / И. Ф. Горлов, А. К. Натыров, Б. К. Болаев, М. Е. Спивак. — EDN UMEIBT // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2015. — № 3 (39). — С. 102–105.

126. Совершенствование мясной продуктивности калмыцкой и красностепной пород путем скрещивания с абердин-ангусами черной масти в условиях предгорной и горной зон Кабардино-Балкарской Республики / А. И. Отаров, Ф. Г. Каюмов, Р. Ф. Третьякова, А. К. Натыров. — DOI 10.33284/2658–3135–103–3-127. — EDN RVGIAC // Животноводство и кормопроизводство. — 2020. — Т. 103, № 3. — С. 127–134.

127. Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ : коллективная монография / коллектив авторов ; Российский государственный аграрный университет — МСХА имени

К. А. Тимирязева. — Москва : РГАУ-МСХА, 2022. — 379 с. — ISBN 978-5-9675-1971-0.

128. Современные методы прижизненной оценки мясной продуктивности животных / К. К. Ахажанов, Т. К. Бексеитов, Н. Б. Бурамбаева, Б. Т. Кусанова // Природные ресурсы, среда и общество. — 2019. — С. 46–49.

129. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации / Г. И. Шичкин, Е. Е. Тяпугин, Х. А. Амерханов [и др.] // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации за 2021 г. — 2022. — С. 3–16.

130. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы / И. М. Дунин, С. Е. Тяпугин, Р. К. Мещеров [и др.]. — DOI 10.33943/MMS.2020.40.30.001// Молочное и мясное скотоводство. — 2020. — № 2. — С. 2–7.

131. Сравнительная характеристика систем выращивания молодняка крупного рогатого скота для откорма / А. В. Макаров, В. А. Ханипова, А. С. Федотова [и др.]. — DOI 10.23649/JAE.2023.37.5. — EDN IVVXPO // Journal of Agriculture and Environment. — 2023. — № 9 (37).

132. Статистика мясного скотоводства на 2025 год // Скотоводы России. — URL: <https://skotovody.com/statistika-myasnogo-skotovodstva-2025/> (дата обращения: 14.10.2025).

133. Степанов, В. И. Технология производства говядины / В. И. Степанов, А. Ф. Шевхужев. — Москва : КолосС, 2012. — 391 с.

134. Стрельников, И. А. Периоды развития мясной гастрономической культуры в японском обществе / И. А. Стрельников, В. И. Ратникова, Д. М. Васильев. — DOI 10.15862/34KLSK125. — EDN YZLBMF // Мир науки. Социология, филология, культурология. — 2025. — Т. 16, № 1.

135. Сулоев, А. М. Сравнительная характеристика убойных качеств молодняка крупного рогатого скота / А. М. Сулоев, С. Л. Сафронов,

М. Ф. Смирнова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — 2017. — С. 214–216.

136. Сухомлин, К. Г. Особенности химической терморегуляции / К. Г. Сухомлин // Физиологические механизмы адаптации крупного рогатого скота к термическому фактору : материалы научных трудов. — Краснодар, 1971. — С. 27–53.

137. Сухорукова, Е. Россияне съели в 2022 году рекордное количество мяса, почему растет потребление свинины / Е. Сухорукова // РосБизнесКонсалтинг. — URL: <https://www.rbc.ru/business/14/02/2023/63ea294d9a79471fe72ea2d7> (дата обращения: 16.05.2023).

138. Технологические и генетические аспекты производства высококачественной говядины : по материалам Республики Башкортостан / Т. А. Седых, Л. А. Калашникова, Р. С. Гизатуллин [и др.]. — Уфа : Башкирский НИИ сельского хозяйства УФИЦ РАН : БГПУ им. М. Акмуллы : Башкирский ГАУ, 2024. — 250 с. — ISBN 978-5-605-17008-2. — EDN HSLLRM.

139. Титов, М. Г. Качественные показатели продуктов убоя и выход основных питательных веществ у бычков симментальской породы при кормлении различными бобовыми культурами / М. Г. Титов, Р. Р. Яушев, Ш. А. Макаев. — EDN QCEMTV // Вестник мясного скотоводства. — 2013. — № 2 (80). — С. 88–92.

