

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



КРЮЧИН Денис Васильевич

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
ХРЯЧКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИММУНОКАСТРАЦИИ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления
кормов и производства продукции животноводства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор,
академик РАН Кощаев Андрей Георгиевич

Краснодар, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Особенности технологии выращивания хрячков	13
1.2 Эффективность использования иммунологической кастрации молодняка свиней.....	22
1.3 Продуктивные качества молодняка свиней в зависимости от паратипических факторов	31
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	54
3.1 Динамика живой массы, интенсивность роста и сохранность подопытного молодняка в подсосный период	55
3.2 Продуктивные качества подсвинков в период доращивания и контрольного выращивания.....	56
3.2.1 Интенсивность роста подопытных подсвинков в период доращивания	56
3.2.2 Откормочные качества подопытных свиней	58
3.2.3 Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы	61
3.3 Убойные и мясо-сальные качества подопытных свиней.....	63
3.3.1 Убойные качества подопытных свиней	63
3.3.2 Качественные показатели свинины подопытных подсвинков.....	65
3.3.3 Физико-химический состав и свойства подкожного жира подсвинков.....	70
3.4 Эффективность иммунизации молодняка свиней против гонадотропин-рилизинг-гормона	71
3.4.1 Развитие репродуктивных органов у вакцинированных и интактных хрячков	71

3.4.2 <i>Содержание андростенона в жировой ткани</i> <i>иммунокастрированных и интактных хряков</i>	74
3.5 Промышленная апробация результатов исследования	77
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	82
5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	98
ПРИЛОЖЕНИЯ	123

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В последние годы свиноводство в Российской Федерации активно развивается и является одним из самых высокотехнологичных направлений животноводства, что позволило на рубеже 2018–2019 гг. уровень самообеспеченности населения свининой довести до 100 % [Терновых К. С., 2019; Ковалев Ю. И., 2022, 2023].

Дальнейшее наращивание объемов производства продукции и повышение экономической эффективности отрасли свиноводства возможно при использовании современных инновационных технологий, которые кардинально меняют организацию производственного процесса выращивания молодняка свиней и способствуют наиболее полной реализации их потенциала.

Степень генетического прогресса свиней зависит, в том числе и от используемой для разведения доли популяции, т. е. интенсивности селекции. В связи с этим J. A. B. Robinson и M. M. Buhr (2005), Н. М. Храмченко, А. В. Романенко и К. В. Невар (2020) считают, что для более быстрого генетического улучшения необходимо отбирать 5–10 % лучших хрячков, а по мнению E. Akanno (2022) – 1–2 %, что позволит использовать для ремонта собственного стада молодняк высокого качества.

Для повышения экономической эффективности свиноводческих предприятий крайне важно отбирать ремонтный молодняк в молодом возрасте, что обеспечит снижение затрат на выращивание хряков, которые не будут использоваться для репродукции [Schulze M., Beyer S., Beyer F. [et al.], 2020; Hensel B., Henneberg S., Kleve-Feld M. [et al.], 2024]. Однако в соответствии с Порядком и условиями проведения бонитировки племенных свиней окончательная оценка ремонтного молодняка осуществляется при достижении хрячками живой массы 90–110 кг – в период их полового созревания.

Дальнейшее выращивание выбракованных хряков для реализации на убой обеспечивает наилучшую эффективность производства, но при этом снижает

потребительскую привлекательность свинины в связи с появлением неприятного аммиачного запаха [Bonneau M., Weiler U., 2019], основными компонентами которого являются накапливающиеся в процессе полового созревания интактных животных андростенон и скатол [Zoels S., Reiter S., Ritzmann M. [et al.], 2020; Falk L., Vrtková I., Bartoňová P., 2023].

Хирургическая кастрация, являющаяся распространенной практикой при выращивании молодняка свиней в условиях промышленных свиноводческих комплексов и ферм для реализации на убой, чаще всего осуществляется на ранних этапах постнатального онтогенеза – в первую неделю после опороса. Проведение же орхиэктомии в более поздние сроки не всегда является эффективным технологическим приемом и не позволяет получить продукцию надлежащего качества. Физическая кастрация – это патология организма, которая противоречит принципам ответственного животноводства и приводит к снижению окислительных процессов в организме боровов, они становятся флегматичными, в результате чего увеличивается отложение жира в ущерб развитию мышечной ткани. После операции снижается уровень андростенона и концентрация анаболических гормонов, что отрицательно влияет на интенсивность роста свиней и эффективность оплаты корма продукцией, повышаются трудозатраты вследствие выполнения данной процедуры [Kress K., Weiler U., Schmucker S. [et al.], 2020].

В связи с этим возникает необходимость поиска альтернативных хирургической кастрации технологических приемов выращивания хрячков, которые будут отвечать их биологическим особенностям, экономически эффективными и приводить к производству высококачественной продукции.

N. Quiniou с соавторами (2012), M. Čandek-Potokar с N. Batorek Lukač и E. Labussière (2015) и другие считают, что разрешить противоречивые цели орхиэктомии и оптимизировать технологический процесс выращивания выбракованных ремонтных хрячков позволит проведение иммунологической кастрации, валидация эффективности которой имеет большую научно-практическую значимость, что и послужило основанием для проведения настоящих исследований.

Степень разработанности темы. Многие ученые считают, что применяемая при выращивании молодняка свиней для реализации на убой хирургическая кастрация является патологией для организма, которая противоречит принципам ответственного животноводства и приводит к снижению окислительных процессов в организме боровов, в результате чего увеличивается отложение жира в ущерб развитию мышечной ткани, снижается интенсивность роста свиней и эффективность оплаты корма продукцией, повышаются трудозатраты в связи с ее выполнением [Каменик Я., Штейнхаузер Л., 2012; Белый Д. Д., Агивец С. А., 2016; Алексеенко Л. Ю., Чалова Н. А., 2019; Zamaratskaia G., Squires E. J., 2009; Vanhonacker F., Verbeke W., Tuytens F., 2009; Lundström K., Matthews K. R., Haugen J. E., 2009; Bilskis R. [et al.], 2012; Wesoly R, Weiler U., 2012; Sutkeviciene N. [et al.], 2014; Bilskis R., 2014; Weiler U. [et al.], 2016; Morales J. [et al.], 2017; Reiter S. [et al.], 2017; Stojanovic S. [et al.], 2017; Čandek-Potokar M., Škrlep M., Zamaratskaia G., 2017; D'Souza D. N., Hewitt R. J. E., van Barneveld R. J., 2018; De Briyne N. [et al.], 2018; Bonneau M., Weiler U., 2019; Bee G. [et al.], 2020; Kress K. B., 2020; Nakov D. D. [et al.], 2021; Botelho-Fontela S., Paixão G., Pereira-Pinto R. [et al.], 2024; и др.].

В связи с этим оценка эффективности применения при выращивании выбракованных ремонтных хрячков различных технологических стратегий, одной из которых является иммунологическая кастрация хрячков, а также интеграция альтернативных схем вакцинации к применяемой технологии производства продукции свиноводства, являются своевременными и актуальными целями, и способствуют повышению конкурентоспособности отрасли.

Диссертационная работа является частью тематического плана НИОКР, утвержденного Ученым советом ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ на 2016–2020 гг. (протокол от 25.01.2016 № 1) «Разработка новых методов и способов производства высококачественной продукции животноводства в Краснодарском крае на основе современных ресурсосберегающих адаптированных систем и технологий» (№ госрегистрации АААА-А16-116022410037-1) и на 2021–2025 гг. (протокол от 20.12.2020 № 10) «Разработка инновационных

природоподобных селекционно-технологических методов и способов повышения производства высококачественной продукции животноводства на основе современных ресурсосберегающих систем и технологий» (№ госрегистрации 121032300057-2).

Цель и задачи исследования. Целью работы было оценить эффективность использования при выращивании выбракованных ремонтных хрячков технологических решений, альтернативных хирургическому удалению семенников, и интегрированной в технологический процесс выращивания ремонтного молодняка схемы иммунизации.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

- интегрировать стандартную схему иммуновакцинации в технологический процесс выращивания ремонтных хрячков с учетом сроков их отбора и выбраковки;
- изучить интенсивность роста, сохранность и затраты корма на единицу продукции при выращивании подопытного молодняка;
- определить влияние иммунокастрации хрячков на их убойные и мясные качества;
- оценить эффективность иммунизации молодняка свиней против гонадотропин-рилизинг-гормона;
- проанализировать качественные характеристики варено-копченых мясных изделий, при производстве которых было использовано мясо кастрированных и интактных свиней;
- рассчитать экономическую эффективность использования альтернативных хирургической кастрации технологических приемов при выращивании выбракованного ремонтного молодняка свиней.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка целесообразности выращивания выбракованного ремонтного молодняка свиней с использованием альтернативных хирургической кастрации технологических приемов, одним из которых является иммунологическая кастрация хрячков.

Предложена схемы вакцинации, адаптированная к технологии отбора ремонтных хрячков, позволяющая повысить интенсивность роста, эффективность оплаты корма продукцией и мясные качества.

По результатам исследований подготовлена заявка на изобретение «Способ повышения мясных качеств хрячков», что подтверждает научную новизну диссертационной работы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные нами результаты позволили выявить дополнительные резервы увеличения производства свинины высокого качества за счет более полной реализации генетического и биологического потенциала продуктивности выбракованного ремонтного молодняка с учетом применения альтернативных хирургическому удалению семенников технологических приемов, таких как иммунологическая кастрация и выращивание интактных хрячков.

Вакцинация хрячков против гонадотропин-рилизинг-гормона по предложенной нами схеме позволила повысить фактор эффективности производства на 15,0 и 0,4 % по сравнению с разведением хирургических кастратов и хрячков за счет более высокой интенсивности роста (на 5,6 и 1,4 % соответственно) и конверсии корма (на 10,6 и 1,7 % соответственно). Рентабельность производства при выращивании иммунокастрированных хрячков составила 31,3 % против 23,9 % при традиционной технологии при себестоимости 1 кг живой массы свиней соответственно 83,75 и 88,79 руб. Самая низкая себестоимость была при разведении интактных хрячков – 81,11 руб. за 1 кг живого веса свиней, но при этом их производство на убой было убыточным из-за низкой цены реализации 1 кг живого веса по причине низкого качества мяса при рентабельности 35,9 %.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебную и научно-исследовательскую деятельность шести аграрных вузов России (Волгоградский ГАУ, Кубанский ГАУ, ГАУ Северного Зауралья, Чувашский ГАУ, Оренбургский ГАУ, СПбГАУ) и апробированы в хозяйствах Краснодарского края (АО фирме «Агрокомплекс» им. Н. И. Ткачева Выселковского района, АО «Ку-

банский бекон» Павловского района) и Ростовской области (ООО «Русская свинина» Каменского района), что подтверждается тремя актами внедрения. Подготовлены и утверждены методические рекомендации по оптимизации технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации.

Методология и методы исследований. Методологической основой явились научные положения зарубежных и отечественных ученых по теме настоящей работы. В ходе исследований использовались биохимические, биологические, зоотехнические, биометрические и экономическо-статистические методы исследований, принятые в свиноводстве.

Результаты исследований обрабатывались методом вариационной статистики с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

Положения, выносимые на защиту:

- схему иммуновакцинации, интегрированную в технологический процесс выращивания ремонтных хрячков;
- продуктивные качества подсвинков в зависимости от паратипических факторов;
- мясную продуктивность интактных хряков, хирургических кастратов и вакцинированного молодняка;
- химический состав и технологические свойства мышечной и жировой ткани подопытных животных;
- линейные и весовые характеристики репродуктивных органов иммунокастратов и хряков;
- уровень андростенона в жировой ткани вакцинированных и интактных хряков;
- качественные характеристики варено-копченых мясных изделий, произведенных из сырья подопытных животных;
- экономическая эффективность использования альтернативных хирургической кастрации технологических приемов при выращивании выбракованного ремонтного молодняка свиней.

Степень достоверности и апробация результатов. Материалы диссертационного исследования доложены, обсуждены и одобрены на ежегодных

научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ (Краснодар, 2019–2024 гг.): III Международной конференции «Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов» (Краснодар, 2019); III Национальной конференции «Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения» (Краснодар, 2019); Национальной конференции с международным участием «Инновационное развитие животноводства в современных условиях» (Брянск, 2021); Международной научно-практической конференции «Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии» (Брянск, 2021); Всероссийской научно-практической конференции «Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине» (Курск, 2022); VII Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение животноводства Сибири» (Красноярск, 2023); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства» (Брянск, 2023); II Международной научно-практической конференции «Современные проблемы в животноводстве» (Краснодар, 2024); Всероссийской научно-практической конференции «Опираясь на прошлое, создаём будущее: точки роста в зоотехнии» (Курск, 2024); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования» (Краснодар, 2024).

Результаты исследований вошли составной частью в конкурсные проекты, отмеченные дипломом и золотой медалью на выставке «Новое время – 2023» (г. Севастополь), дипломом и серебряной медалью на выставке «Новое время – 2024» (г. Севастополь).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 6 статей – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ: «Труды Кубанского государственного аграрного университета» и «Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование», изданы методические рекомендации.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, экономической эффективности, обсуждения результатов исследований, заключения, списка использованной литературы, приложений. Работа изложена на 135 страницах текста, содержит 25 таблиц и 13 рисунков. Список литературы включает 205 источников, в том числе 146 принадлежат иностранным авторам.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Генетический потенциал импортных и отечественных пород племенных свиней в настоящее время реализуется не полностью. Основными причинами, сдерживающими развитие и эффективность племенной работы в свиноводстве, являются организационно-технологические факторы, к которым относятся и селекционное давление. Необходимым условием гарантированного улучшения стада является жесткий отбор.

Для устойчивого повышения продуктивности стада рекомендуется при отборе хряков селекционное давление доводить до 90–93 % [Новицкий И., 2016].

В соответствии с Информационно-техническим справочником по наилучшим доступным технологиям первый отбор ремонтных хрячков необходимо проводить при отъеме поросят, основной отбор – после периода дорастивания, после чего их формируют в группы и проводят оценку. В 5–6 мес ремонтных хрячков оценивают по живой массе и по длине туловища. При достижении живой массы 100 кг (85–110 кг) у ремонтного молодняка с помощью ультразвуковых приборов, рентгеновских установок и прочего измеряют толщину шпика над 6–7-м грудным позвонком, глубину «мышечного глазка». По результатам оценки хрячков по собственной продуктивности проводится интенсивная выбраковка молодняка.

Для ремонта собственного стада используют только элитных хряков и свинок, поэтому при оценке свиней по фенотипу в молодом возрасте подразумевается большой процент выбраковки [Величко Л. Ф., Софина О. А., 2014; Комлацкий В. И., Величко Л. Ф., 2019; Самсонова О. Е., Бабушкин В. А., 2019; Тяпугин С. Е., 2021].

С целью повышения генетического потенциала хрячков СГЦ «Топ Ген» проводится всесторонняя оценка хрячков, по результатам которой из 11460 протестированных животных отбирается только 1–2 % [Пермяков А., 2022].

Интенсивная селекционно-племенная работа со стадом подразумевает высокий уровень выбраковки поголовья, около 60 % которого реализуется как

племенной молодняк и около 40 % – выбраковывается на откорм. Поэтому при выращивании выбракованных хрячков для убоя с последующей реализацией свинины в розничной торговле, сети общественного питания и переработкой на пищевые цели возникает необходимость их кастрации в разные возрастные периоды в зависимости от этапа отбора.

1.1 Особенности технологии выращивания хрячков

Для более полной реализации генетического потенциала свиней в условиях интенсификации отрасли необходимо большое внимание уделять изучению их биологических и физиологических особенностей [Водяников В. И., Шкаленко В. В., 2014].

Контроль фертильности, а также агрессивного и сексуального поведения молодняка свиней являются важными факторами их продуктивности. Традиционно эти недостатки устраняются проведением хирургической кастрации, которая становится неприемлемой, вызывая стресс и снижая продуктивность животных и качество туш [Pirard M. [et al.], 2001]. Так, в США кастрируют почти 100 % всех хрячков, тогда как в ЕС – около 80 % [Bradford J. R., Mellencamp M. A., 2013]. Однако даже хирургическая кастрация всех хрячков не может дать полной гарантии на отсутствие в тушах боровов нежелательного запаха – сенсорная оценка позволяет выявлять до 50 % туш с наличием слабого, но обнаруживаемого уровня запаха хряка. Данная ситуация скорее всего связана с неполной кастрацией, крипторхизмом, кастрацией непосредственно перед реализацией.

При этом L. Rydhmer с соавторами (2013) считают, что уменьшить агрессивное поведение интактных хрячков можно за счет социализации поросят и содержания их в стабильных группах во время выращивания на убой.

Кроме того, кастрация поросят-самцов используется во всем мире с целью предотвращения заражения свиного мяса неприятным запахом хряка, от которого большинство потребителей отказались [Weiler U., Font-i-Furnols M., Fischer K., Kemmer H., Oliver M. A., Gispert M., 2000].

Запах хряка – дефект мяса некастрированных самцов, который ощущается при кулинарной обработке и во время еды неприятным запахом и посторонним вкусом [EFSA, 2004], что снижает потребительские свойства свинины.

В соответствии с ГОСТ 31476-2012 «Свинина в тушах и полутушах. Технические условия» для убой с последующей реализацией свинины в розничной торговле, сети общественного питания и переработкой на пищевые цели используются самцы, которые должны быть кастрированы хирургическим методом не позже четырехмесячного возраста или иммунологическим методом. Хряки, мясо которых имеет выраженный запах, могут быть использованы только для промышленной переработки, и соответственно реализуются по цене, в несколько раз ниже цены свиней, отвечающих требованиям ГОСТа. Таким образом, убой хряков для промышленной переработки значительно снижает экономическую эффективность производства продукции свиноводства [Бубенок Е. П., Герцева К. А., Дубов Д. В., 2022].

При этом решение о дальнейшем использовании мясного сырья, полученного от поступающих на мясоперерабатывающие предприятия России в качестве отбракованных животных некастрированных хряков, принимается на основании предварительного ветеринарного осмотра. В тоже время помимо вкусовых отклонений мясо интактных хряков может отличаться низкими функционально-технологическими и биологическими свойствами, что может привести к возникновению брака или снижению качества готовой мясной продукции [Ревуцкая Н. М., Насонова В. В., Кузнецова Т. Г., Лазарев А. А., 2019, 2020].

Основным аспектом, определяющим уровень неприятного запаха свинины, полученной от хряков, является баланс между биосинтезом и катаболизмом скатола и андростенона, на который влияют как внутренние, так и внешние факторы, в основном генотип и кормление [Zamaratskaia G., Squires E. J., 2009; Wesoly R., Weiler U., 2012; Duarte D. A. S., Schroyen M., Mota R. R. [et al.], 2021; Quiniou N., Bee G., Maribo H. [et al.], 2022].

Андростенон и скатол – липофильные соединения, которые накапливаются в жире взрослых некастрированных самцов свиней, были идентифицированы

как основные причины запаха хряка [Zoels S., Reiter S., Ritzmann M. [et al.], 2020]. Диапазон пороговых значений, выше которых ожидается негативная реакция потребителей, был зарегистрирован для андростенона ($> 0,5\text{--}1,0$ мкг/г жира) и скатола ($> 0,2\text{--}0,25$ мкг/г жира).

Еще одним фактором, способствующим появлению запаха хряка, является скатол, но в отличие от андростенона, это вещество не является полностью специфичным для самцов, поскольку является продуктом микробного распада триптофана в кишечнике. Кроме того, образование скатола не связано напрямую с функцией яичек, поэтому высокие концентрации андростенона ($> 0,5$ мкг/г жира) были обнаружены примерно у 60 % хряков, но высокие уровни скатола ($> 0,22$ мкг/г жира) только у 11 % [Vonneau M., 2006].