140. Тихомиров, А. И. Эффективность развития процессов импортозамещения в мясном скотоводстве / А. И. Тихомиров, Т. Н. Кузьмина // Техника и оборудование для села. — 2020. — № 6 (276). — С. 45–48.

141. Фадеичев, С. Среднее потребление говядины в России снизилось за пять лет на один килограмм / С. Фадеичев // ТАСС : информационное

агентство России. — URL: <https://tass.ru/ekonomika/17209017> (дата обращения: 16.05.2025).

142. Файвишевский, М. Л. Эффективная переработка и использование жира-сырца / М. Л. Файвишевский. — EDN XSNYWJ // Мясные технологии. — 2016. — № 12 (168). — С. 56–59.

143. Файвишевский, М. Л. Жир-сырец и его переработка / М. Л. Файвишевский. — EDN SKXGDT // Мясная индустрия. — 2014. — № 8. — С. 45–48.

144. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). — 2010. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31325> (дата обращения: 13.10.2025).

145. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Сельское хозяйство в России. 2023 : статистический сборник / Росстат. — Москва, 2023. — 105 с. — URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2023.pdf (дата обращения: 14.10.2025).

146. Финансово-экономические аспекты функционирования мясного скотоводства в регионе / Е. В. Коробков, В. Г. Козлов, Л. Н. Сотникова, А. В. Шалаев. — EDN KKJHVY // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2022. — № 182. — С. 142–154.

147. Халимов, Х. А. Особенности содержания и кормления животных мясных пород / Х. А. Халимов // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. — 2022. — № 2 (72). — С. 70–73.

148. Хамдан, Кинан. Селекционно-генетические параметры хозяйственно-полезных признаков коров симментальской породы и ее помесей с красно-пестрой голштинской в условиях Поволжья :

специальность 06.02.07 : дис. ... канд. с.-х. наук/ Хамдан Кинан ; ФГБОУ ВПО РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева. — Москва, 2022. — 126 с.

149. Характеристика мезенхимных стволовых клеток, выделенных из костного мозга и жировой ткани крупного рогатого скота / И. М. Волкова, Е. В. Викторова, И. П. Савченкова, М. И. Гулюкин. — EDN PVWOON // Сельскохозяйственная биология. — 2012. — Т. 47, № 2. — С. 32–38.

150. Химия пищи : лабораторный практикум / Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта, А. И. Козицына [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. — 123 с. — EDN OGOH1Y.

151. Хусаинов, И. И. Повышение эффективности производства говядины в рыночной экономике / И. И. Хусаинов, Н. Ж. Кожамуратов. — EDN NENJAV // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. — 2005. — Т. 15, № 2. — С. 197–206.

152. Цындина, Ю. Российский рынок мяса: итоги 2024 года / Ю. Цындина // Specagro. — 2025. — 11 апреля. — URL: <https://specagro.ru/news/202504/rossiyskiy-rynok-myasa-itogi-2024-goda> (дата обращения: 02.02.2026).

153. Чинаров, А. В. Племенные ресурсы мясного скотоводства России / А. В. Чинаров // Молочное и мясное скотоводство. — 2020. — № 5. — С. 2–5.

154. Экономическая эффективность использования технического потенциала в мясном скотоводстве / А. Н. Ставцев, А. А. Полухин, А. В. Алпатов [и др.]. — Орел : Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, 2011. — 158 с. — EDN VRKYGB.

155. Экспорт и импорт мяса в России // TAdviser. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Экспорт_и_импорт_мяса_в_России (дата обращения: 15.10.2024).

156. Электрофоретическое исследование фракционного состава белков скелетных мышц позвоночных животных в онтогенезе / И. И. Иванов, В. А. Юрьев, В. В. Кадыков [и др.] // Биохимия. — 1956. — Т. 21, вып. 5. — С. 593.
157. Эффективность производства говядины при использовании импортных пород и местных ресурсов скота Кыргызстана / А. С. Джаныбеков, Р. Т. Муратова, А. Х. Абдурасулов, Т. С. Кубатбеков // Известия Оренбургского ГАУ. — 2021. — № 4 (90). — С. 240–244.
158. Янкина, О. Л. Технология первичной переработки продуктов животноводства: учебное пособие / О. Л. Янкина, В. В. Подвалова; ФГБОУ ВО ПГСХА. — Уссурийск, 2016. — 128 с.
159. A new heat load index for feedlot cattle / J. B. Gaughan, T. L. Mader, S. M. Holt, A. Lisle // Journal of Animal Science. — 2008. — Vol. 86, No. 1. — P. 226–234.
160. Bogdanov, E. V. Comparison of productive characteristics of Wagyu, Hereford and Aberdeen angus cattle meat breeds / E. V. Bogdanov // Scientific Journal of Young Scientists. — 2024. — № 3 (38). — P. 3–6.
161. Breeding and productivity indicators of the Kazakh white-headed breed / E. G. Nassambayev, A. B. Akhmetalieva, A. E. Nugmanova, E. A. Batyrgaliev. — DOI 10.56339/2305-9397-2022-2-2-21-27. — EDN AOUTRX // Science and Education. — 2022. — No. 2/2 (67). — P. 21–27.
162. Chemical composition of meat and raw fats of young best of the Kazakh white head breed / I. M. Abirova, A. T. Baktygalieva, S. N. Nasyrov, V. M. Duskulov. — DOI 10.52578/2305-9397-2023-1-1-115-121. — EDN QBJNHQ // Science and Education. — 2023. — No. 1/1 (70). — P. 115–121.
163. Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle / G. J. Mears, P. S. Mir, D. R. C. Bailey, S. D. M. Jones. — DOI 10.4141/A99-128 // The Canadian Veterinary Journal = La revue veterinaire canadienne. — 2001. — Vol. 81, No. 1. — P. 65–73.

164. Global Market Insights, Inc. Beef Market Size By Product (Fresh, Processed), By Distribution Channel (Hypermarkets & Supermarkets, Specialty Stores, Online Channels, HoReCa), Regional Outlook, Application Development Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2024–2032. — URL: <https://straitsresearch.com/report/beef-market> (accessed: 25.06.2025).
165. Growth and pubertal development of F-1 bulls from Hereford, Angus, Norwegian Red, Swedish Red and White, Friesian, and Wagyu sires / E. Casas, D. D. Lunstra, L. V. Cundiff, J. J. Ford. — DOI 10.2527/jas.2007-0260 // Journal of Animal Science. — 2007. — Vol. 85, No. 11. — P. 2904–2909.
166. Hassanin, A. Chapter 1: Systematics and Phylogeny of the Cattle // The Genetics of Cattle / eds. D. J. Garrick, A. Ruvinsky. — 2nd ed. — Wallingford : CAB International, 2015. — P. 1–18.
167. Heat stress in lactating dairy cows: a review / C. T. Kadzere, M. R. Murphy, N. Silanikove, E. Maltz // Livestock Production Science. — 2002. — Vol. 77, No. 1. — P. 59–91.
168. Hirooka, H. Genetic and genomic analysis of fat deposition in Japanese Black cattle / H. Hirooka // Journal of Animal Breeding and Genetics. — 2014. — Vol. 131, Iss. 1. — P. 1–2. — URL: <https://doi.org/10.1111/jbg.12073> (accessed: 14.12.2025).
169. Inagaki, S. Identification and Characterization of Volatile Components Causing the Characteristic Flavor of Wagyu Beef (Japanese Black Cattle) / S. Inagaki, Y. Amano, K. Kumazawa. — DOI 10.1021/acs.jafc.7b02843 // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2017. — Vol. 65, No. 39.
170. Japan | Imports and Exports | World | ALL COMMODITIES | Value (US\$) and Value Growth, YoY (%) | 2012–2023 // TrendEconomy. — 2024. — URL: <https://trendeconomy.com/data/h2/Japan/TOTAL> (accessed: 05.10.2025).