Хирургическая кастрация – это патология организма, которая приводит к снижению окислительных процессов в организме хряков, они становятся флегматичными, в результате чего увеличивается отложение жира в ущерб развитию мышечной ткани [Амерханов Х. А., Самарский Г. Г., Мочаловский А. Н., 1987; Stojanovic S. [et al.], 2017]. Кроме того, после операции снижается уровень андростенона и концентрация анаболических гормонов, что приводит к снижению интенсивности роста свиней. Поэтому перед исследователями стоит задача поиска технологических приемов, в которых будут использованы положительные и устранены отрицательные моменты традиционной промышленной технологии.

За последние годы было изучено несколько альтернативных приемов выращивания хрячков, позволяющих избежать их кастрации. Среди альтернатив хирургической кастрации можно выделить следующие приемы: проводить убой интактных хряков до достижения ими половой зрелости, хряков с меньшим количеством в организме андростенона, использование сексированного семени, применение кислот или солей (химическая кастрация) и др. Однако все они имеют свои преимущества и недостатки [Крючин Д. В., Коцаев А. Г., Гапоненко В. Н., 2023].

Химическая кастрация не может рассматриваться в качестве перспективной альтернативы механической кастрации, так как противоречит принципам гуманного обращения с животными и связана с повышенными трудозатратами в связи с тем, что ее нужно повторять, как минимум раз в месяц.

В животноводстве в последнее время большое внимание уделяется использованию семени, разделенного по полу, но для данного процесса необходимо большое количество спермы, так как во время дифференцировки погибает много клеток и это существенно повышает затраты на ее производство. Существует мнение, что повысить экономическую эффективность использования данного метода можно после снижения затрат на получение сексированного семени и повышения оплодотворяемости свиноматок [Zamaratskaia G., 2004]. Кроме того, технология выращивания только свинок невыгодна с коммерческой точки зрения, поскольку у них, по сравнению с хрячками, ниже интенсивность роста и эффективность кормления.

Ряд ученых считает, что необходимость в проведении кастрации отсутствует, если убой интактных хрячков проводить до достижения ими живой массы 90 кг [D'Souza D. N. [et al.], 2011]. Тем не менее, независимо от убойной массы (от 73 до 115 кг массы тела) встречается значительная доля образцов свинины с характерным запахом хряка.

Производство андростенона напрямую зависит от активности семенников и резко возрастает по мере достижения хрячками половой зрелости, поэтому его уровень увеличивается с возрастом и (или) весом [Bonneau M., 2006]. Однако снижение убойного веса не позволяет полностью устранить проблему запаха хряка даже низким весом при реализации, поскольку возраст полового созревания может существенно различаться между породами и между особями одной и той же породы. Кроме того, с целью максимизации прибыли у мясоперерабатывающих предприятий проявляется тенденция к увеличению убойного веса. В настоящее время избыточная осаленность свиней с высокой живой массой больше не является проблемой, поскольку свиньи генетически имеют более постные туши.

При этом некоторые страны, такие как Бельгия, Германия, Голландия, Франция и др., для производства продукции свиноводства в различных пропорциях используют хряков [Weiler U. [et al.], 2021].

Выращивание интактных хряков имеет существенные экономические преимущества для производителей свиней, переработчиков и интегрированных компаний всей цепочки производства свинины, поскольку они имеют более высокую интенсивность роста, конверсию корма и более постные туши по сравнению с кастратами [Lundström K., Matthews K. R., Haugen J. E., 2009; Zamaratskaia G., Squires E. J., 2009]. Кроме того, данная технология снижает затраты труда и позволяет избежать у молодняка смертельных случаев и инфекций, вызванных кастрацией.

Аналогичную закономерность выявили и A. Keller с соавторами (2007) и K. Lunde с соавторами (2012) – некастрированные хряки, по сравнению с кастратами, демонстрировали более высокую эффективность усвоения питательных веществ и превосходное качество мяса за счет более постных туш и более высокого содержания белка. Единственным недостатком их разведения являлось то, что от 6 до 44 % туш имели аммиачный запах хряка. Однако по данным M. Aluwé с F. A. M. Tuytens и S. Millet (2015) для интактных хряков средняя распространенность сильного аммиачного запаха составляла 3 % и варьировала от 0 до 14 % между фермами.

Наличие в мясе интактных хряков запаха хряка обусловлено, по меньшей мере, накоплением в жире одного из соединений андростенона и/или скатола, и выше у свиней, достигших половой зрелости. Традиционным способом решения проблемы запаха хряка считается хирургическая кастрация хрячков в первые 3–5 дней постнатального онтогенеза. Хирургическая кастрация предотвращает образование как андростенона, так и скатола, но приводит к прекращению синтеза стероидов семенников, включая эстрогены и тестостерон, что отрицательно влияет на интенсивность роста подсвинков и эффективность использования корма [Čandek-Potokar M., Škrlep M., Zamaratskaia G., 2017].

В большинстве европейских стран до конца 20-го века одним из основных элементов технологии выращивания хрячков для производства свинины была их хирургическая кастрация – 80–100 % хрячков подвергаются данной операции, ограниченно кастрируют в Испании, Португалии и на Кипре, не проводят – в Ирландии и Великобритании [Каменик Я., Штейнхаузер Л., 2012].

Однако E. Von Borell с соавторами (2009), L. Rydhmer с соавторами (2006), U. Weiler с соавторами (2016) и S. Reiter с соавторами (2017) считают, что выращивание хрячков в сравнении с боровыми более эффективно, но уступает в части благополучия животных и качества продукции. Бельгия и Нидерланды одними из первых перешли на выращивание интактных хрячков: соответственно 15 и 70 % хрячков не кастрируются, в Германии и Франции – 20 %, но большая часть свиноводческих предприятий придерживаются физической кастрации.

Одним из важных аспектов хирургической кастрации хрячков являются сроки ее проведения. По мнению A. K. Lealiifano с соавторами (2009), D. D. Voller и K. Prusa (2011) в целях предотвращения неприятного запаха хряка, нежелательного агрессивного и полового поведения хирургическую кастрацию целесообразно проводить в первые семь дней после опороса. O. S. Akinola (2012) считает, что поросят-самцов, не используемых для разведения, следует кастрировать после месячного возраста.

Американская ветеринарно-медицинская ассоциация рекомендует поросят кастрировать за 5 дней до их отъёма, но интенсивность роста в данном случае ниже, чем у кастрированных на 14 день. Кроме этого, исследования J. J. McGlone и J. M. Hellman (1988), J. J. McGlone с соавторами (1993) подтвердили эффективность хирургической кастрации хрячков в двухнедельном возрасте в сравнении с операцией в семь недель.

Г. С. Походня с соавторами (2023) отметили снижение среднесуточного прироста на 6,7 % у боровов при хирургической кастрации хрячков в пятидневном возрасте. При этом интактные хряки превосходили их по затратам кормов на 1 кг прироста на 10,2 %, при убое в их тушах было на 9,5 % больше мышеч-

ной ткани и на 9,8 % меньше жировой, а масса печени, сердца, почек и легких была выше.

Отрицательное влияние на продуктивность боровов выявлено при кастрации хрячков в возрасте 15 сут: при выращивании до 8 мес они уступали некастрированным по приросту живой массы на 10,0 %, интенсивности роста – на 2,84 %, массе сердца, легких, печени и почек – соответственно на 51,4; 39,6; 9,6 и 50,6 %, мышечной ткани – на 8,81 %, затратам кормов на 1 кг прироста живой массы в период откорма – на 15,1 % при увеличении толщины шпика над 6–7-м грудными позвонками – на 46,3 % и выхода жировой ткани – на 8,69 % [Калинин А. М., 2004].

Результаты экспериментов, подтвержденные опытом свиноводов-практиков, свидетельствуют о том, что оптимальными сроками хирургической кастрации хрячков являются 4–14 день постнатального онтогенеза: благодаря антителам, полученным через молоко свиноматки, у поросят-сосунов снижается риск инфекций, что способствует быстрому заживлению.

Влияние возраста при кастрации хрячков на их показатели продуктивности установили и R. O. Bates с С. Zumbrunnen и G. W. Jesse (1992), D. M. Skjaerlund с соавторами (1994), в исследованиях которых кастрация не повлияла на живую массу и общее содержание белка в мышечной ткани при проведении операции в недельном, двух- и четырехнедельном возрасте. У хрячков, кастрированных при достижении живой массы 15 и 40 кг, через пять недель после процедуры живая масса, прирост белка в скелетных мышцах у кастрированных животных не отличались. Но у постпубертатных хрячков было отмечено большее приращение мышечного белка в сравнении с кастрированными при живой массе 75 кг.

Р. Г. Раджабов и Н. В. Иванова (2019) оптимальным сроком кастрации хрячков считают возраст 5 мес, так как кастрация хрячков в раннем возрасте снижает их мясные качества. Самые высокие показатели роста, развития и мясной продуктивности боровов были получены при кастрации хрячков в семимесячном возрасте, но при этом отмечено снижение качества свинины и увеличение трудоемкости операции.

Проведение хирургической кастрации у половозрелых хряков менее эффективно в сравнении с аналогичной процедурой у хрячков 3–5-дневных в связи с трудоемкостью процесса и снижением интенсивности роста, вызванных длительным болезненным периодом после операции [Bilskis R. [et al.], 2012; Sutkeviciene N. [et al.], 2014; Bilskis R., 2014]. На убой таких животных целесообразно направлять не раньше, чем через два месяца после операции.

Хирургическая кастрация хрячков не решает проблемы благополучия и качества свинины, при этом добавляется и риск послеоперационных инфекций, но утрачиваются преимущества высокого потенциала роста и конверсии корма. При выращивании интактных хряков возникает проблема качества мяса из-за запаха хряка и состава шпика, что ограничивают их приемку на убой и переработку [Nakov D. D. [et al.], 2021].

Операция по хирургическому удалению семенников может вызвать следующие осложнения: стресс, отек или чрезмерное опухание, инфекцию, кровотечение, плохое заживление ран, снижение иммунитета, высокую частоту возникновения заболеваний, в том числе и пневмонии и др. Высказано предположение, что чем выше вес животного, у которого проводится данная операция, тем сложнее и продолжительнее процесс восстановления.

Д. Д. Белый и С. А. Агиевец (2016), изучая вероятность возникновения осложнений после кастрации хрячков, сделали заключение о том, что 65,89 % приходится на воспалительные процессы участка операционного вмешательства, 22,09 % – на кровотечения и 12,02 % – на миграцию внутренних органов.

Заживление ран у поросят, подвергшихся хирургической кастрации в 4-дневном возрасте, происходит быстрее и с меньшими осложнениями, по сравнению с животными, кастрированными в возрасте от 7 до 28 дней [Heinritz K. [et al.], 2006].

А. Van Den Broeke с соавторами (2016) в своих исследованиях по снижению темпов роста поросят, кастрированных в первые дни постнатального развития, наблюдали только три дня после операции. При отъеме различия по среднесуточному приросту сгладились, что свидетельствует о том, что такая хирургическая

кастрация в подсосный период не имеет долгосрочных отрицательных последствий, но уровень смертности кастратов почти в два раза превышал показатель у иммунокастратов. Аналогичные данные по смертности кастрированных подсосников получены и J. Morales с соавторами (2017): 6,3 % против 3,6 %.

При откорме интактных хряков, в сравнении с боровыми, производственные затраты существенно ниже, а затраты корма на единицу продукции – выше [Prusa K. [et al.], 2011].

Однако в некоторых странах туши хряков не допускаются к реализации из-за риска наличия запаха хряка. Так, в Испании и Италии данную продукцию не используют для производства сыровяленых изделий [Lundström K., Matthews K. R., Haugen J. E., 2009]. Снижение упитанности и содержания внутримышечного жира приводит к высоким потерям веса во время длительного процесса созревания, что негативно сказывается на текстуре и презентации этих продуктов. Кроме того, у хряков жир более мягкий и подвержен окислению, что свидетельствует о его низком качестве, что негативно влияет на внешний вид и текстуру жировых соединений. Также потребительское качество свежей свинины, полученной от интактных хряков, в основном вырезки, хуже в связи с меньшим содержанием внутримышечного жира.

Функция семенников заключается не только в образовании половых клеток, но они выполняют и роль желез внутренней секреции, оказывая существенное влияние на обмен веществ, физиологическое состояние и развитие организма в целом. Хирургическая кастрация хрячков, суть которой заключается в прекращении функции половых желез, вызывает увеличение жираотложения, расхода кормов на единицу прироста и сдерживает развитие мышечной ткани. Поэтому повысить мясную продуктивность и конверсию корма при выращивании хряков можно за счет более полного использования влияния гормонов мужских половых желез на рост и развитие животных [Амерханов Х. А., Самарский Г. Г., Мочаловский А. Н., 1987].

По данным К. Lundström с К. R. Matthews и J.-E. Haugen (2009) механическая кастрация хрячков приводит к увеличению ежедневного потребления кор-

ма без компенсации скорости роста в результате чего снижается эффективность кормления: по сравнению с хряками для производства того же количества продукции требуется на 10–15 % больше корма, а выделение азота примерно на 15 % выше.

Негативным аспектом проведения операции по удалению семенников у самцов свиней является боль как во время проведения кастрации, так и после нее. Это подтверждается сопротивлением животных, повышением уровня кортизола, адреналина и норадреналина, увеличением частоты сердечных сокращений, высокочастотной вокализацией [Prunier A. [et al.], 2006; Von Borell E. [et al.], 2009].

В некоторых европейских странах, таких как Норвегия и Швейцария, эту проблему предлагают решить и решают, изменив технологию кастрации в сторону обязательного использования анестезии, обезболивания или их сочетания [Luther H., Ampuero S., Bee G., Hofer A., 2008].

Физическая кастрация поросят в большинстве восточных стран пока не рассматривается как проблема: операция по удалению семенников без какого-либо обезболивания является стандартом, и до сих пор нет реального давления со стороны рынка и общества, чтобы изменить практику. Кроме того, в этих странах популярностью пользуются высококачественные продукты с высоким содержанием жира, для которых требуются насыщенные жиры хирургических кастратов [Haga H. A., Ranheim B., 2005].

1.2 Эффективность использования иммунологической кастрации молодняка свиней

Альтернативой хирургической кастрации является производство некастрированных самцов или иммунокастрация, данный метод был впервые применен в 1998 г. и с того момента процедуру прошли около 15 млн хряков более чем в 60 странах мира.

Иммунокастрация – это временная форма кастрации [Quiniou N. [et al.], 2012]. В этом случае физическая кастрация в раннем возрасте заменяется иммунологическим подавлением функции яичек близко к моменту убоя. Иммунизированные животные временно становятся похожими на кастратов, с аналогичным контролем запаха хряка и девиантного поведения. Однако разница во времени позволяет животным, которые были иммунологически кастрированы, развиваться как интактные хряки на протяжении большей части своей жизни, извлекая выгоду из естественно вызванных улучшений в части конверсии корма и состава туши [Bradford J. R., Mellencamp, 2013].

Иммунологическую кастрацию при выращивании хрячков используют в мире неравномерно: единственной европейской страной, где 15 % хрячков подвергаются иммунокастрации, является Бельгия, менее 10 % – в Швеции, Чешской Республике, Словакии, Румынии, Италии и Испании, 2,8 % – в Германии. В Бразилии и Австралии доля такого рынка превышает 50 % всех производимых хрячков [Mancini M. C., Menozzi D., Arfini F., 2017; Čandek-Potokar M., Škrlep M., Zamaratskaia G., 2017; D'Souza D. N., Hewitt R. J. E., van Barneveld R. J., 2018; De Briyne N. [et al.], 2018; Bonneau M., Weiler U., 2019].

Кроме того, иммунокастрацию широко используют в таких странах, как Новая Зеландия, Мексика, Чили, Колумбия и Аргентина [Weiler U. [et al.], 2021].

К. Kress с соавторами (2019) считают, что низкое использование иммунокастрации хрячков связано с отсутствием практического опыта и неопределенностью в части эффективности использования данного метода при выращивании свиней.

Распространению использования иммунокастрации хрячков в Европе по-прежнему препятствует сильное нежелание участников торговой сети использовать такую продукцию, основанное на предполагаемом неприятии потребителями этой практики. Основная проблема заключается в том, что существует мнение о влиянии потребления свинины от иммунокастратов на фертильность человека. Однако достоверно доказана и документально подтверждена безопасность данного продукта для потребителей [European Medicines Agency, 2010; Tomasevic I. [et al.], 2019].

В настоящее время на рынке контрацептивов известны следующие препараты для иммуокастрации: свиней – Improvac® и Valora® (Ceva Santé Animale, Либуэрн, Франция) [Dunshea F. R. [et al.], 2001], для крупного рогатого скота – Vopriva® (Zoetis Inc., Парсипанни, Нью-Джерси, США) [Janett F. [et al.], 2012], для лошадей – Equity® (Zoetis Inc., Парсипанни, Нью-Джерси, США) [Janett F. [et al.], 2009] и для диких животных – GonaCon® (Министерство сельского хозяйства США, Пакарелло, ID, США) [Miller L. A. [et al.], 2004]. Однако единственным продуктом, который был в 2009 г. одобрен Европейским Агентством по лекарственным средствам является Improvac® [European Medicines Agency, 2009].

Improvac® в качестве действующего вещества содержит гонадолиберин, конъюгированный с дифтерийным анатоксином. Вводится хрячкам вакциниатором за ухо подкожно в дозе 2 мл, начиная с двухмесячного возраста дважды с интервалом не менее четырех недель, вторая вакцинация проводится за 4–6 нед до убоя. В случае убоя иммуокастратов раньше или позже указанного срока повторного введения Improvac® необходимо провести пробу мяса варкой, так как возможно наличие неприятного запаха, при наличии которого мясо отправляют на промышленную переработку.

Действующие вещества Ceva Valora® – это смесь иммуногенных пептидов лютенизирующего рилизинг-гормона. Вакцина вводится парентерально в область шеи за ухом подкожно в объеме 1 мл хрячкам 8–12-недельного возраста, дважды с интервалом 8 нед. С целью предотвращения специфического запаха хряка, убой иммуокастратов на мясо разрешается не ранее 23-недельного возраста, при необходимости убоя ранее указанного срока мясо используется для промышленной переработки или кормления пушных зверей.

Кроме того, в 2022 г. в США компанией INSIGNA, INC. зарегистрирован препарат Eprivara (iNeuter), который позиционируется как альтернатива хирургической кастрации хряков или Improvest, а однократная его инъекция позволит снизить запах хряка путем ингибирования развития репродуктивных органов. Вакцинация затормозит развитие яичек, снизит выработку андрогенов, предот-

вратит агрессивное поведение и уменьшит привкус хряка в мясе. Оценка качества мяса показала, что у свиней, обработанных iNeuter, было меньше спинного жира, что привело к более высокому соотношению мышц в мясе поясницы того же веса. Однако другие параметры качества мяса остались неизменными.

В России разведение иммунокастрированных хрячков, предназначенных для убоя, регламентируется ГОСТом 31476-2012 «Свинина в тушах и полутушах. Технические условия», в соответствии с которым самцы могут быть кастрированы иммунологическим методом с помощью препарата, допущенного к применению в соответствии с нормативными документами, и регистрацией вакцины Импровак в Государственном реестре лекарственных средств для ветеринарного применения (№ 840-3-6.13-1734 № ПВИ-3-4.7/02287).

Препарат Improvac® не токсичен и не обладает побочным действием для хрячков даже при многократном применении. В ходе исследования, проведенного F. R. Dunshea с соавторами (2001), G. Zamaratskaia с соавторами (2008), C. Pauly с соавторами (2009), M. Gispert с соавторами (2010), J. Kauffold с соавторами (2010), а также J. H. Agudelo Trujillo с J. F. Estrada Pineda и P. A. G. González's (2011), установлено, что хряки хорошо переносят вакцинацию и препарат не вызывает значительного негативного побочного действия. Эффективность вакцины подтверждена опытом его многолетнего использования в таких странах мира, как: Бразилии, США, Австралии, странах Евросоюза, Китае [Сорокин М., 2009].

В целях использования в полной мере генетического потенциала интактных хрячков иммунокастрацию целесообразно проводить на завершающем этапе откорма [Zamaratskaia G., Rasmussen M. K., 2015]. Первая доза вакцины укрепляет иммунную систему хряка, но не вызывает у него каких-либо существенных физиологических изменений, а ревакцинация уже стимулирует выработку специфических антител, которые подавляют функцию семенников. С точки зрения благополучия процедура введения препарата, очевидно, менее вредна для свиней по сравнению с хирургической кастрацией без анестезии или обезболивания [Nautrup B. P. [et al.], 2018]. Функция семенников

у самцов подавляется через 14 дней после бустерного введения вакцины, в этот период отмечается наиболее высокий титр антител против LHRH и проявляется эффект кастрации.

М. Čandek-Potokar с N. Batorek Лукач и E. Labussière (2015) считают одной из альтернатив физической кастрации хрячков иммунную кастрацию, состоящую из двух прививок против гонадотропин-рилизинг-гормона, что активизирует их естественную иммунную систему, устраняет болевой синдром, предотвращает проявление агрессивного и полового поведения, а также решает проблему запаха хряка.

Андростенон – мужской гормон, который образуется в клетках Лейдига и имеет запах, похожий на запах мочи [Squires E. J., Bone C., Cameron J., 2020]. Скатола – метаболит аминокислоты триптофана с фекальным запахом, который синтезируется путем микробной деградации в толстой кишке [Han X., Zhou M., Cao X. [et al.], 2019; Aluwé M., Neyrman E., Kostyra E. [et al.], 2022]. Было показано, что иммунокастрация эффективно предотвращает накопление запаха хряка в жировой ткани за счет снижения синтеза стероидных гормонов в семенниках [Lin-Schilstra L., Fischer A. R. H., 2022]. Однако из-за кратковременности эффекта кастрации для контроля запаха хряка требуется несколько доз вакцины ГнРГ, а вторую вакцинацию целесообразно проводить за 4–6 нед до убоя, а для половозрелых хрячков с высоким весом требуется и третья вакцинация, что увеличивает затраты [Wang C., Yang C., Zeng Y. [et al.], 2023].

Для достижения эффекта хирургической кастрации иммунологическая кастрация подсвинков использует естественную иммунную систему хрячка. В состав вакцины входит физиологически неактивный аналог гонадотропин-рилизинг-гормона, который не обладает гормональной активностью, но содержит необходимые антигенные детерминанты для стимуляции эффективного ответа. Таким образом, образование стероидных гормонов затрудняется, в результате чего происходят нарушение функции репродуктивных органов и направленные метаболические изменения, что нивелирует агрессивное поведение,

способствует повышению аппетита, потреблению корма и интенсивности роста [Škrlep M. [et al.], 2014].

Сроки бустерной вакцинации имеют важное значение для нахождения оптимального баланса между недостатками и преимуществами разведения интактных хряков и боровов [Aluwe M. [et al.], 2016]. В соответствии со стандартным протоколом производитель вакцины рекомендует проводить иммунокастрацию дважды с интервалом не менее четырех недель при условии, что вторая доза вакцины вводится за четыре–шесть недель до убоя. Последние же исследования показали, что данный период может быть сокращен или увеличен без снижения эффективности в течение как минимум десяти недель после второй вакцинации [Claus R. [et al.], 2008; Zamaratskaia G. [et al.], 2008; Einarsson S. [et al.], 2009; Lealiifano A. K. [et al.], 2011; Kubale V. [et al.], 2013].

Исследование F. Schmoll с соавторами (2009) показало, что период от ревакцинации до убоя продолжительностью четыре–пять недель позволяет полностью устранить запаха хряка, который в большинстве стран мира является главным органолептическим показателем для использования свинины в пищу.

По мнению D. Werner с соавторами (2021) ранняя иммунизации (3-я неделя и 7-я неделя) также может быть применена на этапе выращивания поросят без отрицательных последствий для производственных показателей. Тем не менее, доза, примененная в данном испытании, привела к более высокой частоте заражения запахом хряка в сравнении со стандартной схемой иммунизации. Не смотря на то, что значения тестостерона были выше у рано иммунокастрированных подсвинков, частота проявления у них девиантного поведения не увеличилась, а гистологическое исследование семенников подтвердило их бесплодие.

Вакцинация препаратом Импровак может быть использована в качестве альтернативы рекомендуемому графику иммунокастрации с сохранением контроля запаха хряка и секреторной активности семенников и в возрасте 10 и 14 нед [Brunius C. [et al.], 2011].

М. Aluwe с соавторами (2016), анализируя ежедневное потребление корма, среднесуточный прирост, оплату корма продукцией, вкусовые и качественные характеристики свинины при повторной вакцинации за 4 и 6 нед до убоя, не установили достоверных различий между данными показателями, но увеличение времени после второй инъекции на две недели снизило агрессивное и половое поведение.

В зависимости от сроков введения бустерной дозы метаболические процессы в организме иммунокастратов могут приобретать свойства боровов или хряков со всеми соответствующими преимуществами и недостатками. При этом наиболее близки к хирургическим кастратам были хряки, получившие три дозы вакцины [Pinna A. [et al.], 2015].

При увеличении продолжительности периода между второй вакцинацией и реализацией на убой физиологические показатели иммунокастратов приближаются к аналогичным показателям боровов [Andersson K. [et al.], 2012]. А по мнению М. Aluwé (2020) увеличение продолжительности периода между бустерной вакцинацией и убоем (6–7 недель вместо 4) может улучшить качество мяса в части заражения запахом хряка. Однако в данном случае необходимо учитывать технические особенности производства и, следовательно, экономические показатели.

М. Martinez-Macipe с соавторами (2016) и М. Izquierdo с соавторами (2013) считают, что в случае необходимости выращивания иммунокастратов до достижения высокой живой массы, вакцинация в некоторой степени может быть обратимой, что требует проведение трех прививок. При иммунокастрации половозрелых хряков также может потребоваться трехкратная вакцинация [Allison J. [et al.], 2009; Pinna A. [et al.], 2015].

Проведение третьей вакцинации у хряков с высокой живой массой может быть трудоемким процессом. Поэтому после введения второй дозы препарата необходимо провести мониторинг развития семенников и изучить поведение животных для выявления особей, не отвечающих на вакцинацию, что также требует дополнительных трудозатрат. Кроме этого, риск самоинъ-

екции рабочих также можно рассматривать как недостаток процедуры [Kress K. [et al.], 2019].

Однако на линии убоя выявляется от 1 до 3 % хряков, которые не реагируют на вакцинацию из-за плохого иммунологического ответа или технически неправильной процедуры [Jaros P. [et al.], 2005; Font-i-Furnols M. [et al.], 2012; Škrlep M. [et al.], 2012; Kubale V. [et al.], 2013].

После ревакцинации у иммунокастрированных хряков метаболизм меняется на кастратоподобный, с увеличенным потреблением корма и отложением жира. Чем продолжительнее период между введением бустерной дозы и убоем, тем больше отличаются показатели вакцинированных и интактных хряков и (или) соответствуют боровам [Lealiifano A. K. [et al.], 2011; Škrlep M. [et al.], 2012].

G. Zamaratskaia с соавторами (2008, 2012) установили, что вакцинация препаратом Improvac® приводит к регрессии семенников и снижению синтеза и накопления андростенона и скатола, высокая концентрация которых вызывает появление запаха хряка. Это подтверждается данными F. R. Dunshea с соавторами (2001), которые выявили весьма значительное снижение уровня тестостерона и подавление роста семенников, по крайней мере, в течение четырех недель после вакцинации бустерной дозой: при убое длина и масса семенников, а также бульбоуретральных желез была примерно на 50 % меньше, чем у хряков. В данном исследовании снижение уровня тестостерона не оказало отрицательного влияния на интенсивность роста вакцинированных препаратом Improvac® свиней, они превосходили хряков по среднесуточному приросту, конверсии корма и постности туш.

В исследованиях O. Mitjana с соавторами (2020), иммунокастрация у хряков вызвала снижение сперматогенеза и клеток Лейдига, а также изменения в дополнительных репродуктивных железах. При этом наблюдалось меньшее развитие половых органов и меньшая концентрация гормонов (тестостерона и эстрогенов), а эффект вакцинации сохранялся в течение 8 нед после последней инъекции.

В тоже время D. Mörlein с соавторами (2024) считают, что в контексте свинины такое же обонятельное значение, как и скатол, имеет 2-aminoacetophenone.

Влияние различных схем вакцинации на функцию семенников изучали и S. Zoels с соавторами (2020), которые не обнаружили значительной корреляции между концентрацией в хребтовом шпике андростенона и скатола у интактных и иммунокастрированных самцов. В жировой ткани хряков была выявлена более высокая концентрация андростенона ($407,8 \pm 291,6$ нг/г) по сравнению с вакцинированными животными ($111,6 \pm 188,8$ нг/г) и скатола – $125,6 \pm 88,4$ нг/г и $73,0 \pm 49,5$ нг/г соответственно.

Содержание андростенона в жировой ткани иммунокастратов в опытах J. Aleksic с соавторами (2020) было ниже пределов обнаружения, а средний уровень андростенона в жировой ткани хряков составил $0,66 \pm 0,13$ мкг/г.

B. Woźniak с соавторами (2020) обнаружили скатол в жидкости ротовой полости у хряков, но не выявили наличие индола и андростерона, пробы, взятые после иммунологической кастрации тестируемых соединений не содержали.

В случае необходимости кастрации половозрелого хряка на завершающем этапе разведения иммунологическая кастрация позволяет избежать травматичной хирургической операции, которая все еще практикуется во многих странах в целях предотвращения появления запаха хряка. Сравнительная оценка проявления запаха хряка, сперматогенеза и снижения веса у взрослых хряков, подвергшихся хирургической или иммунокастрации (препаратом Innosure®, Pfizer Inc) в возрасте 29 мес, с введением бустерной дозы через четыре недели, показала, что у физических кастратов среднесуточный прирост снизился на 172 г, в то время как у вакцинированных животных не изменился, отсутствие дефекта мяса у всех подопытных самцов и более низкий сперматогенез у иммунокастратов. Таким образом, иммунологическая кастрация является эффективной и гуманной альтернативой кастрации для хряков [Agudelo Trujillo J. H., Estrada Pineda J. F., González's P. A. G., 2011].

Иммунологическая кастрация также эффективна при крипторхизме и позволяет избежать более сложной хирургической процедуры или еще более высо-

кого риска заражения мяса запахом хряка, если животное не кастрировать [Gutzwiller A., Ampuero Kragten S., 2013].

По мнению С. Wang с соавторами (2023) иммунокастрация имеет ряд преимуществ, таких как снижение стресса у животных, снижение риска инфекций и осложнений, связанных с хирургической кастрацией, значительное улучшение благополучия животных и относительная простота внедрения в производственных условиях. Поэтому иммунокастрация может оставаться безопасной альтернативой хирургической кастрации в будущем. С другой стороны, страх перед реакцией общественности остается ее самым слабым местом, несмотря на обнадеживающие результаты последних потребительских исследований.

1.3 Продуктивные качества молодняка свиней в зависимости от паратипических факторов

С. Pauly с соавторами (2009), Quiniou с соавторами (2010) и E. J. Squires (2014) отметили следующие отличия интактных хряков в сравнении с кастратами: интенсивность роста на 11–13 % выше, потребление корма на 9–11 % меньше, оплата корма продукцией на 10–14 % эффективней, постность туши на 16–20 % больше.

Использование препарата «Импровак» для иммунокастрации хрячков в ОАО «Славино» Кемеровской области способствовало снижению возраста достижения массы 100 кг и затрат корма на 1 кг прироста живой массы боровов соответственно на 2,6 и 16,7 % и повышению интенсивности роста на 18,4 % [Алексеев Л. Ю., Чалова Н. А., 2019].

В своих исследованиях D. D. Voleg с соавторами (2014) установили повышение интенсивности роста иммунологических кастратов, в сравнении с хирургическими: в конце откорма их живая масса на 1,8–4,5 кг превышала аналогичный показатель боровов. Однако убойный выход у вакцинированных животных на 1,5 % меньше из-за наличия семенников, лучшего развития внутренних половых органов, кишечной массы, наполнения кишечника и более тяжелых

внутренних органов. Несмотря на эту разницу, у них на 4,9 % больше выход постного мяса и меньше колебания по массе тела.

По мнению же С. Zomeño с соавторами (2023) более низкий убойный выход у иммунокастрированных хряков, по сравнению с боровыми и хряками, объясняется большей массой печени и почек. При этом процент постного мяса аналогичен хирургически кастрированным животным, и в обоих случаях ниже, чем у интактных хряков.

Для откорма хряков, по сравнению с физическими и иммунологическими кастратами, требуется меньше ресурсов для производства аналогичного количества продукции благодаря более эффективному использованию корма, снижению выделения азота и более высокому уровню накопления белка [Weiler U., Stefanski V., Von Borell E., 2016; Von Borell E. [et al.], 2009].

Таким образом, хряки более эффективны в период откорма, но создают проблемы с точки зрения качества продукции и благополучия животных [Weiler U. [et al.], 2009; Reiter S. [et al.], 2017; Rydhmer L. [et al.], 2006].

Интенсивность роста и физиологическая активность иммунокастратов до второй вакцинации аналогичны продуктивности интактных хряков. С. Metz с соавторами (2002) и G. Zamaratskaia с соавторами (2008) высказали предположение, что более высокие среднесуточные приросты иммунокастратов являются результатом анаболических процессов, обусловленных действием стероидных гормонов семенников, и в первую очередь тестостерона. Аналогичная закономерность, но меньшего эффекта, отмечена у интактных хряков.

С. Oliviero с соавторами (2016) обнаружили, что у 32 % хряков, забитых в возрасте 25 нед, уровни андростенона и/или скатола в образцах хребтового шпика превышали пороговое значение для запаха хряка в мясе и превосходили иммунокастратов: $0,77 \pm 0,55$ и $0,09 \pm 0,06$ мкг/г против $0,20 \pm 0,25$ и $0,06 \pm 0,03$ мкг/г соответственно. В тоже время не была выявлена разница между вакцинированными и интактными животными по среднесуточному приросту, коэффициенту конверсии корма, проценту постного мяса и толщине хребтового шпика, но мясо иммунокастрированных хряков имело более высо-

кий рН и лучший цвет, чем мясо некастрированных самцов, что свидетельствует о незначительном повышении его качества.

S. Millet с соавторами (2011), N. Batorek с соавторами (2012) и F. R. Dunshea с соавторами (2013) установили существенное увеличение потребления корма иммунокастратами (на 450 г в сутки) по сравнению с хряками. После повторной вакцинации потребление корма иммунокастратами было выше на 105 г в день по сравнению с хирургическими кастратами. Данная закономерность обусловлена сокращением выработки андрогенов и эстрогенов, которые снижают потребление корма и активность социально-полового поведения. При этом на протяжении всего периода выращивания иммунологически кастрированные хряки превосходили боровов по затратам корма на 8,4 %, среднесуточному приросту – на 4,3 % и толщине шпика – на 1,17 мм, что соответствует мировым результатами, за исключением интенсивности роста [Cronin G. M. [et al.], 2003].

Исследования М. Повод совместно с I. Lozynska и E. Samokhina (2019), проведенные на Глобинском свинокомплексе ООО «НПП», показали преимущества использования иммунокастрации хряков по сравнению с традиционным механическим методом: среднесуточный прирост в период откорма и живая масса в конце откорма у вакцинированных животных были на 10 г и на 3,9 кг соответственно выше, а среднесуточное потребление корма и затраты корма на единицу продукции соответственно на 0,12 кг и на 0,20 кг ниже, чем у боровов. Себестоимость 1 кг свинины иммунологически кастрированных хряков была на 8,9 % ниже, а выручка от реализации продукции на 2,3 % выше.

Увеличение потребления иммунокастратами корма стимулирует их интенсивность роста: после второй вакцинации среднесуточный прирост был соответственно на 145 и 117 г выше по сравнению с боровами и кастратами [Millet S. [et al.], 2011; Batorek N. [et al.], 2012; Dunshea F. R. [et al.], 2013], что оказало влияние на оплату корма продукцией, которая улучшилась по отношению к хирургическим кастратам на 0,10 ед., но снизилась в сравнении с интактными хряками на 0,35 ед. За весь период откорма иммунокастраты занимали промежуточное поло-

жение между традиционно кастрированными хрячками и хряками, поскольку физиологически они до второй вакцинации и некоторое время после нее остаются хряками, но в сравнении с которыми были менее продуктивны.

Высокая конверсия корма у вакцинированных хряков, обусловленная меньшими затратами корма и высокой интенсивностью роста, обеспечивает повышение экономической эффективности выращивания иммунокастратов по сравнению с боровыми [Xue J. L., Dial G. D., Pettigrew J. E., 1997; Turkstra J. A. [et al.], 2002; Pauly C. [et al.], 2007].

По мнению L. Huber с соавторами (2017), M. Vonneau с U. Weiler (2019) эффективность использования корма и качество туши иммунокастратов занимают промежуточное положение между хирургическими кастратами и хряками, а качество мяса сравнимо с качеством мяса физических кастратов.

В некоторых исследованиях интенсивность роста и ежедневное потребление корма у иммунокастратов были выше, чем у боровов, но разница по затратам корма на единицу продукции была не достоверной. Лучшую конверсию корма показали кастрированные подсвинки и иммунокастраты, при этом их живая масса в конце откорма и ежедневное потребление корма различались незначительно. Толщина шпика у иммунокастратов была меньше, чем у кастратов, но выше, чем у интактных хряков – соответственно 12,84; 14,79 и 9,80 мм [Velarde A., Fàbrega E., Soler J., 2011].

N. Vatorek с соавторами (2012) изучали влияние ограниченного типа кормления после повторной вакцинации на эффективность использования иммунокастратами корма и снижение осаленности туш и установили, что данная стратегия способствовала снижению затрат корма на единицу продукции даже при более низкой интенсивности роста, а затраты были на уровне значений интактных хряков, получавших кормление вволю.

Это противоречит результатам, полученным Quiniou с соавторами (2012): использование ограниченного кормления иммунокастратам после введения второй дозы вакцины не привело к снижению затрат корма на 1 кг прироста при низких среднесуточных приростах.

Высокое потребление корма после второй вакцинации способствовало увеличению отложения жира и, соответственно, снижению содержания постного мяса в тушах иммунокастратов – на 1,5 % по сравнению с хряками [Pauly C. [et al.], 2009; Millet S. [et al.], 2011; Batorek N. [et al.], 2012a]. Толщина шпика в течение всего периода выращивания была на 2,64 мм меньше, чем у хирургически кастрированных свиней, но на 1,53 мм больше, чем у хряков [Dun-shea F. R. [et al.], 2013].

В исследованиях D. L. Thompson (2000), F. R. Dunshea с соавторами (2001), W. T. Oliver с соавторами (2003), C. Pauly с G. Bee (2007), F. Schmoll с соавторами (2009) туши вакцинированных хряков были более постными и имели меньшую толщину шпика по сравнению с хирургически кастрированными животными. Такой результат обусловлен, скорее всего, действием тестостерона, так как данный половой гормон способствует росту мышечной ткани и имеет отрицательную корреляцию с массой жировой ткани в организме и до ревакцинации остается на высоком уровне [Spencer G. S. G., 1985; Florini J. R., 1987; Schneider F. [et al.], 1998].

Отложение жира у иммунокастратов в значительной степени зависит от времени иммунизации – продолжительности периода между последней иммунизацией и убоем [Lealiifano A. K. [et al.], 2011] и, возможно, применяемой стратегией кормления. Однако использование ограниченного кормления не оказывало существенного влияния на отложение жира и постность туши иммунокастратов [Dos Santos [et al.], 2012; Quiniou N. [et al.], 2012] или только снижало толщину шпика [Batorek N. [et al.], 2012]. Отсутствие у иммунокастратов влияния ограниченного кормления на постность туши, скорее всего, объясняется коротким периодом его использования.