171. Motoyama, M. Wagyu and the factors contributing to its beef quality : A Japanese industry overview / M. Motoyama, K. Sasaki, A. Watanabe. — DOI 10.1016/j.meatsci.2016.04.026 // Meat Science. — 2016. — Vol. 120. — P. 10–18.
172. Mottram, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review / D. S. Mottram. — DOI 10.1016/S0308-8146(98)00076-4 // Food Chemistry. — 1998. — Vol. 62, No. 4. — P. 415–424.
173. Peng, D. Q. Vitamin A regulates intramuscular adipose tissue and muscle development: promoting high-quality beef production / D. Q. Peng, S. B. Smith, H. G. Lee. — DOI 10.1186/s40104-021-00558-2 // Journal of Animal Science and Biotechnology. — 2021. — Vol. 12, No. 1. — Art. 34.
174. Phenotypic and genetic analysis of auction selling performances of young Simmental calves / A. Cesarani, L. Degano, S. Mastrangelo, M. Wenter. — DOI 10.1080/1828051X.2025.2490803 // Italian Journal of Animal Science. — 2025. — Vol. 24, Iss. 1. — P. 971–977.
175. Protein Quality Evaluation : Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation // FAO Food and Nutrition. — Paper 51. — Rome, 2013. — 72 p.
176. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle / C. Kazala, F. J. Lozeman, S. Kavipriya, A. Laroche. — DOI 10.2527/1999.7771717x // Journal of Animal Science. — 1999. — Vol. 77, No. 7. — P. 1717–1725.
177. Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat to yields and predictability of retail product, fat trim, and bone in beef carcasses / M. E. Dikeman et al. // Journal of Animal Science. — 1998. — T. 76. — No. 6. — P. 1604–1612.
178. Skelley, G. C. Bovine fat composition and its relation to animal diet and carcass characteristics / G. C. Skelley, W. C. Stanford, R. L. Edwards // Journal of Animal Science. — 1973. — Vol. 36. — P. 576–580.

179. Smith, Stephen B. Marbling and Its Nutritional Impact on Risk Factors for Cardiovascular Disease / Stephen B. Smith. — DOI 10.5851/kosfa.2016.36.4.435 // Korean J Food Sci Anim Resour. — 2016. — Vol. 36, No. 4. — P. 435–444.
180. Statistics on Jupiter’s Current Sheet With Juno Data: Geometry, Magnetic Fields and Energetic Particles / Z.-Y. Liu, Q.-G. Zong, M. Blanc [et al.]. — DOI 10.1029/2021JA029710 // Journal of Geophysical Research: Space Physics. — 2021. — Vol. 126, Iss. 11. — URL: https://www.researchgate.net/publication/355889933_LIU_et_al_2021_JGR.
181. Straits Research. Beef Market Size, Share, Trends, Analysis, and Forecast, 2024–2032. — URL: <https://straitsresearch.com/report/beef-market> (accessed: 18.11.2025).
182. The Japanese Wagyu beef industry: Current situation and future prospects : A review / T. Gotoh, T. Nishimura, K. Kuchida, H. Mannen. — DOI 10.5713/ajas.18.0333 // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. — 2018. — Vol. 31, No. 7. — P. 933–950.
183. The mechanism of phosphorylation-inducible activation of the ETS-domain transcription factor Elk-1 / S. H. Yang, P. Shore, N. Willingham [et al.] // EMBO J. — 1999. — Vol. 18. — P. 5666–5674.
184. USDA Foreign Agricultural Service. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. — Washington : USDA, 2023. — 36 p. — URL: <https://apps.fas.usda.gov>.
185. Zhang, X. Effects of Altitude on the Digestion Performance, Serum Antioxidative Characteristics, Rumen Fermentation Parameters, and Rumen Bacteria of Sanhe Heifers / X. Zhang, S. Li Huang, W. Wang. — DOI 10.3389/fmicb.2022 // Frontiers in Microbiology. — 2022. — Vol. 13. — Art. 875323.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 38