M. Gispert и M. Font (2011) считают, что вакцинация против гонадотропин-рилизинг-гормона не влияет на качество мяса, за исключением внутримышечного жира, который имеет тенденцию к увеличению. При иммунокастрации получают туши, которые в спинной части похожи на туши хирургически кастрированных самцов, тогда как в области окорока они равноценны тушам свинок.

В тоже время кастрированная группа (хирургически- и иммунокастрированные животные) показала значительно более высокий процент подкожного жира и более низкий процент расчетной мышечной ткани. Однако в области окорока иммунокастрированные животные были на том же уровне, что и хряки, что свидетельствует о том, что окорок, полученный от иммунокастрированного самца, будет постнее, чем от борова.

Жировая ткань боровов содержит больше насыщенных и меньше полиненасыщенных жирных кислот и меньше воды, что делает их жир более твердым, а во время хранения и созревания продуктов сухого вяления – более устойчивым к прогорканию. Однако более насыщенный жир менее полезен для здоровья [Nautrup В. Р., 2018].

Более высокая концентрация полиненасыщенных жирных кислот в жировой и мышечной тканях и более высокое содержание белка в тушах интактных хряков указывают на преимущества этого мяса для потребителей по сравнению с мясом боровов. Однако жировая ткань хряков мягче и менее устойчива к окислению, что ухудшает качество продукта при производстве бекона [Squires E. J., Vonneau M., 2014].

При этом M. Vonneau с U. Weiler (2019), G. Вее с соавторами (2020) установили, что интактные хряки дают меньше ненасыщенного жира, что непригодно для производства высококачественных продуктов сухого вяления.

Из 34 исследований, проведенных в 19 странах, при органолептической оценке качества мяса вакцинированных препаратом Ипровак хряков, в 50,0 % случаев такую свинину оценили как эквивалентную мясу хирургически кастрированных хряков, в 23,5 % – как эквивалентную мясу хирургически кастрированных хряков, лучше свинины хряков, в 17,7 % – лучше мяса некастрированных хряков, в 5,9 % – лучше (немного лучше) мяса кастрированных самцов и в 2,9 % – отрицательно [Крейн Джон П., Аллисон Джеймс Р. Д., 2018].

Регистрационные исследования FDA США показали, что обученные специалисты смогли идентифицировать мясо от интактных хряков, но не смогли

отличить свинину от хирургически- или иммунологически кастрированных свиней. Потребители также не посчитали качество свинины от иммунологически кастрированных животных хуже мяса боровов. В совокупности эти результаты показывают, что иммунологическая кастрация эффективна для снижения запаха хряка до уровней, равных или ниже физических кастрированных животных [Bradford J. R., Mellencamp M. A., 2013].

T. Needham совместно с L. C. Hoffman (2015) считают, что иммунокастрация не оказала существенного влияния на физическое качество мяса, а также на химический состав. При этом отмеченные различия можно считать биологически незначительными.

При определении уровня общих, незаменимых и заменимых аминокислот в мышечной ткани кастратов и хряков, Z.-W. Cai с соавторами (2010) выявили преимущество мяса боровов. Учитывая пищевую ценность белков и профиль жирных кислот, мясо кастратов, таким образом, оказалось более благоприятным с точки зрения здоровья человека. Кастрация продемонстрировала значительное влияние на аминокислотный и жирно-кислотный состав мышц у самцов свиней. В тоже время I. Bahelka с соавторами (2020) установили, что у хряков, по сравнению с кастратами, было более высокое содержание почти всех незаменимых аминокислоты, за исключением цистеина.

При изучении качества мяса физических и иммунологических кастратов И. Б. Баньковская, Н. Г. Повод и В. И. Садковский (2019) установили, что процессы созревания мышечной ткани у подопытных животных были схожи, но у вакцинированных боровов выявлены более низкие показатели влагоудерживающей способности и содержания внутримышечного жира.

Исследования, проведенные на свиноводческих предприятиях России, показали эффективность использования вакцины Импровак при выращивании подсвинков по сравнению с боровами, выращенными по традиционной технологии: по интенсивности роста – на 5,2 % (635 г против 603 г), по затратам корма на 1 кг прироста – на 8,0 % (3,56 кг и 3,87 кг соответственно), по толщине шпика над 6–7-м грудными позвонками – на 20,0 % (23,05 мм против 28,82 мм),

по выходу постного мяса – на 3,4 % (соответственно 57,7 и 55,8 %). Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования данного приема для повышения продуктивных качеств свиней (Сорокин М., 2009).

R. Bilskis (2014) установил, что с 60-дневного возраста до первой вакцинации и от первой до бустерной вакцинации среднесуточный прирост был выше у хирургически кастрированных свиней соответственно на $0,08 \pm 0,04$ кг и $0,15 \pm 0,03$ кг. После второй вакцинации иммунокастраты превосходили боровов по интенсивности роста на $0,24 \pm 0,1$ кг, по живой массе и массе туш – на $2,02 \pm 3,93$ кг и $0,93 \pm 0,42$ кг соответственно, по глубине мышцы – на $0,04 \pm 0,38$ мм, по постности туши – на $1,93 \pm 0,71$ %, а размер семенников и их придатков был меньше. За время эксперимента различий в сохранности подопытных животных не выявлено: уровень падежа составил 14,43 %, что соответствует технологическим нормативам (10–15 %). В данном исследовании иммунокастрация не оказала влияния на биохимические показатели крови, а их средние значения находились в границах физиологической нормы.

Мясо иммунологически кастрированных свиней было более водянистым и отличалось светлой окраской и большим содержанием золы, но содержание шпика и аминокислоты оксипролина было выше в мясе боровов. Данные результаты подтверждаются другими авторами о том, что иммунокастрация влияет на постность и водянистость мяса, содержание золы, грудного шпика [Gispert M. [et al.], 2010], но не оказывает действия на pH мяса и его потери при варке [Pauly C. [et al.], 2009; Škrlep M. [et al.], 2012].

M. Gispert с соавторами (2010) и R. Stupka с соавторами (2017) не установили разницу по качеству мяса между иммунокастраатами, механическими кастратами и хряками, хотя содержание внутримышечного жира было выше у боровов (2,5 %) в сравнении с интактными хряками (1,8 %).

Аналогичные данные по качеству мяса получены F. R. Caldara с соавторами (2013): запах мяса, внешний вид, нежность, сочность и вкус мяса кастрированных, иммунокастрированных животных и интактных хряков не различались, но у иммунокастратов толщины шпика между 7-м и 8-м груд-

ными позвонками и точкой P₂ были ниже, а температуры туши через 45 мин после убоя – выше, однако это не оказало влияния на качество мяса и скорость снижения рН после убоя.

Дополнительным параметром эффективности иммунокастрации, по мнению M. Vonneau (2010), V. Kubale с соавторами (2013) и M. Gogić с соавторами (2019), служит вес и размеры репродуктивных органов вакцинированных хряков, у которых данные показатели значительно ниже в сравнении с интактными хряками.

Результаты исследования M. Gispert с соавторами (2010) и K. В. Kress (2020) подтвердили, что вакцинация хряков препаратом Improvac приводит к уменьшению семенников и их придатков.

Однако Pauly с соавторами (2009) после исследования 52 иммунокастрированных хряков выявили среди них животных, у которых размер и масса семенников были даже больше, чем у интактных. До настоящего времени объяснений этому факту не найдено, а результаты свидетельствуют о том, что развитие семенников не может быть использовано в качестве надежного индикатора эффективности вакцинации [Oonk H. В. [et al.], 1995]. Ученые считают, что на размер семенников также влияет масса животного и предлагают при оценке эффективности иммуновакцинации учитывать не только массу семенников, но и общий вес туши.

M. Vonneau (2010) высказано предположение, что более надежным способом выявления хряков, которые не ответили на вакцинацию, является измерение массы пузырьковидных желез. Работы M. Čandek-Potokar в соавторстве с M. Prevolnik и M. Škrlep (2014) показали, что наиболее эффективным методом выявления данного дефекта является информация о массе всех репродуктивных органов хряка. Для подозрительных туш иммунокастратов целесообразно, в дополнение к изучению развития репродуктивных органов, для выявления запаха хряка на линии убоя применять экспресс-методы, основанные на органолептической оценке жировой ткани при нагревании.

Традиционно наличие запаха хряка в туше оценивали на основании органолептической оценки образца шпика шеи, но новые исследования R. Wesoly

в соавторстве с V. Stefanski и U. Weiler (2016) показали более высокую концентрацию скатола и индола в брюшном жире, поэтому предложено для оценки наличия дефекта свинины, который проявляется неприятным запахом хряка, использовать жир брюшной части туши.

Использование на перерабатывающих предприятиях сырья, полученного от некастрированных хряков, для производства мясных продуктов на сегодняшний день вызывает множество спорных вопросов, связанных с специфическим запахом, который в готовой продукции проявляется неприятными вкусоароматическими свойствами [Ревуцкая Н. М., Насонова В. В., Кузнецова Т. Г., Лазарев А. А., 2019].

Кроме того, при производстве продуктов из свинины характеризующим консистенцию, сочность и выход готовых изделия является содержание влаги в мясе, которую можно разделить на прочносвязанную и слабосвязанную влагу.

И. А. Рогов в соавторстве с Л. В. Антиповой, Н. И. Дунченко и Н. А. Жеребцовым (2000) считают, что большое содержание слабосвязанной влаги в мясном сырье приводит к размягчению и пластификации фаршевой системы в целом. При этом при термической обработке такая влага быстро уходит из продукта, что уменьшает выход готовых изделий. При увеличении прочносвязанной влаги, наблюдается улучшение структурно-механических показателей мяса и подготовленного из него фарша, технологически наиболее важной является прочносвязанная влага.

В технологии производства мясных продуктов качество влаги в мясе и ее влияние на функционально-технологические свойства можно определить через анализ влагосвязывающей (ВСС) и влагоудерживающей (ВУС) способности белком мяса. ВСС можно охарактеризовать, как способность белков мяса удерживать определенное количество влаги. ВУС – это количество влаги, которое белки мяса могут удержать после термической обработки.

Прогнозирование сроков годности, а также рекомендации о режимах хранения возможны при анализе активности воды, с помощью показателя при A_w . Ак-

тивность воды не связана с относительной влажностью готового продукта, так как это отношение парциального давления паров воды над продукцией к отношению парциального давления паров над водой при одинаковой температуре. В первую очередь активность воды влияет на развитие и жизнедеятельность микрофлоры продукта. Известно, что диапазон A_w от 0,90 до 0,94 является оптимальным для развития микрофлоры. При его снижении, развитие микрофлоры замедляется. Несмотря на это, дрожжи и многие плесневые грибы хорошо себя чувствуют при A_w от 0,85 до 0,65 [Галкин А. В., Трепалина Е., 2017].

От этих показателей зависит выход продукта после термической обработки и органолептические показатели готовых изделий (сочность, нежность) [Падохин В. А., Кокина Н. Р., 2007]. На показатели ВСС и ВУС в первую очередь влияет рН мясного сырья. Ученными Л. А. Борисенко совместно с А. А. Борисенко и А. А. Брачихиным (2004) была выведена эмпирическая зависимость ВСС от рН, которая может быть выражена в виде формулы $VSS=f(pH)$. Доказанная закономерность подчинения ВСС как функции от рН, свидетельствует об изменении ВСС при смещении рН в пределах от 0,15 до 0,25 ед. При этом, изменение ВСС мясного сырья может варьировать от 10 до 20 %.

Результаты исследований, посвященных изучению целесообразности использования мясного сырья интактных или иммунокастрированных хряков при производстве различных видов вареных или реструктурированных ветчин или мяса, не показали различий по выходу готового продукта, по текстурным или сенсорным признакам (кроме запаха хряка) между хряками и боровами [Uprmann M., Hölscher M., Nolte T. [et al.], 2016]. А К. А. Jones-Hamlow с соавторами (2015) не нашли различий в текстурных, сенсорных, окислительных характеристиках или сроках хранения свиных кореек и колбас, при изготовлении которых использовалось сырье различных половых групп свиней. При этом L. Meier-Dinkel с соавторами (2016) заявили о том, что качество мясного сырья от иммунокастратов и боровов было сопоставимым.

По мнению М. Škrlep с соавторами (2020) использование сырья от интактных и иммунокастрированных хряков может повлиять на характеристики гото-

вых мясных продуктов из-за изменений качества жира и мышечной ткани. Наибольшие различия наблюдались между изделиями, изготовленными из сырья боровов и хряков, при этом характеристики иммунокастратов часто имели промежуточные значения и/или представляли собой улучшенные качества хряков. Тем не менее, знание различий между показателями готового мясного продукта, изготовленного из сырья свиней различных половых групп, в дополнение к тщательному мониторингу качества сырья имеет важное значение для оптимизации производства.

S. Botelho-Fontela с соавторами (2024) считают, что при определенных протоколах иммунокастрация зарекомендовала себя как безопасная альтернатива хирургической кастрации. Несмотря на значительные различия в некоторых параметрах, вакцинация не влияет отрицательно на общее качество мяса с точки зрения потребителя. Поэтому в случаях, когда невозможно провести хирургическую кастрацию, эта практика представляет собой жизнеспособную альтернативу для производства традиционных и вяленых мясных продуктов.

* * *

Таким образом, анализ литературных источников позволяет сделать заключение о том, что применяемая при выращивании молодняка свиней для реализации на убой хирургическая кастрация хрячков имеет свои преимущества и недостатки. К первым относятся следующие моменты: позволяет контролировать агрессивное и сексуальное поведение самцов в период полового созревания, избежать накопления запаха хряка, повысить убойный выход и улучшить качество мышечной и жировой ткани. При этом хирургическая кастрация – это патология организма, которая противоречит принципам ответственного животноводства и приводит к снижению окислительных процессов в организме боровов, они становятся флегматичными, в результате чего увеличивается отложение жира в ущерб развитию мышечной ткани. После операции снижается уровень андростенона и концентрация анаболических гормонов, что от-

рицательно влияет на интенсивность роста свиней и эффективность оплаты корма продукцией, повышаются трудозатраты в связи с выполнением данной процедуры. Поэтому перед исследователями стоит задача поиска технологических приемов, в которых будут использованы положительные и устранены отрицательные моменты традиционной хирургической кастрации.

В качестве альтернативы хирургическому удалению семенников предлагается рассматривать разведение интактных хряков или использовать иммунологическую кастрацию подсвинков. Выращивание хряков имеет преимущество перед иммунокастратами, но их мясо имеет неприятный запах и посторонний вкус, которые ощущаются при кулинарной обработке и во время еды, и снижают потребительские свойства свинины.

В связи с этим возникает необходимость изучения целесообразности использования при выращивании выбракованных ремонтных хрячков альтернативных решений, которые смогут обеспечить животным благополучие, будут экономически эффективными и позволят приводить продукцию свиноводства высокого качества.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена в течение 2019–2024 гг. на кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». Лабораторные исследования проведены в ФГБУ «Краснодарская межобластная ветеринарная лаборатория». Производственные опыты выполнены в условиях «Племенная ферма на 1150 свиноматок» АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края с применением современных методов. Схема исследований представлена на рисунке 1.

За пять дней до предполагаемого опороса свиноматок перевели на участок содержания подсосных поросят. В день опороса всех хрячков идентифицировали с помощью ушной метки и индивидуально взвесили. В соответствии с технологией, принятой в хозяйстве, на третий день поросятам купировали хвосты и ввели железосодержащий препарат.

Формирование подопытных групп осуществляли в два этапа, в соответствии со схемой отбора, из чистопородных хрячков породы йоркшир, не прошедших после первого отбора в группу ремонтного молодняка.

На первом этапе: в 14-дневном возрасте хрячков, не прошедших отбор для ремонта собственного стада по результатам визуальной оценки с учетом племенной ценности матери и отца, по принципу рандоминации распределили на две подопытные группы: хрячки контрольной группы были хирургически кастрированы, а опытной – остались интактными (таблица 1).

Таблица 1 – Формирование подопытных групп на первом этапе

Группа	Количество, гол.	Показатель
Контрольная	40	Хирургически кастрированный молодняк
Опытная	80	Интактные хрячки

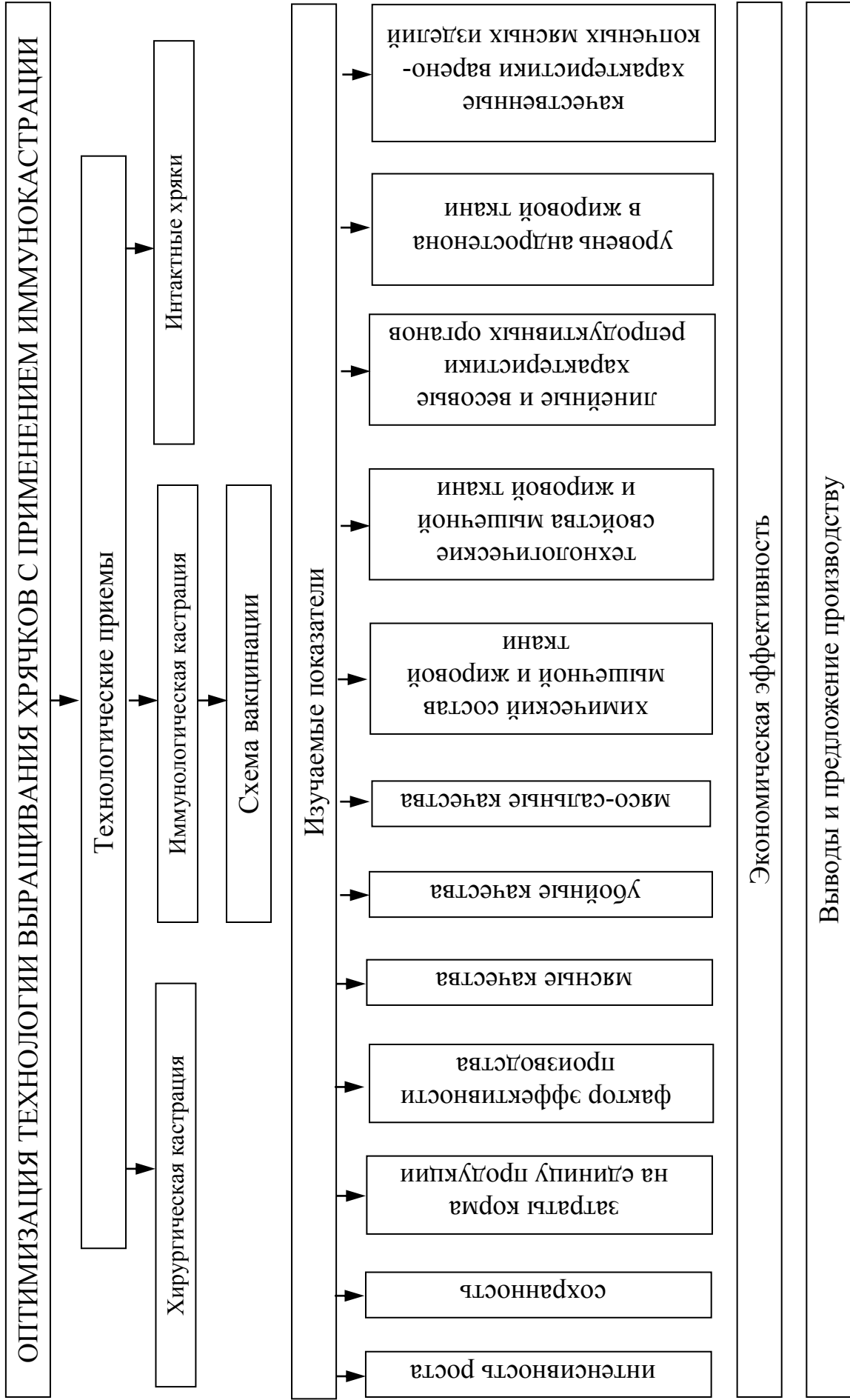


Рисунок 1 – Схема исследований

Хирургическая кастрация проводилась без анестезии, с удалением обоих яичек после местной дезинфекции, с одним поперечным разрезом мошонки скальпелем и перерезанием семенных канатиков.

После отъема от свиноматок в возрасте 30 дней подопытный молодняк был переведен в зону доращивания, где содержался до достижения возраста 77 дней.

На втором этапе: при переводе подопытных животных на участок контрольного выращивания (в возрасте 77 дней) хрячков опытной группы также по методу рандоминации распределили на две: I опытная – иммуновакцинированные, II опытная – интактные подсвинки (таблица 2).

Таблица 2 – Формирование подопытных групп на втором этапе

Группа		Количество, гол.	Показатель
Контрольная		36	Хирургически кастрированный молодняк
Опытная	I	39	Иммунокастрированный молодняк
	II	39	Интактные хрячки

Вакцинацию препаратом Improvac® проводили с помощью вакцинатора при достижении молодняком возраста 77 и 150 дней (рисунок 2).

Вакцину вводили за ухом в области шеи, перпендикулярно поверхности кожи в объеме 2 мл.

В течение всего периода эксперимента условия кормления и содержания подопытных животных были идентичны и соответствовали традиционным технологиям, используемым на племенной ферме, за исключение того факта, что контролем служили хирургически кастрированные боровы, а опытные группы состояли из иммунологических кастратов и хрячков.

Состав и питательность комбикормов для подопытного молодняка представлены в таблицах 3–4.



Рисунок 2 – Хрячки после первой иммунокастрации

Таблица 3 – Состав полнокомпонентных комбикормов для молодняка свиней, %

Ингредиент	Комбикорм				
	СК-3	СК-4	СК-5	СК-6	СК-7
1	2	3	4	5	6
Пшеница	20,0	19,7	25,94	30,0	33,98
Ячмень	–	10,0	21,0	29,6	36,0
Ячмень без пленок	29,2	23,0	12,0	–	–
Кукуруза	10,0	14,0	12,0	13,7	12,0
Жмых соевый	1,8	4,3	6,0	8,4	3,0
Соевая мука ферментированная	5,0	2,0	–	–	–
Шрот соевый, СП 46 %	2,3	8,0	10,0	6,0	6,0
Жмых подсолнечный, СП 34 %, СК 18 %	–	2,0	4,5	6,7	–

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Шрот подсолнечный	–	–	–	–	5,0
Кукуруза глютен	1,62	1,0	–	–	–
Сахар	1,0	–	–	–	–
Сыворотка сухая деминерализованная	–	3,5	–	–	–
Сыворотка сухая	11,54	–	–	–	–
Изоляты соевый, пшеничный, гороховый, картофельный протеин	–	5,0	–	–	–
Протеиновые конц. изоляты (соевый, пшеничный, гороховый, картофельный белок, омега-3-жирные кислоты, глутамин)	10,0	–	–	–	–
Мука мясо-растительная, СП 35 %	–	–	1,2	1,0	–
Мука мясокостная, СП 70 %	–	–	1,0	–	0,5
Масло подсолнечное	2,85	2,5	1,95	1,05	0,58
Набор препаратов аминокислот, витамины, минералы, ферменты, подкислители, ароматизаторы и др.	4,69	5,0	4,41	3,55	2,94
<i>Примечание:</i> СК-3 (престартер) – для поросят в подсосный период; СК-4 – для поросят после отъема до 60 дней; СК-5 – для молодняка 61–75 дней; СК-6 – для молодняка 1 фазы откорма (76–150 дней); СК-7 – для молодняка 2 фазы откорма (151 день и старше).					

Таблица 4 – Питательность комбикормов для подопытного молодняка

Показатель	Содержание в 1 кг				
	СК-3	СК-4	СК-5	СК-6	СК-7
Обменная энергия, МДж	14,5	14,2	13,6	13,5	13,2
Сырой белок, г	196	185	180	162	149
Переваримый белок, г	170	170	147	140	128
Сырой жир, г	54	52	50	42	29
Сырая клетчатка, г	23	34	44	49	48
Лизин, г	15,5	15,0	13,6	10,4	8,2
Лизин усвояемый, г	13,7	13,0	11,2	9,0	7,0
Метионин, г	7,2	5,5	4,5	3,2	2,4
Метионин усвояемый, г	6,0	4,7	4,0	2,8	2,1
Треонин, г	9,6	9,5	8,3	6,8	5,7
Треонин усвояемый, г	8,6	7,7	6,8	5,6	4,6
Триптофан, г	3,0	2,9	2,7	2,0	1,8
Триптофан усвояемый, г	2,6	2,5	2,0	1,8	1,6
Кальций, г	6,4	7,3	8,2	7,2	6,5
Фосфор, г	5,1	4,9	5,8	5,1	4,7
Фосфор усвояемый, г	4,0	3,9	4,4	3,7	3,4
Натрий, г	2,4	2,1	2,5	2,5	2,6
Хлор, г	1,6	2,5	3,4	3,8	3,8
Калий, г	8,5	9,2	8,5	7,9	7,0

При проведении исследований учитывались следующие показатели:

1. Откормочные качества:

- живая масса подопытных животных – при рождении, в 14 дней, при отъеме от свиноматок, в 77 и 150 дней, при отправке на убой (кг);
- абсолютный прирост живой массы (кг);
- среднесуточный прирост живой массы (г);

– возраст достижения живой массы 100 кг (дней);

– расход корма – на основании данных учета о количестве съеденного корма. По данным расхода корма и живой массы рассчитывали затраты корма на 1 кг прироста живой массы.

Интенсивность роста подсвинков рассчитывали по общепринятым формулам.

2. Зоотехнические показатели – сохранность хрячков в подсосный период (%). Причины отхода молодняка учитывались на основании данных актов на выбытие животных и птицы (форма СП-54).

3. Мясные качества – оценивали в соответствии с ГОСТ Р 57879-2017 «Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности свиней»:

1) при жизни (с помощью ультразвукового прибора VET SCAN) определяли толщину шпика (мм), высоту (глубину) длиннейшей мышцы спины (мм) – результатом является среднеарифметическое значение трех измерений.

Толщину шпика определяли в двух точках: над 6–7-м грудными позвонками и в точке P₂, которая находится в семи сантиметрах от средней линии спины на уровне третьего–четвертого ребра (с дорсальной стороны туловища). В данной точке последовательно измеряли толщину шпика и высоту длиннейшей мышцы спины.

Для прижизненного расчета выхода постного мяса использовали формулу, разработанную в Georg – August – Universitat, Göttingen (Германия):

$$\text{Lean meat (\%)} = 58,6688 - (0,82809 \times F) + (0,18306 \times M),$$

где F – толщина шпика в точке P₂, мм; M – глубина длиннейшей мышцы спины в точке P₂, мм;

2) по результатам контрольного убоя пяти голов из каждой подопытной группы при достижении возраста 178 дней определяли:

– предубойную живую массу (кг);

– убойную массу – массу туши с кожей, без головы, конечностей, внутренностей и внутреннего жира (кг). Голову отделяли поперечным разрезом пер-

пендикулярно позвоночнику между затылочными мышцами и первым шейным позвонком, передние конечности отрезали по нижней границе запястного сустава, задние – по нижней границе скакательного сустава;

– убойный выход – отношение убойной массы туши к предубойной массе (%);

– длину охлажденной туши в висячем вертикальном положении от переднего края лонного сращения до передней поверхности первого шейного позвонка (см);

– толщину шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков и 10–11-го ребер (мм);

– массу охлажденной туши (кг);

– морфологический состав туши – путем полной обвалки правых полутуш (кг и %);

– количество жира на 1 кг мяса в туше (г);

– индекс «постности» – соотношение мышечной и жировой ткани.

Образцы мышечной и жировой ткани для лабораторных исследований отбирали у пяти подсвинков каждой подопытной группы в соответствии с ГОСТ 7269-2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести».

Химический состав мышечной ткани (мякотной части туши) и шпика определяли: по ГОСТ 33319-2015 – содержание влаги, по ГОСТ 23042-2015 – жира, по ГОСТ 25011-2017 – белка.

Йодное число определяли по ГОСТ Р ИСО 3961-2010), температуру плавления – по ГОСТ 8285-91.

Показатели активной кислотности изучали на рН-метре через час (рН1) и 24 ч после убоя (рН24) в соответствии с ГОСТ Р 51478–99.

Белково-качественный показатель рассчитывали как отношение триптофана к оксипролину. Содержание триптофана определяли по методике Н. К. Журавской (2004), оксипролина – по ГОСТ 23041-2015.

Состав высших жирных кислот определяли методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе «Хром-5» по ГОСТ 31664-2012.

4. Выработка цельнокусковых изделий варено-копченой группы из мясного сырья, полученного от молодняка свиней, выращенного с использованием альтернативных хирургической кастрации технологических приемов, была произведена на базе учебно-научно производственного комплекса «Агробиотехпереработка» факультета пищевых производств и биотехнологий ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.

Производственная апробация проводилась по классической технологии для производства варено-копченых мясных изделий, в качестве мясного сырья была взята мякоть массой по 10 кг каждый от образцов всех подопытных групп.

Производство опытных изделий производили при температуре не выше 10 °С в производственных помещениях цеха. Мясное сырье подвергалось туалету туш холодной водой при температуре до 15 °С. При проведении технологических испытаний нами была отобрана мякоть с заднего отруба от всех образцов. Мясное сырье подвергалось инъектированию на инъекторе рассолом, содержащим 3 % сахара, 7,4 % нитритно-посолочная смесь и 89,6 % воды с температурой не выше 4 °С из расчета 30 % к массе сырья. С целью размягчения мышечной ткани и равномерного распределения посолочных веществ мясное сырье помещали в вакуумный массажер и подвергали массажированию в течение 60 мин с режимом «10 мин массажирование – 15 мин отдых – 10 мин массажирование – 15 мин отдых – 10 мин массажирование». Для кратковременного стекания, после обрядки, мясо подвешивали на раме, после чего подвергали термической обработке в автоматической термокамере по схеме: подсушивание 15 мин при температуре 30 °С, подогрев при температуре 45 °С до достижения температуры в центре продукта 23 °С, копчение при температуре 60 °С в течение 15 мин, варка при температуре 80 °С до достижения температуры в центре продукта 72 °С. Охлаждение производили потоком холодного воздуха до температуры 4...6 °С.

Органолептическую оценку готовой продукции производили сотрудники НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ по пятибалльной системе в соответствии с ГОСТом 9959-2015.

5. Эффективность вакцинации препаратом Импровак оценивали по:

– развитию органов половой системы иммунокастратов и хряков: измеряли линейные промеры и определяли массу семенников, везикулярных, бульбоуретральных и предстательных желез;

– содержанию андростенона в жировой ткани иммунокастратов и хряков при исследовании методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, принцип которой заключается в следующем: образцы подкожной жировой ткани (50 г) отбирали на уровне последнего ребра, подвергали микроволновой обработке для извлечения жидкого жира, который центрифугировали, нагревали и добавляли андростенон и 2-метилиндо. После обработки ультразвуком и охлаждения добавленный жир повторно центрифугировали. Для определения андростенона 50 мкл супернатанта дериватизировали дансилгидразином в течение 2 мин, после чего 10 мкл смеси вводили в колонку высокоэффективного жидкостного хроматографа и определяли флуоресценцию (возбуждение при 346 нм и испускание при 521 нм).

6. Для комплексной оценки эффективности выращивания подопытных животных был рассчитан фактор эффективности производства (ЕРЕФ) по следующей формуле:

$$\text{ЕРЕФ} = \frac{\text{среднесуточный прирост (кг)} \times \text{сохранность (\%)}}{\text{затраты корма на единицу прироста (кг)}} \times 10.$$

Расчет экономической эффективности проводился в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» (1980).

Полученные в ходе экспериментов данные обрабатывали методом вариационной статистики [Лакин Г. Ф., 1990]. Различие расценивалось как достоверное при $P < 0,05$ и $P < 0,01$.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно Планов селекционно-племенной работы со свиньями в АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края постоянно проводится оценка продуктивных качеств ремонтного молодняка. В 2023 г. запланировано из 400 отобранных при отъеме и оцененных по собственной продуктивности хрячков породы йоркшир перевести в группу проверяемых 24 гол. или 6,0 %, породы ландрас – 300 хрячков – 25 гол. или 8,0 %, породы дюрок – 500 хрячков – 25 гол. или 5,0 % соответственно.

Лучшие животные идут на ремонт собственного стада, а основная часть подсвинков в разные возрастные периоды выбраковывается как откармливаемый племенной брак. При этом в некоторых случаях проведение хирургической кастрации не всегда является эффективным технологическим приемом и не позволяет получить продукцию надлежащего качества.

В связи с этим возникла необходимость изучения целесообразности использования при выбраковке ремонтных хрячков альтернативных решений, основанных на иммунокастрации и различных схемах вакцинации.

Согласно стандарту протокола разработчика «Zoetis Тпс.» вакцина Импровак вводится хрячкам с 2-месячного возраста дважды с интервалом не менее четырех недель, бустерная вакцинация проводится за 4–6 нед до убоя. Данная схема вакцинации была адаптирована в соответствии с технологией отбора ремонтных хрячков, принятой на производственной площадке «Племенная ферма на 1150 свиноматок» АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края и проводилась выбракованному молодняку в следующие периоды (рисунок 3):

- первая вакцинация – в 77 дней – после выбраковки ремонтного молодняка по результатам оценки при снятии с дорашивания;
- вторая – при достижении живой массы 100 кг.



Рисунок 3 – Интеграция схемы иммунокастрации выбракованных хрячков в технологический процесс

Исследования по оценке динамики живой массы, интенсивности роста и сохранности подопытного молодняка в подсосный период, продуктивных качеств подсвинков в период дорастивания и контрольного выращивания, убойных и мясо-сальных качеств подопытных свиней, эффективности иммунизации молодняка свиней против гонадотропин-рилизинг-гормона проводились совместно с канд. с.-х. наук, доцентом С. В. Костенко.

3.1 Динамика живой массы, интенсивность роста и сохранность подопытного молодняка в подсосный период

Интенсивность роста и сохранность поросят в подсосный период определяется рядом генетических и паратипических факторов, одним из которых является хирургическая кастрация хрячков.

Живая масса подопытных хрячков при опоросе и на 14 день постнатального онтогенеза, до проведения операции по удалению семенников, была практически одинаковой (таблица 5). При отъеме хрячки по данному показателю превосходили боровов на 3,3 % за счет более высокой интенсивности роста в период от 14 до 30 дней: среднесуточный прирост у поросят опытной группы был на 8,2 % выше, чем у сверстников в контроле.

Таблица 5 – Интенсивность роста подопытных поросят в подсосный период

Показатель		Группа	
		контрольная	опытная
Живая масса, кг	при рождении	1,40 ± 0,04	1,30 ± 0,03
	в 14 дней	4,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1
	при отъеме в 30 дней	9,1 ± 0,3	9,4 ± 0,3
Абсолютный прирост, кг	1–14 дней	2,80 ± 0,08	2,80 ± 0,06
	15–30 дней	4,9 ± 0,1	5,3 ± 0,2*
	1–30 дней	7,7 ± 0,2	8,1 ± 0,2
Среднесуточный прирост, г	1–14 дней	200	200
	15–30 дней	306	331
	1–30 дней	257	270
<i>Примечание: * – P < 0,05.</i>			

Проведение операции по удалению семенников повысило отход поросят в контрольной группе до 7,5 %, причинами которого стали кастрация хрячка с не выявленной грыжей и инфицирование раны (таблица 6).

Никаких различий по отходу поросят по причинам, не связанным с хирургической кастрацией, между контрольной и опытной группами выявлено не было – выбыло 2,5 % молодняка от общего поголовья в группе.

3.2 Продуктивные качества подсвинков в период доращивания и контрольного выращивания

3.2.1 Интенсивность роста подопытных подсвинков в период доращивания

За период доращивания кастрированные хрячки не только компенсировали отставание по интенсивности роста, но и незначительно нарастили его:

абсолютный и среднесуточный приросты у подсвинков контрольной группы были соответственно на 0,5 кг (на 1,6 %) и на 11 г (на 1,7 %) выше по сравнению с опытной группой (таблица 7).

Таблица 6 – Отход поросят за подсосный период

Показатель		Группа	
		контрольная	опытная
Количество хрячков, гол.	при формировании подопытных групп	40	80
	при отъеме в 30 дней	37	78
Отход поросят, в том числе:	гол.	3	2
	%	7,5	2,5
не выявленная грыжа	гол.	1	–
	%	33,3	–
инфицирование раны после кастрации	гол.	1	–
	%	33,3	–
причины, не связанные с хирургической кастрацией	гол.	1	2
	%	33,3	100

Таблица 7 – Интенсивность роста подопытных подсвинков в период доращивания

Показатель		Группа	
		контрольная	опытная
1		2	3
Количество подсвинков, гол.	в начале периода	37	78
	в конце периода	36	78
Сохранность, %		97,3	100,0

Продолжение таблицы 7

1		2	3
Живая масса, кг	в начале периода	9,1 ± 0,3	9,4 ± 0,3
	в конце периода	40,2 ± 1,3	40,0 ± 1,2
Абсолютный прирост за период доращивания, кг		31,1 ± 0,9	30,6 ± 0,7
Среднесуточный прирост за период доращивания, г		662	651

При переводе на контрольное выращивание живая масса боровов превышала аналогичный показатель у хрячков на 0,2 кг (0,5 %). Сохранность подсосных свинок опытной группы за период доращивания составила 100 %, что на 2,7 % больше, чем в контроле.

При достижении возраста 77 дней подопытный молодняк был переведен в зону контрольного выращивания, при этом хрячков опытной группы по методу рандоминации распределили на две опытных группы: в I группе поголовье провакцинировали препаратом Импровак, во II – осталось интактным.

В течение всего периода исследования подопытные животные были клинически здоровы, у них не было отмечено проблем со здоровьем, только у одного хряка после ревакцинации в возрасте 150 дней была отмечена небольшая припухлость в месте инъекции.

3.2.2 Откормочные качества подопытных свиней

Заключительным этапом производства свинины является откорм, основная цель которого заключается в получении наибольшего количества высококачественной продукции при минимальных затратах. Успех откорма зависит от многих паратипических факторов, в том числе и от использования инновационных технологий выращивания хряков, альтернативных хирургической кастра-

ции. Поэтому нами были изучены откормочные качества хирургических кастратов, иммунологических и интактных хряков при контрольном выращивании (таблица 8).

Таблица 8 – Откормочные качества подопытных свиней

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Живая масса, кг	при постановке на откорм	40,2 ± 1,3	40,4 ± 1,0	39,7 ± 1,2
	в 150 дней	100,7 ± 2,9	104,1 ± 2,9	101,0 ± 3,0
	при снятии с откорма	123,7 ± 4,0	128,6 ± 4,2*	126,7 ± 4,5
Абсолютный прирост за период откорма, кг	78–150 дней	60,5 ± 2,4	63,7 ± 1,9	61,3 ± 2,0
	151–178 дней	23,0 ± 0,6	24,5 ± 0,9	25,7 ± 1,0
	за период откорма	83,5 ± 3,0	88,2 ± 3,6	87,0 ± 3,6
Среднесуточный прирост за период откорма, г	78–150 дней	829	873	840
	151–178 дней	821	875	918
	за период откорма	827	873	861
Возраст достижения живой массы 100 кг, дней		149	145	147
<i>Примечание: * – P < 0,05.</i>				

В процессе контрольного выращивания интенсивность роста подопытного молодняка в различные возрастные периоды была неравномерной: в 78–150 дней наибольший среднесуточный прирост был в I опытной группе – 873 г, что на 5,3 и 3,9 % превышает соответственно аналогичный показатель в кон-

троле и II опытной группе. По нашему мнению, более высокий уровень продуктивности обусловлен действием стероидных гормонов семенников, и в первую очередь тестостерона, так как до ревакцинации физиологические процессы в их организме аналогичны процессам в организме интактных хряков.

На втором этапе контрольного выращивания (151–178 дней) интенсивность роста иммунокастратов составила 875 г в сутки, что на 6,6 % выше по сравнению с боровами и на 4,7 % меньше, чем у хряков.