Рационы кормления бычков

Вид корма	Кол-во в сут, кг	Св, кг	ЭКЕ	ОЭ, МДж	СП, г	СК, г	ПП, г	Са, г	Р, г	Сахар, г
<i>Рацион в период с 6 до 8 мес.</i>										
Солома	0,345	0,3	0,076	0,66	13,8	138	6,9	1,04	0,35	3,5
Силос	9,397	2,725	1,879	20,67	234,9	751,8	169,1	14,1	5,64	140,96
Комбикорм для телят	1	0,911	1,1	11,2	180	60	150	8	6	40
Кукуруза плющенная	0,789	0,493	0,907	9,07	71	23,7	59,2	0,16	2,21	15,78
Шрот подсолнечный	1,078	0,97	1,132	11,64	420,4	172,5	355,7	2,7	10,78	53,9
Итого	12,61	5,399	4,094	53,24	920,1	1146	740,9	26	24,98	254,1
<i>Рацион в период с 8 до 10 мес.</i>										
Солома	0,345	0,3	0,076	0,66	13,8	138	6,9	1,04	0,35	3,5
Силос	11,172	3,24	2,234	24,58	279,3	893,8	201,1	16,76	6,7	167,58
Комбикорм для телят	1	0,911	1,1	11,2	180	60	150	8	6	40
Кукуруза плющенная	2,08	1,3	2,392	23,92	187,2	62,4	156	0,42	5,82	41,6
Шрот подсолнечный	0,833	0,75	0,875	9	324,9	133,3	274,9	2,08	8,33	41,65
Итого	15,43	6,501	6,677	69,36	985,2	1288	788,9	28,3	27,2	294,3
<i>Рацион в период с 10 до 12 мес.</i>										
Солома	0,345	0,3	0,076	0,66	13,8	138	6,9	1,04	0,35	3,5
Силос	14,052	4,075	2,81	30,91	351,3	1124,2	252,9	21,08	8,43	210,78
Премикс Cattle	0,079	0,075	–	–	5,7	–	0	11,85	5,53	–
Кукуруза плющенная	3,2	2	3,68	36,8	288	96	240	0,64	8,96	64
Шрот подсолнечный	1,167	1,05	1,225	12,61	455,1	186,7	385,1	2,92	11,67	58,35
Итого	18,84	7,5	7,791	80,98	1114	1545	884,9	37,53	34,94	336,6

Продолжение таблицы 38

<i>Рацион откорма в 1-ю неделю</i>										
Солома	0,494	0,43	0,109	0,94	19,8	197,6	9,9	1,48	0,49	4,94
Силос	11,862	3,44	2,372	26,1	296,6	948,9	213,5	17,79	7,12	177,93
Кукуруза плющенная	5,328	3,33	6,127	61,27	479,5	159,8	399,6	1,07	14,92	106,56
Премикс Feedlot	0,253	0,24	–	–	18,2	–	0	30,36	15,18	–
Шрот подсолнечный	1,233	1,11	1,295	13,32	480,9	197,3	406,9	3,08	12,33	61,65
Итого	19,17	8,55	9,903	101,6	1295	1504	1030	53,78	50,04	351,1
<i>Рацион откорма во 2-ю неделю</i>										
Солома	0,632	0,55	0,139	1,2	25,3	252,8	12,6	1,9	0,63	6,32
Силос	7,586	2,2	1,517	16,69	189,7	606,9	136,5	11,38	4,55	113,79
Кукуруза плющенная	10,528	6,58	12,107	121,07	947,5	315,8	789,6	2,11	29,48	210,56
Премикс Feedlot	0,253	0,24	–	–	18,2	–	0	30,36	15,18	–
Шрот подсолнечный	1,589	1,43	1,668	17,17	619,7	254,2	524,4	3,97	15,89	79,45
Итого	20,59	11	15,43	156,1	1800	1430	1463	49,72	65,73	410,1
<i>Рацион откорма в 3-ю неделю</i>										
Солома	0,69	0,6	0,152	1,31	27,6	276	13,8	2,07	0,69	6,9
Силос	4,138	1,2	0,828	9,1	103,5	331	74,5	6,21	2,48	62,07
Кукуруза плющенная	13,52	8,45	15,548	155,48	1216,8	405,6	1014	2,7	37,86	270,4
Премикс Feedlot	0,253	0,24	–	–	18,2	–	0	30,36	15,18	–
Шрот подсолнечный	1,744	1,57	1,831	18,84	680,2	279	575,5	4,36	17,44	87,2
Итого	20,35	12,06	18,36	184,7	2046	1292	1678	45,7	73,65	426,6

Продолжение таблицы 38

<i>Рацион откорма с 12 до 18 мес.</i>										
Солома	0,379	0,33	0,083	0,72	15,2	151,6	7,6	1,14	0,38	3,79
Силос	2,276	0,66	0,455	5,01	56,9	182,1	41	3,41	1,37	34,14
Кукуруза плющенная	16,304	10,19	18,75	187,5	1467,4	489,1	1222,8	3,26	45,65	326,08
Премикс Feedlot	0,253	0,24	–	–	18,2	–	0	30,36	15,18	–
Шрот подсолнечный	1,9	1,71	1,995	20,52	741	304	627	4,75	19	95
Итого	21,11	13,13	21,28	213,8	2299	1127	1898	42,92	81,58	459