Однако за весь период контрольного выращивания среднесуточный прирост иммунологически кастрированных хряков составил 873 г, что соответственно на 5,6 и 1,4 % выше по сравнению с контролем и II опытной группой (рисунок 4). Это позволило иммунокастратам достичь живой массы 100 кг в возрасте 145 дней, что на два дня раньше, чем хряки, и на четыре дня раньше, чем боровы.

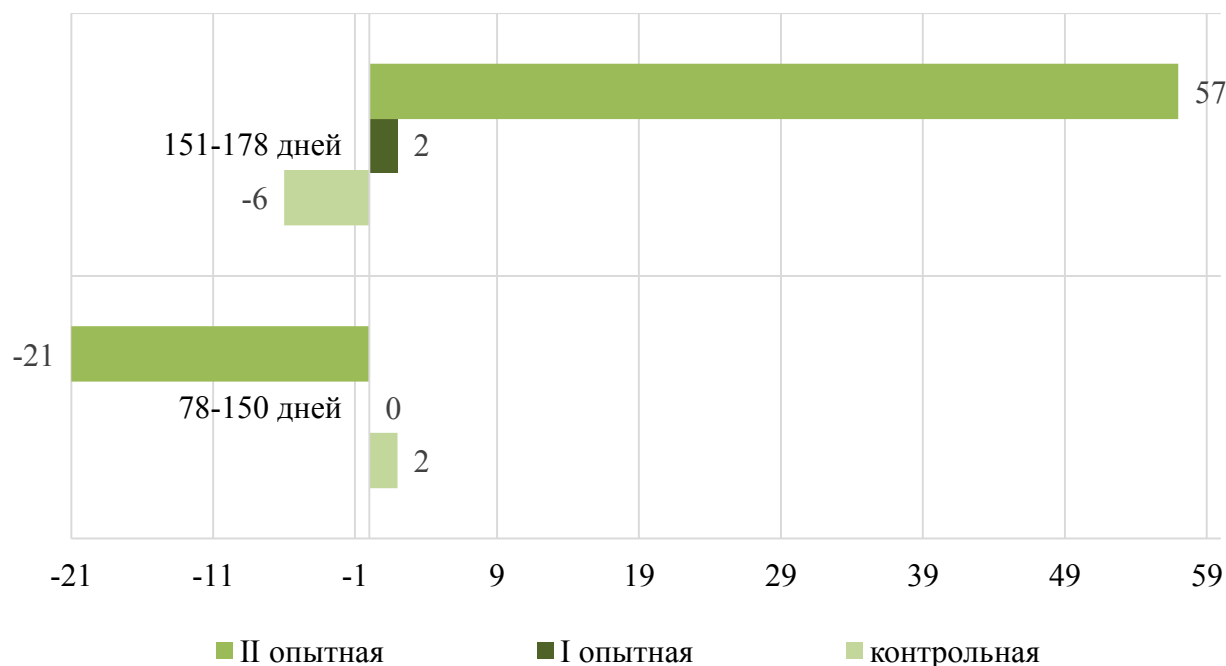


Рисунок 4 – Среднесуточный прирост по периодам откорма в сравнении со средним значением (\pm , г)

3.2.3 Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы

На контрольном выращивании наибольшее среднесуточное потребление корма отмечено у хирургически кастрированного молодняка – 2,66 кг против 2,52 кг у иммунокастратов и интактных хряков (таблица 9).

Таблица 9 – Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы подопытных животных в период контрольного выращивания

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Израсходовано кормов за период, кг	78–150 дней	6891	6956	6933
	151–178 дней	2781	2962	3007
	78–178 дней	9672	9918	9940
Абсолютный прирост за период, кг	78–150 дней	2178	2484,3	2390,7
	151–178 дней	828	955,5	1002,3
	78–178 дней	3006	3439,8	3393
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, кг	78–150 дней	3,16	2,8	2,9
	151–178 дней	3,36	3,1	3,0
	78–178 дней	3,22	2,88	2,93
Среднесуточное потребление корма, кг		2,66	2,52	2,52

На протяжении всего периода выращивания более высокое потребление корма и более низкая интенсивность роста кастратов контрольной группы привели к снижению эффективности использования кормов: затраты кормов на 1 кг прироста живой массы в этой группе были на 0,34 кг (на 11,8 %) и 0,29 кг (на 9,9 %) выше, чем у подсвинков I и II опытных групп соответственно (рисунок 5).

Для комплексной оценки эффективности выращивания подопытных подсвинков нами был рассчитан фактор эффективности производства, который

учитывает усиление конверсии корма, сохранность молодняка и среднесуточный прирост (таблица 10).

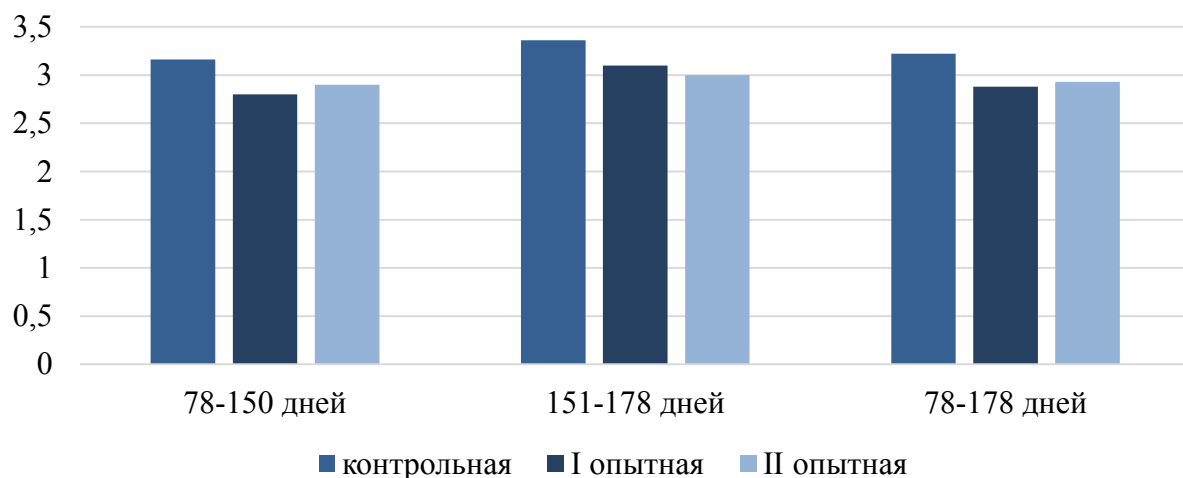


Рисунок 5 – Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, кг

Таблица 10 – Фактор эффективности производства

Группа	Среднесуточный прирост за период откорма, кг	Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, кг	Сохранность, %	Фактор эффективности производства
Контрольная	0,827	3,22	100	256,8
I опытная	0,873	2,88	97,4	295,2
II опытная	0,861	2,93	100	293,9

Несмотря на более низкую сохранность иммуновакцинированных хряков в период контрольного выращивания фактор эффективности производства различных систем производства продукции свиноводства в I опытной группе, за счет усиления высокой интенсивностью роста и низкими затратами корма на единицу продукции, был выше на 15,0 и 0,4 % по сравнению с контролем и II опытной группой и составил 295,2.

3.3 Убойные и мясо-сальные качества подопытных свиней

Мясную продуктивность подопытных свиней оценивали прижизненно при достижении возраста 150 дней (таблица 11) и по результатам контрольного убоя в возрасте 178 дней.

Прижизненная оценка мясных качеств подопытных животных показала, что по всем изучаемым показателям иммунокастрированные хряки превосходили хирургических кастратов: по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков – на 8,5 %, на уровне 10–11-го ребер – на 9,2 %, по глубине мышцы – на 3,1 % и по выходу постного мяса – на 1,47 %, но уступали интактным хрякам соответственно на 2,0; 2,9; 0,5 и 0,7 %.

3.3.1 Убойные качества подопытных свиней

При достижении 178-дневного возраста для исследования убойных и мясо-сальных качеств нами был проведен контрольный убой. Убойные качества свиней представлены в таблице 12.

Таблица 11 – Мясные качества подсвинков, оцененные прижизненно

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Толщина шпика, мм	на уровне 6–7-го грудных позвонков	16,5 ± 0,2	15,1 ± 0,09*	14,8 ± 0,3**
	на уровне 10–11-го ребер	15,2 ± 0,2	13,8 ± 0,1	13,4 ± 0,2
Глубина мышцы, мм		54,1 ± 0,9	55,8 ± 0,7	56,1 ± 1,0
Выход постного мяса, %		55,99 ± 0,7	57,46 ± 0,7	57,84 ± 1,0
<i>Примечание: * – P < 0,05; ** – P < 0,01.</i>				

Таблица 12 – Убойные качества свиней (n = 5)

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная живая масса, кг		123,7 ± 4,0	128,6 ± 4,2	126,7 ± 4,5
Убойная масса, кг		97,0 ± 0,92	98,9 ± 0,99	97,7 ± 1,2
Убойный выход, %		78,4 ± 0,63	76,9 ± 0,74	77,1 ± 0,88
Длина туши, см		99,1 ± 1,4	97,7 ± 0,48	98,2 ± 0,56
Толщина шпика, мм	на уровне 6–7-го грудных позвонков	18,1 ± 0,3	15,9 ± 0,1**	16,2 ± 0,32**
Толщина шпика, мм	на уровне 10–11-го ребер	16,9 ± 0,3	14,8 ± 0,2	15,2 ± 0,3
<i>Примечание: * – P < 0,05; ** – P < 0,01.</i>				

Хирургически кастрированные животные превосходили иммунокастратов и интактных хряков по убойному выходу на 1,5 и 1,3 %; по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков – на 2,2 мм (на 13,8 %) и 1,9 мм (на 11,7 %) и 10–11-го ребер – на 2,1 мм (на 14,2 %) и 1,7 мм (на 11,2 %) (рисунок 6).

При этом иммунокастрированные животные по данным показателям занимали промежуточное положение.

Достоверной разницы между подопытными животными по длине туши установлено не было.

Наиболее полное представление о мясной продуктивности свиней дает морфологический состав полутуш (таблица 13, рисунок 7).

Лучшими мясными качествами характеризовались туши иммунокастратов: по сравнению с тушами боровов и интактных хряков выход мышечной ткани был выше на 2,0 и 0,2 %, а жировой ткани ниже на 1,7 и 0,2 % соответственно.

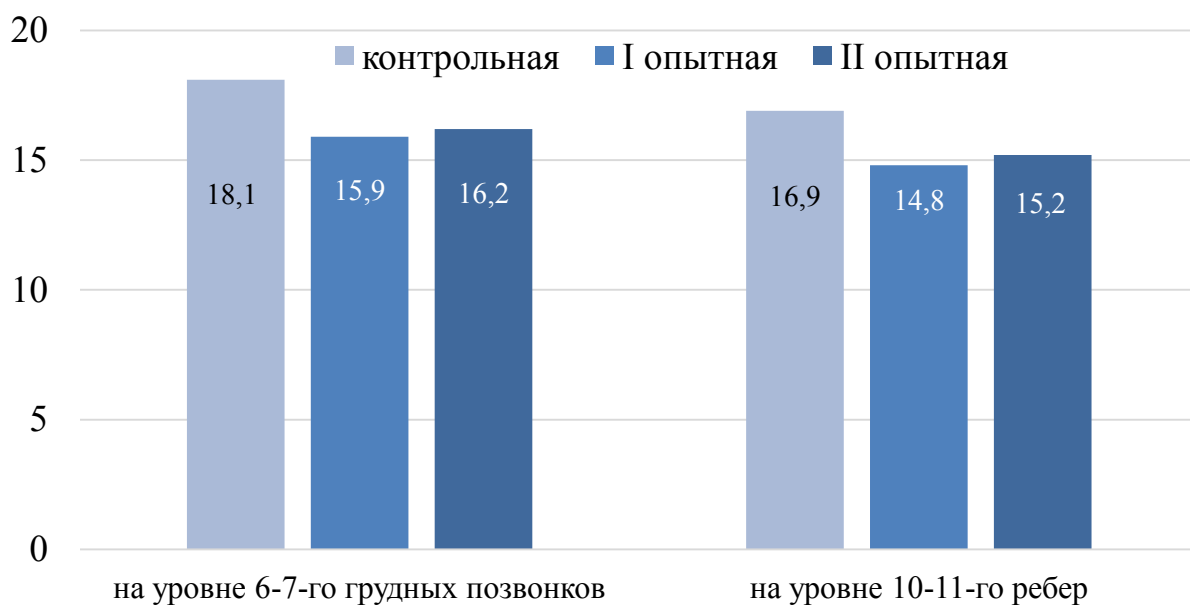


Рисунок 6 – Толщина шпика, мм

Таблица 13 – Мясо-сальные качества туш (n = 5)

Показатель			Группа		
			контрольная	I опытная	II опытная
Масса охлажденной туши, кг			87,9 ± 1,1	89,8 ± 0,8	88,7 ± 1,3
Масса охлажденной правой полутуши, кг			45,7 ± 0,6	46,7 ± 0,8	46,1 ± 0,9
Выход	мышечной ткани	кг	30,8 ± 0,7	32,4 ± 0,4*	31,9 ± 0,4
		%	67,4	69,4	69,2
	жировой ткани	кг	9,5 ± 0,2	8,9 ± 0,1*	8,9 ± 0,1*
		%	20,8	19,1	19,3
	костной ткани	кг	5,4 ± 0,08	5,4 ± 0,07	5,3 ± 0,1
		%	11,8	11,5	11,5
Количество жира на 1 кг мяса в туше, г			308,4	274,7	279,0
Индекс «постности»			3,2	3,6	3,6
<i>Примечание: * – P < 0,05.</i>					

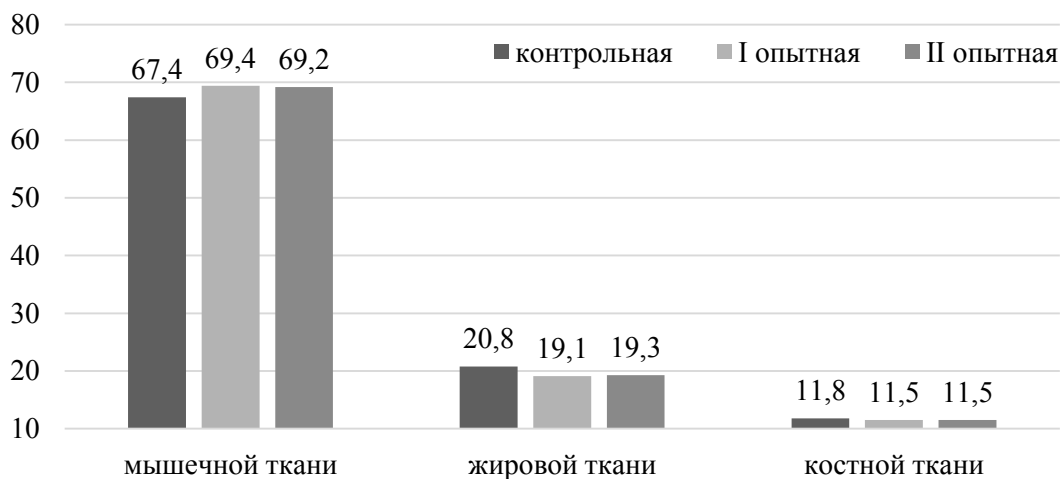


Рисунок 7 – Морфологический состав полутуш, %

Для характеристики мясной продуктивности свиней, технологической и пищевой ценности туши используются показатель количества жира на 1 кг мяса в туше и индекс постности. Туши свиней I опытной группы имели минимальное количество жира на 1 кг мяса (274,7 г против 308,4 г в контроле и 279,0 г в II опытной группе), при этом индекс постности был на уровне показателя хряков и на 0,4 превышал значение боровов.

3.3.2 Качественные показатели свинины подопытных подсвинков

Химический анализ показал, что мышечная ткань иммунологически кастрированных свиней по сравнению с физическими кастратами и интактными хряками характеризовалась большим содержанием влаги (на 0,3 и 0,4 % соответственно) и золы (на 0,1 %), при этом содержание жира было ниже на 0,6 и 0,2 % (таблица 14).

Одним из основных показателей качества свинины является концентрация водородных ионов. Значения pH в мясе подопытных животных как в первый час после убоя, так и через 24 ч достоверно не различались, и свидетельствовали о нормальном протекании процессов автолиза и созревания свинины.

Таблица 14 – Химический состав и технологические свойства мышечной ткани

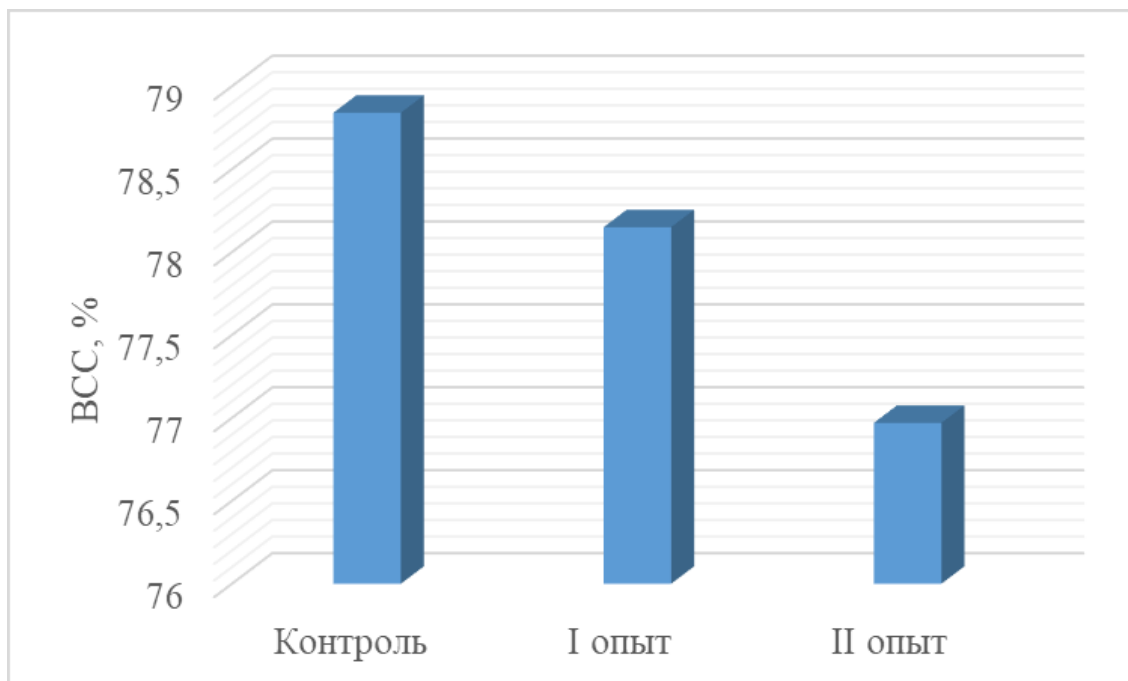
Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Содержание, %	влаги	71,0 ± 1,7	71,3 ± 2,0	70,9 ± 1,3
	протеина	23,9 ± 0,7	24,1 ± 0,5	24,4 ± 0,6
	жира	4,50 ± 0,10	3,90 ± 0,07 **	4,10 ± 0,07**
	зола	0,60 ± 0,01	0,70 ± 0,01	0,60 ± 0,02
рН, единиц кислотности	в первый час после убоя	6,09 ± 0,20	6,17 ± 0,10	6,21 ± 0,10
рН, единиц кислотности	через 24 ч после убоя	5,80 ± 0,10	5,75 ± 0,07	5,61 ± 0,12
<i>Примечание: ** – P < 0,01.</i>				

При этом в первый час после убоя мясо боровов характеризовалось более низким значением рН – 6,09 единиц кислотности против 6,17 у иммунокастратов и 6,21 – у интактных хряков, в то же время через 24 ч после убоя значение рН в контроле было уже несколько выше, чем у сверстников – 5,80 против 5,75 и 5,61 соответственно.

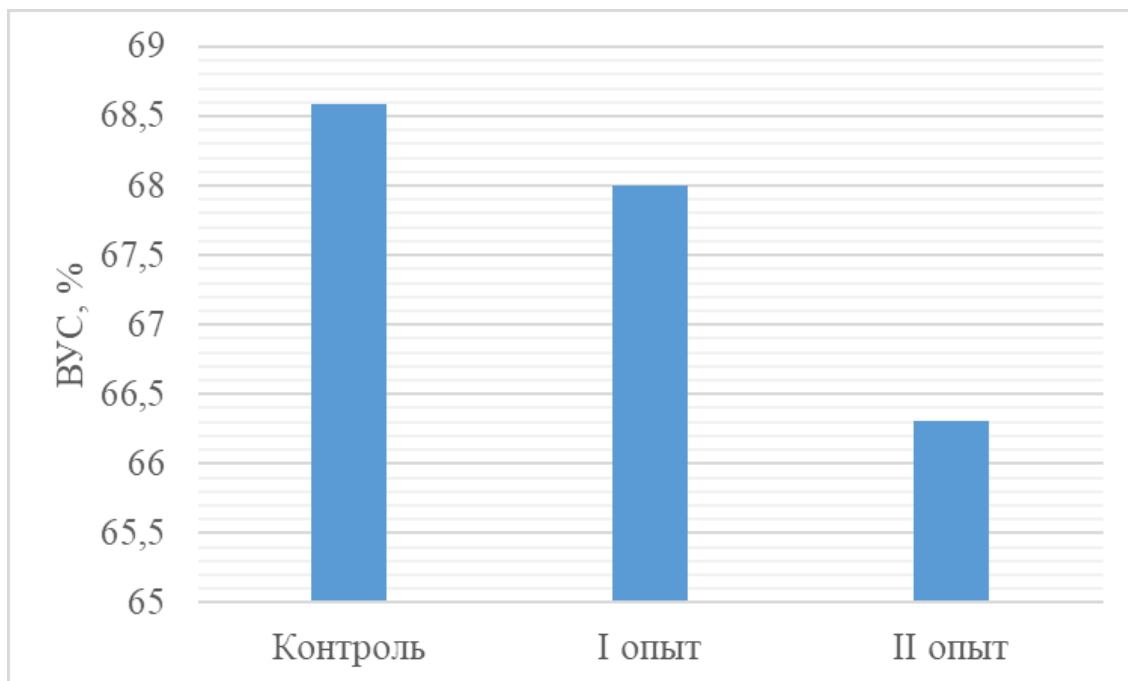
Способность мышечной ткани связывать и удерживать воду определяет нежность и сочность мяса. Мясное сырье обладает хорошей водосвязывающей способностью при значениях рН 5,6 и выше. Чем ближе рН к изоэлектрической точке белка, которая лежит в пределах от 4,8 до 5,3, тем ниже данный показатель [Нестеренко А. А., Кенийз Н. В., 2023]. В связи с этим нами были изучены водосвязывающая и водоудерживающая способность мышечной ткани кастратов и интактных хряков (рисунок 8).

Водосвязывающая способность мяса всех опытных образцов находилась в пределах 76,9–78,8 %, водоудерживающая – 66,3–68,6 %. Вместе с тем наибольшей водосвязывающей и водоудерживающей способностью отличалась мышечная ткань животных контрольной группы, которая превышала аналогичные показатели в I опытной группе на 0,7 и 0,6 %, II группы – на 1,9 и 2,3 % соответствен-

но. Данная разница в первую очередь связана с тем, что рН мясного сырья хирургических кастратов превышал водородный показатель мышечной ткани иммунокастратов и интактных хряков на 0,05 и 0,19 единиц кислотности соответственно.



а) водосвязывающая способность



б) водоудерживающая способность

Рисунок 8 – Водосвязывающая (а) и водоудерживающая (б) способность мясного сырья

Количество и соотношение аминокислот в мышечной ткани определяют ее биологическую ценность (таблица 15).

Таблица 15 – Аминокислотный состав мышечной ткани поросят, г/100 г

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Аргинин	1,51 ± 0,05	1,48 ± 0,04	1,46 ± 0,05
Валин	1,12 ± 0,03	1,11 ± 0,03	1,09 ± 0,01
Гистидин	0,91 ± 0,03	0,91 ± 0,02	0,88 ± 0,03
Изолейцин	1,43 ± 0,04	1,38 ± 0,04	1,39 ± 0,03
Лейцин	1,84 ± 0,06	1,80 ± 0,05	1,78 ± 0,07
Лизин	2,25 ± 0,07	2,18 ± 0,06	2,18 ± 0,07
Метионин	0,61 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,59 ± 0,03
Треонин	1,10 ± 0,03	1,08 ± 0,04	1,07 ± 0,03
Триптофан	0,31 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,32 ± 0,01
Фенилаланин	0,83 ± 0,02	0,80 ± 0,01	0,79 ± 0,03
Сумма незаменимых аминокислот	11,91	11,68	11,55

Исследуемые образцы мышечной ткани содержали все незаменимые аминокислоты. Аминокислотный профиль не показал достоверной разницы по сумме незаменимых аминокислот. Тем не менее в образцах мышечной ткани хирургических кастратов их суммарное количество было на 0,23 г/100 г (1,9 %) и 0,36 г/100 г (3,0 %) больше, чем в образцах свинины, полученной от иммунокастратов и интактных хряков. Поэтому наблюдаемые различия можно считать биологически незначительными.

При изучении биологических свойств мышечной ткани подопытных животных было установлено, что наибольшим значением белково-качественного показателя отличались образцы мышечной ткани иммунокастратов –

7,6, что на 8,6 и 1,3 % выше в сравнении с боровыми и хряками соответственно (таблица 16).

Таблица 16 – Биологические свойства мышечной ткани

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Содержание, мг/100 г	триптофана	309,4 ± 9,3	320,3 ± 9,6	322,5 ± 10,3
	оксипролина	44	42	43
Белково-качественный показатель		7,0	7,6	7,5

Это обусловлено тем, что в свинине, полученной от животных I опытной группы, было наименьшее содержание основной заменимой кислоты оксипролина – 42 мг/100 мг, что по сравнению с мясом животных в контроле и II опытной группе меньше на 4,5 и 2,3 % соответственно. При этом мышечная ткань иммунокастратов по содержанию незаменимой аминокислоты триптофан имела промежуточное значение, превосходя аналогичный показатель у боровов на 10,9 мг/100 г, но уступая интактным хрякам на 2,2 мг/100 г.

3.3.3 Физико-химический состав и свойства подкожного жира подсвинков

Анализ химического состава шпика показал, что образцы физических кастратов содержали в сравнении с иммунокастраатами и хряками меньше воды на 1,1 и 1,3 %, белка – на 0,4 и 0,5 % и больше жира – на 1,4 и 1,7 % соответственно (таблица 17).

Жировая ткань физических кастратов в сравнении с иммунокастраатами и боровыми отличалась большим содержанием насыщенных (на 2,3 и 2,8 % соответственно) и меньшим полиненасыщенных (на 1,5 и 2,2 % соответственно) жирных кислот, что в совокупности с меньшим содержанием воды делает тек-

стуру шпика более плотной. Это подтверждается и более высокой температурой плавления – 36,0 °С, что соответственно на 1,2 и 1,4 °С меньше, чем у вакцинированных и интактных хряков.

3.4 Эффективность иммунизации молодняка свиней против гонадотропин-рилизинг-гормона

3.4.1 Развитие репродуктивных органов у вакцинированных и интактных хряков

Высокий уровень продуктивности иммунокастратов С. Metz с соавторами (2002) и G. Zamaratskaia с соавторами (2008) связывают с анаболическими процессами, обусловленными действием стероидных гормонов семенников, поэтому у опытных хряков нами были изучены их линейные (таблица 18) и весовые характеристики.

Таблица 17 – Химический, жирно-кислотный состав и физико-технологические свойства шпика свиней

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
1		2	3	4
Содержание, %	воды	8,6 ± 0,2	9,7 ± 0,2**	9,9 ± 0,3**
	жира	88,3 ± 1,3	86,9 ± 0,9	86,6 ± 1,1
	белка	2,70 ± 0,08	3,10 ± 0,07**	3,20 ± 0,1**
	золы	0,40 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,01
Температура плавления, °С		36,00 ± 0,56	34,80 ± 0,37	34,60 ± 0,44
Йодное число		56,43 ± 0,72	57,77 ± 0,68	57,82 ± 0,59

Продолжение таблицы 17

1		2	3	4
Жирно-кислотный состав, %	насыщенные	37,68 ± 0,62	35,38 ± 0,51*	34,89 ± 0,47*
	мононенасыщенные	42,51 ± 0,80	43,30 ± 0,63	43,15 ± 0,55
	полиненасыщенные	19,81 ± 0,38	21,32 ± 0,41	21,96 ± 0,34
<i>Примечание:</i> * – P < 0,05; ** – P < 0,01.				

Таблица 18 – Линейные характеристики семенников подопытных хряков

Группа	Длина, см		Ширина, см	
	среднее значение	lim	среднее значение	lim
Семенники с придатками				
I опытная	9,1 ± 1,2	8,1–14,2	4,9 ± 0,8	2,9–6,5
II опытная	12,9 ± 1,0	9,3–14,4	6,3 ± 0,6	5,3–7,0
Семенники без придатков				
I опытная	6,3 ± 0,9	5,7–9,4	4,2 ± 0,7	2,6–6,2
II опытная	9,4 ± 0,7	8,1–9,9	5,9 ± 0,5	5,0–6,6

При убое размер семенников вакцинированных хряков отличался меньшими линейными характеристиками по сравнению с интактными хряками: длина семенников животных I опытной группы как с придатками, так и без них, была соответственно на 29,5 и 33,0 % меньше показателя хряков II опытной группы (рисунок 9).

Аналогичная закономерность отмечена и по ширине семенников, у иммунокастратов она была соответственно на 22,2 и 28,8 % меньше.

Однако у отдельных вакцинированных хряков размеры семенников не отличались от линейных характеристик интактных (рисунок 10).



Рисунок 9 – Семенники иммунокастрированных (слева) и интактных (справа) хряков



Рисунок 10 – Семенники иммунокастрированных (слева) и интактных (справа) хряков

Наиболее эффективным методом выявления животных, не реагирующих на иммуновакцинацию, является информация о массе всех репродуктивных органов хряка (таблица 19).

Таблица 19 – Весовые характеристики семенников вакцинированных и интактных хряков

Показатель	Группа	
	I опытная	II опытная
Семенники с придатками	398,6 ± 15,4	772,5 ± 20,3
Везикулярные (пузырьковидные) железы	198,9 ± 5,9	304,2 ± 10,6
Бульбоуретральные (куперовы) железы	139,5 ± 4,8	157,1 ± 7,1
Предстательная железа	9,8 ± 0,6	13,4 ± 0,7

Результаты исследования свидетельствуют о том, что вакцинация хряка приводит к снижению массы репродуктивных органов, вес которых у иммунокастратов был достоверно меньше аналогичных показателей хряков: семенников с придатками – на 48,4 %, везикулярных желез – на 34,6 %, бульбоуретральных желез – на 11,2 % и предстательной железы – на 26,9 % (рисунок 11).

3.4.2 Содержание андростенона в жировой ткани иммунокастрированных и интактных хряков

Андростенон и скатол, липофильные соединения, которые накапливаются в жире некастрированных хряков, идентифицируются как основные причины аммиачного запаха. В связи с тем, что скатол, в отличие от андростенона, не является полностью специфичным для интактных хряков, поскольку является продуктом микробного распада триптофана в кишечнике и его образование не связано напрямую с функцией тестикул, нами было изучено содержание андростенона в жировой ткани иммунокастратов и хряков (таблица 20, рисунок 12).



а) иммунологические кастраты

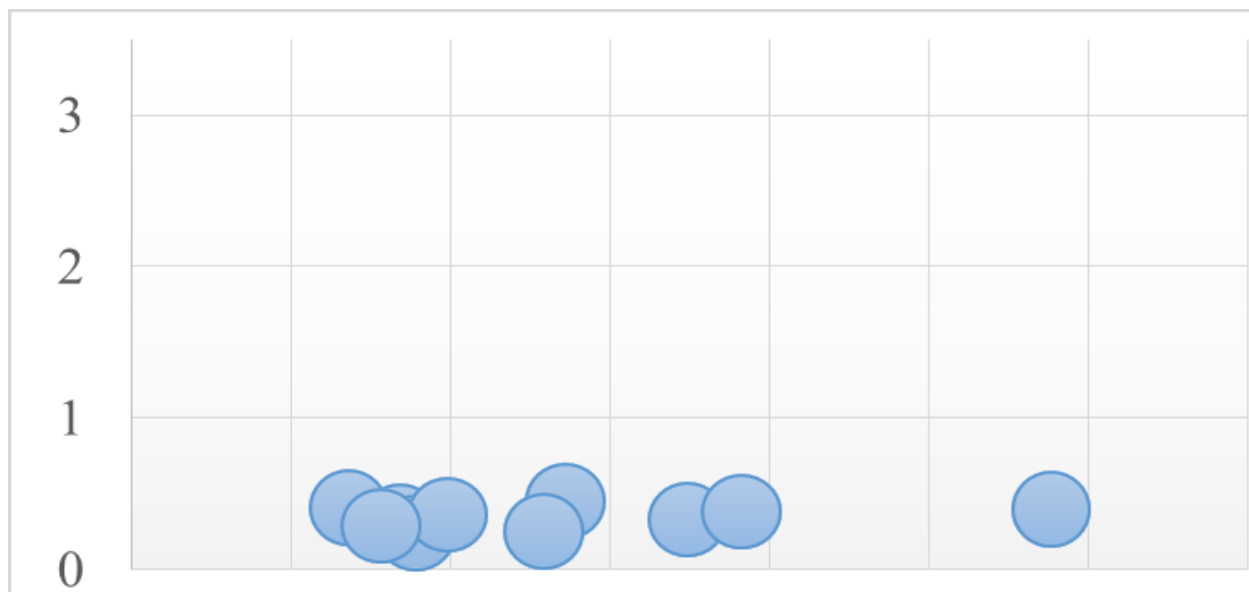


б) интактные хряки

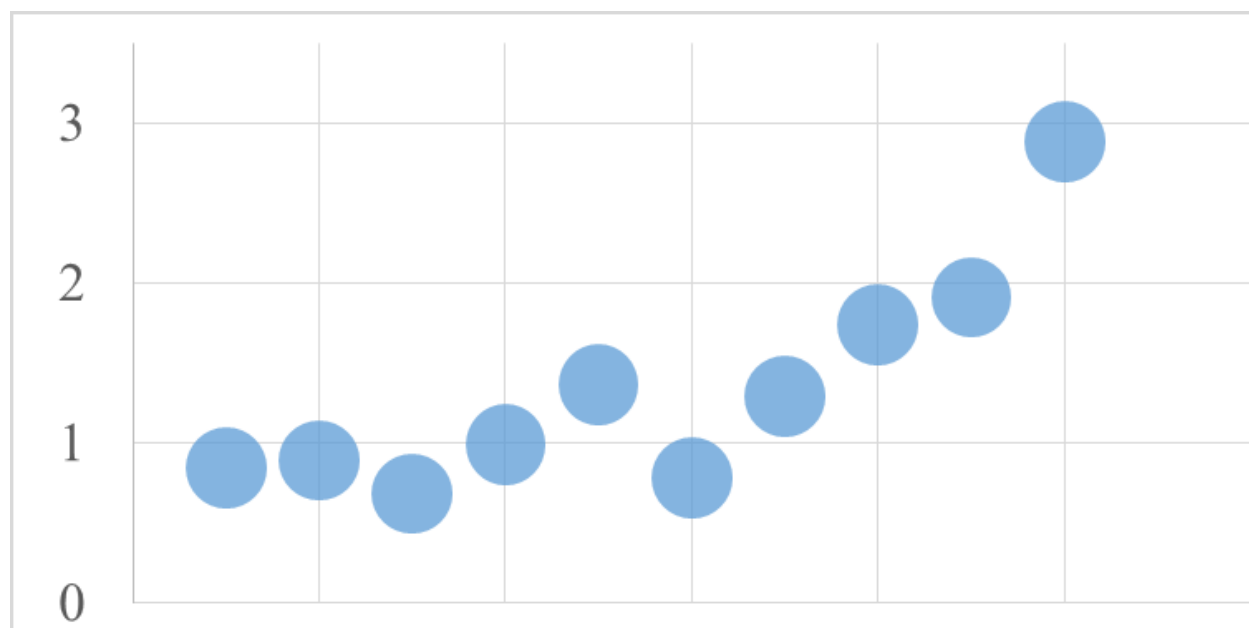
Рисунок 11 – Репродуктивные органы иммунокастрированных (а) и интактных (б) хряков

Таблица 20 – Содержание андростенона в жировой ткани подопытного молодняка (мкг/г)

Группа	Показатель			
	содержание андростенона			коэффициент вариации (c_v)
	среднее	минимальное	максимальное	
I опытная	$0,34 \pm 0,02$	0,24	0,45	0,2
II опытная	$1,29 \pm 0,20$	0,61	2,88	0,5



а) иммунологические кастраты



б) интактные хряки

Рисунок 12 – Уровень андростенона в жировой ткани иммунокастратов (а) и хряков (б)

Установлено, что в жировой ткани хряков в среднем содержится 1,29 мкг/г андростенона, что превышает на 0,95 мкг/г аналогичный показатель иммунологических кастратов и на 0,79 мкг/г нормативы, установленные Министерством сельского хозяйства Российской Федерации. Коэффициент вариации в I

и II опытных группах составил 0,2 и 0,5 при изменении концентрации андростенона от минимального значения 0,24 и 0,61 мкг/г до максимального 0,45 и 2,88 мкг/г соответственно (см. рисунок 12).

3.5 Промышленная апробация результатов исследования

В целях изучения возможности использования при производстве продуктов питания мясного сырья, полученного от молодняка свиней, выращенного с использованием альтернативных хирургической кастрации технологических приемов, и оценки качественных характеристик полученных варено-копченых мясных изделий была произведена выработка цельнокусковых изделий варено-копченой группы.

Результаты оценки физико-химических показателей готовой продукции подопытных групп не показали существенных различий (таблица 21).

Таблица 21 – Физико-химические показатели готовой продукции

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
1	2	3	4
Остаточная активность кислой фосфатазы, %, не более	0,0025 ± 0,0002	0,0027 ± 0,0003	0,0025 ± 0,0002
Массовая доля белка, %, не менее	24,60 ± 0,13	24,10 ± 0,17	23,90 ± 0,15
Массовая доля жира, %, не более	8,60 ± 0,10	8,90 ± 0,09	9,00 ± 0,11
Массовая доля поваренной соли, %, не более	2,80 ± 0,09	2,80 ± 0,09	2,80 ± 0,08

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4
Массовая доля нитрита натрия, %, не более	0,0031 ± 0,0001	0,0033 ± 0,0002	0,0033 ± 0,0001
Содержание влаги, %	67,80 ± 0,23	66,50 ± 0,19	64,90 ± 0,22
Выход готовых изделий, %	98,13 ± 1,10	97,50 ± 1,30	95,50 ± 1,10

Выход готовой продукции из образца I опытной группы был ниже контроля на 0,63 %, но превысил аналогичный показатель II опытной группы на 2,0 %. Аналогичная закономерность отмечена и по массовой доле белка и жира в готовой продукции, которая у иммунокастратов имела промежуточные значения. При этом наибольшая массовая доля белка и наименьшая жира была у хирургически кастрированных животных.

Срок годности готовой продукции, а также рекомендации по режимам ее хранения определяются активностью воды, которая влияет на развитие и жизнедеятельность микрофлоры продукта (таблица 22).

Таблица 22 – Анализ активности воды в готовом продукте

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Активность воды, A_w	0,937 ± 0,002	0,933 ± 0,001	0,935 ± 0,002

При определении активности воды контрольного и опытных образцов готовой продукции существенных различий не выявлено: данный показатель варьировал от 0,933 в I опытной группе до 0,937 в контроле с промежуточным значением во II опытной группе на уровне 0,935.

В процессе хранения готовой продукции в холодильнике при температуре 4 ± 1 °C один раз в два дня в течении 10 дней определяли перекисное число. Ре-

зультаты исследований представлены на рисунке 13 и показали отсутствие достоверных различий по степени окисления подопытных образцов.

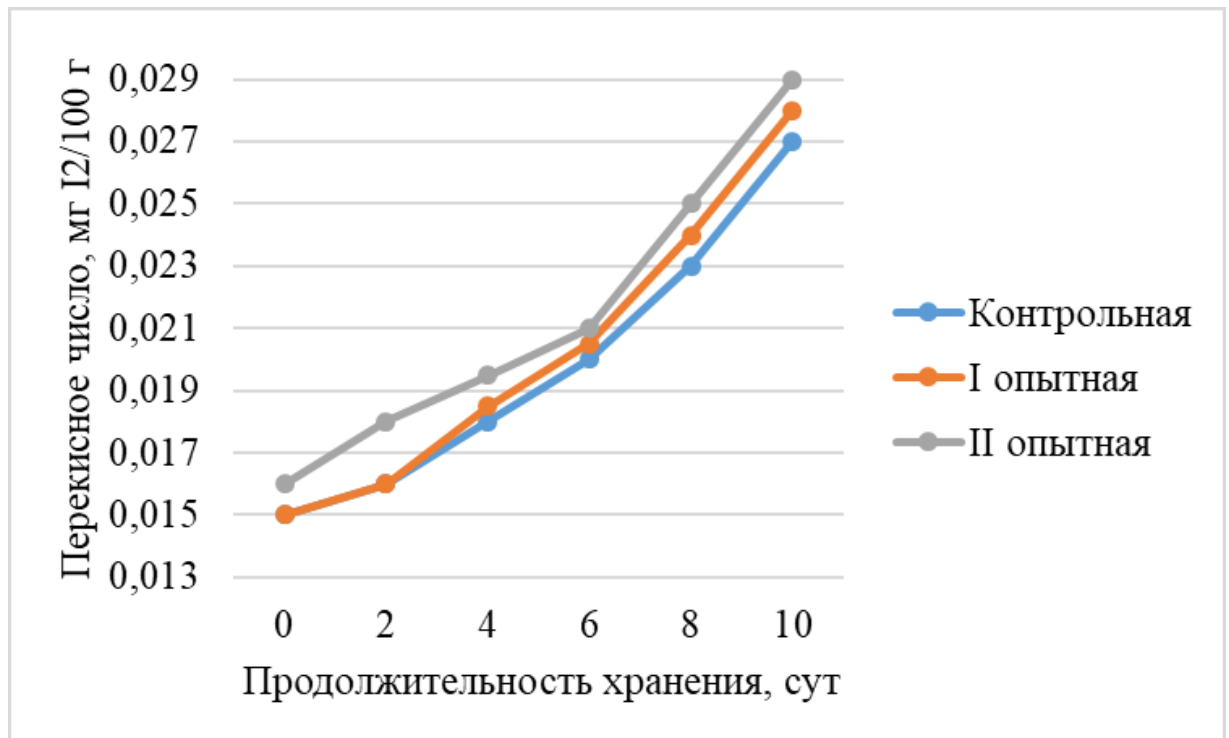


Рисунок 13 – Изменения перекисного числа жира готовой продукции

При этом более высокие значения перекисного числа жира были отмечены в готовой продукции II опытной группы, что по нашему мнению связано с наличием большего количества жира в данной партии.

По результатам органолептической оценки готовой продукции, проведенной сотрудниками НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, было установлено, что наиболее высокими дегустационными показателями характеризовались варено-копченые мясные изделия, при изготовлении которых было использовано мясное сырье хирургически- и иммунокастрированного молодняка свиней – 4,66 и 4,63 балла соответственно (таблица 23). При этом наименьшее количество баллов (3,97) дегустаторами было присвоено образцу из мяса интактных хряков за счет присутствия неприятного привкуса и аромата.

Таблица 23 – Дегустационная оценка готовой продукции

Группа	Показатель					
	внешний вид	цвет на разрезе	вкус	аромат	консистенция	общая оценка
Контрольная	4,56 ± 0,13	4,82 ± 0,12	4,57 ± 0,09	4,85 ± 0,08	4,53 ± 0,09	4,66
I опытная	4,69 ± 0,12	4,70 ± 0,10	4,60 ± 0,10	4,67 ± 0,10	4,47 ± 0,08	4,63
II опытная	4,56 ± 0,14	4,76 ± 0,10	3,01 ± 0,10	3,13 ± 0,16	4,40 ± 0,09	3,97

Наряду с функционально-технологическими и физико-химическими показателями готового продукта важное значение имеет и биологическая ценность его белка [Лисицын А. Б., Чернуха И. М., Лунина О. И., 2022]. Результаты исследования варено-копченого продукта на перевариваемость *in vitro*, представленные в таблице 24, свидетельствуют об отсутствии достоверной разницы в степени перевариваемости готовой продукции, изготовленной из образцов мяса кастрированных и интактных животных.

Таблица 24 – Оценка перевариваемости варено-копченого продукта

Группа	Перевариваемость <i>in vitro</i> 1 мг тирозина / 1 г белка		
	пепсин	трипсин	сумма
Контрольная	12,90 ± 0,53	11,73 ± 0,48	24,63 ± 0,75
I опытная	13,08 ± 0,55	11,56 ± 0,49	24,64 ± 0,66
II опытная	12,79 ± 0,60	11,82 ± 0,50	24,61 ± 0,66

Таким образом, все три подопытных образца готовой продукции, подвергнутые гидролизу, имеют равную скорость перевариваемости, которая изменяется от 24,61 у хряков до 24,64 у иммунокастратов.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Постоянно возрастающий объем производства продукции животноводства в условиях жесткой конкуренции должен сопровождаться снижением трудовых и материально-денежных затрат на ее единицу [Ковалев Ю., 2021]. Направления решения этой задачи многогранны, одно из них – использование инновационных технологий выращивания хряков, альтернативных хирургической кастрации, которые в краткосрочной перспективе смогут повысить эффективность производства свиноводческой продукции.

Экономическая эффективность выращивания выбракованных ремонтных хрячков в условиях производственной площадки «Племенная ферма на 1150 свиноматок» АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края в зависимости от паратипических факторов, таких как использование хирургической и иммунологической кастрации, а также разведение интактных хрячков, рассчитывалась с учетом того технико-организационного и экономического уровня, который был достигнут в хозяйстве в 2021–2022 гг. (таблица 25). При этом использовались «Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» (1980), положения по оплате труда в хозяйстве, средняя балансовая стоимость свиноводческих помещений, средняя стоимость 1 кг корма и прочие прямые затраты.

Анализ экономической эффективности использования различных систем производства продукции свиноводства показал, что производственные затраты при выращивании иммунокастрированных хряков превышали аналогичный показатель у хирургических кастратов на 3,5 %, интактных хряков – на 2,1 %.

В I опытной группе более высокие затраты были компенсированы высокими среднесуточными приростами, низкими затратами корма на единицу про-

дукции и более коротким периодом откорма, в результате чего рентабельность производства составила 31,3 % против 23,9 % при традиционной технологии при себестоимости 1 кг живой массы свиней соответственно 83,75 и 88,79 руб.

Таблица 25 – Экономическая эффективность использования инновационных технологий выращивания хряков, альтернативных хирургической кастрации

Показатель		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Живая масса свиней при реализации на убой, кг		123,7 ± 4,0	128,6 ± 4,2	126,7 ± 4,5
Реализовано на убой	свиней, гол.	36	38	39
	свиней живым весом, кг	4453,2	4886,8	4941,3
Производственные затраты, руб.		395377,40	409268,42	400806,45
в том числе:				
стоимость кормов		237656,44	242701,10	243241,63
стоимость вакцины* и работы по вакцинации		–	13728,00	–
стоимость операции по удалению семенников		5440,0	–	–
Себестоимость 1 кг живой массы свиней, руб.		88,79	83,75	81,11
Выручка от реализации, руб.**		489852,0	537548,0	256947,6
Прибыль (убыток), руб.		94474,60	128279,58	- 272332,65
Рентабельность, %		23,9	31,3	- 35,9
<p><i>Примечание:</i> * – стоимость одного флакона (50 доз) вакцины Improvac® – 8200 руб.; ** – цена реализации 1 кг живого веса хирургически и иммунокастрированных свиней 110,0 руб., хряков – 52,00 руб.</p>				

Во II опытной группе была самая низкая себестоимость – 81,11 руб. за 1 кг живого веса свиней. Но при этом производство интактных хряков на убой было убыточным из-за низкой цены реализации 1 кг живого веса по причине низкого качества мяса при рентабельности 35,9 %.

5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

При равноценной живой массе подопытных хрячков при опоросе и до проведения операции по удалению семенников на 14 день постнатального онтогенеза, при отъеме хрячки по данному показателю превосходили боровов на 3,3 % за счет более высокой интенсивности роста в период от 14 до 30 дней: среднесуточный прирост у поросят опытной группы был на 8,2 % выше, чем у сверстников в контроле.

Отрицательное влияние на продуктивность боровов выявлено при кастрации хрячков в возрасте 15 сут и А. М. Калинин (2004): при выращивании до 8 мес они уступали некастрированным по приросту живой массы на 10,0 %, интенсивности роста – на 2,84 %.

В наших исследованиях проведение операции по удалению семенников повысило отход поросят с 2,5 % в опытной группе до 7,5 % в контрольной, причинами роста стали кастрация хрячка с не выявленной грыжей и инфицирование раны.

Соответствующие данные по смертности кастрированных подсвинков получены и J. Morales с соавторами (2017): 6,3 % против 3,6 %. В тоже время Д. Д. Белый и С. А. Агиевец (2016), изучая вероятность возникновения осложнений после кастрации хрячков, сделали заключение о том, что 65,89 % приходится на воспалительные процессы участка операционного вмешательства, 22,09 % – на кровотечения и 12,02 % – на миграцию внутренних органов.

За период доращивания кастрированные хрячки не только компенсировали отставание по интенсивности роста, но и незначительно нарастили его: абсолютный и среднесуточный приросты у подсвинков контрольной группы были соответственно на 0,5 кг (на 1,6 %) и на 11 г (на 1,7 %) выше по сравнению с опытной группой. При переводе на контрольное выращивание живая масса боровов превышала аналогичный показатель у хрячков на 0,2 кг (0,5 %). Сохранность подсвинков опытной группы за период доращивания составила 100 %, что на 2,7 % больше, чем в контроле.

Наши результаты нашли свое подтверждение в работе A. Van Den Broeke с соавторами (2016), которые в своих исследованиях снижение темпов роста поросят, кастрированных в первые дни постнатального развития, наблюдали только три дня после операции. При отъеме различия по среднесуточному приросту сгладились, что свидетельствует о том, что такая хирургическая кастрация в подсосный период не имеет долгосрочных отрицательных последствий.

В течение всего периода исследования подопытные животные были клинически здоровы, у них не было отмечено проблем со здоровьем, только у одного хряка после ревакцинации в возрасте 150 дней была отмечена небольшая припухлость в месте инъекции.

В ходе исследования, проведенного F. R. Dunshea с соавторами (2001), G. Zamaratskaia с соавторами (2008), C. Pauly с соавторами (2009), M. Gispert с соавторами (2010), J. Kauffold с соавторами (2010), J. H. Agudelo Trujillo совместно с J. F. Estrada Pineda и P. A. G. González's (2011), также было установлено, что хряки хорошо переносят вакцинацию и препарат не вызывает значительного негативного побочного эффекта.

В процессе контрольного выращивания интенсивность роста подопытного молодняка в различные возрастные периоды была неравномерной: в 78–150 дней наибольший среднесуточный прирост был в I опытной группе – 873 г, что на 5,3 и 3,9 % превышает соответственно аналогичный показатель в контроле и II опытной группе. На втором этапе контрольного выращивания (151–178 дней) интенсивность роста иммунокастратов составила 875 г в сутки, что на 6,6 % выше по сравнению с боровыми и на 4,7 % меньше, чем у хряков. Однако за весь период контрольного выращивания среднесуточный прирост иммунологически кастрированных хряков составил 873 г, что соответственно на 5,6 и 1,4 % выше по сравнению с контролем и II опытной группой. Это позволило иммунокастратам достичь живой массы 100 кг в возрасте 145 дней, что на два дня раньше, чем хряки, и на четыре дня раньше, чем боровы.

На контрольном выращивании наибольшее среднесуточное потребление корма отмечено у хирургически кастрированного молодняка – 2,66 кг против 2,52 кг у иммунокастратов и интактных хряков.

На протяжении всего периода выращивания более высокое потребление корма и более низкая интенсивность роста кастратов контрольной группы привели к снижению эффективности использования кормов: затраты кормов на 1 кг прироста живой массы в этой группе были на 0,34 кг (на 11,8 %) и 0,29 кг (на 9,9 %) выше, чем у подсвинков I и II опытных групп соответственно.

Полученные нами результаты сопоставимы с данными исследований, проведенных на свиноводческих предприятиях России, в которых показатели эффективности использования вакцины Импровак при выращивании подсвинков по сравнению с боровыми, выращенными по традиционной технологии были выше по интенсивности роста на 5,2 %, по затратам корма на 1 кг прироста – на 8,0 % [Сорокин М., 2009].

Преимущества использования иммунокастрации хряков по сравнению с традиционным механическим методом были выявлены и М. Povid совместно с I. Lozynska и E. Samokhina (2019): среднесуточный прирост в период откорма и живая масса в конце откорма у вакцинированных животных были на 10 г и на 3,9 кг соответственно выше, а среднесуточное потребление корма и затраты корма на единицу продукции соответственно на 0,12 и 0,20 кг ниже, чем у бороров. При этом J. L. Hue с G. D. Dial и J. E. Pettigrew (1997), а также J. A. Turkstra с соавторами (2002) и C. Pauly с соавторами (2007) отмечают у вакцинированных хряков высокую конверсию корма, обусловленную меньшими затратами корма и высокой интенсивностью роста.

Однако S. Millet с соавторами (2011), N. Batorek с соавторами (2012), F. R. Dunshea с соавторами (2013) установили более высокое потребление корма в день иммунокастратами по сравнению с хряками.

Прижизненная оценка мясных качеств подопытных животных показала, что по всем изучаемым показателям иммунокастрированные хряки превосходили хирургических кастратов: по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных

позвонков – на 8,5 %, на уровне 10–11-го ребер – на 9,2 %, по глубине мышцы – на 3,1 % и по выходу постного мяса – на 1,47 %, но уступали интактным хрякам соответственно на 2,0; 2,9; 0,5 и 0,7 %.

В опытах A. Velarde совместно с E. Fàbrega и J. Soler (2011) толщина шпика у иммунокастратов была меньше, чем у кастратов, но выше, чем у интактных хряков соответственно на 12,84; 14,79 и 9,80 мм, что подтверждается данными F. R. Dunshea с соавторами (2013), согласно которых толщина шпика в течение всего периода выращивания была на 2,64 мм меньше, чем у хирургически кастрированных свиней, но на 1,53 мм больше, чем у хряков.

При убое размер семенников вакцинированных хряков отличался меньшими линейными характеристиками по сравнению с интактными хряками: длина семенников животных I опытной группы как с придатками, так и без них, была соответственно на 29,5 и 33,0 % меньше показателя хряков II опытной группы. Аналогичная закономерность отмечена и по ширине семенников, у иммунокастратов она была соответственно на 22,2 и 28,8 % меньше.

Работа M. Čandek-Potokar с M. Prevolnik и M. Škrlep (2014) показали, что наиболее эффективным методом выявления животных, не реагирующих на иммуновакцинацию, является информация о массе всех репродуктивных органов хряка.

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что вакцинация хряка против гонадотропин-рилизинг-гормона приводит к снижению массы репродуктивных органов, вес которых у иммунокастратов был достоверно меньше аналогичных показателей хряков: семенников с придатками – на 48,4 %, везикулярных желез – на 34,6 %, бульбоуретральных желез – на 11,2 % и предстательной железы – на 26,9 %.

G. Zamaratskaia с соавторами (2008, 2012) установили, что вакцинация препаратом Improvac® приводит к регрессии семенников и снижению синтеза и накопления андростенона и скатола, высокая концентрация которых вызывает появление запаха хряка. Это подтверждается данными F. R. Dunshea с соавторами (2001), которые выявили весьма значительное снижение уровня тестосте-

рона и подавление роста семенников, по крайней мере, в течение четырех недель после вакцинации бустерной дозой: при убое длина и масса семенников, а также бульбоуретральных желез была примерно на 50 % меньше, чем у хряков. S. Zoels с соавторами (2020) выявили более высокую концентрацию андростенона в жировой ткани хряков – $407,8 \pm 291,6$ нг/г, в то время как у вакцинированных животными данный показатель составлял $111,6 \pm 188,8$ нг/г.

Нами же установлено, что в жировой ткани хряков в среднем содержалось 1,29 мкг/г андростенона, что превышало на 0,95 мкг/г значение иммунологических кастратов и на 0,79 мкг/г нормативы, установленные Министерством сельского хозяйства Российской Федерации. Коэффициент вариации в I и II опытных группах составил 0,2 и 0,5 при изменении концентрации андростенона от минимального значения 0,24 и 0,61 мкг/г до максимального 0,45 и 2,88 мкг/г соответственно

При убое в 178 дней хирургически кастрированные животные превосходили иммунокастратов и интактных хряков по убойному выходу на 1,5 и 1,3 %; по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков – на 2,2 мм (на 13,8 %) и 1,9 мм (на 11,7 %) и 10–11-го ребер – на 2,1 мм (на 14,2 %) и 1,7 мм (на 11,2 %). При этом иммунокастрированные животные по данным показателям занимали промежуточное положение. Достоверной разницы между подопытными животными по длине туши установлено не было.

Лучшими мясными качествами характеризовались туши иммунокастратов: по сравнению с тушами боровов и интактных хряков выход мышечной ткани был выше на 2,0 и 0,2 %, а жировой ткани ниже на 1,7 и 0,2 % соответственно. Туши свиней I опытной группы имели минимальное количество жира на 1 кг мяса (274,7 г против 308,4 г в контроле и 279,0 г в II опытной группе), при этом индекс постности был на уровне показателя хряков и на 0,4 превышал значение боровов.

Эти данные подтверждаются результатами исследований D. L. Thompson (2000), F. R. Dunshea с соавторами (2001), W. T. Oliver с соавторами (2003), C. Pauly с G. Vee (2007), F. Schmoll с соавторами (2009), которые установили,

что туши вакцинированных хряков были более постными и имели меньшую толщину шпика по сравнению с хирургически кастрированными животными: над 6–7-м грудными позвонками – на 20,0 % (23,05 мм против 28,82 мм), а по выходу постного мяса – на 3,4 % (соответственно 57,7 и 55,8 %). Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования данного приема для повышения продуктивных качеств свиней [Сорокин М., 2009].

Химический анализ показал, что мышечная ткань иммунологически кастрированных свиней по сравнению с физическими кастратами и интактными хряками характеризовалась большим содержанием влаги (на 0,3 и 0,4 % соответственно) и золы (на 0,1 %), при этом содержание жира было ниже на 0,6 и 0,2 %.

Одним из основных показателей качества свинины является концентрация водородных ионов. Значения рН в мясе подопытных животных как в первый час после убоя, так и через 24 ч достоверно не различались, и свидетельствовали о нормальном протекании процессов автолиза и созревания свинины. При этом в первый час после убоя мясо боровов характеризовалось более низким значением рН – 6,09 единиц кислотности против 6,17 у иммунокастратов и 6,21 – у интактных хряков, в то же время через 24 ч после убоя значение рН в контроле было уже несколько выше, чем у сверстников – 5,80 против 5,75 и 5,61 соответственно.

Способность мышечной ткани связывать и удерживать воду определяет нежность и сочность мяса. Мясное сырье обладает хорошей водосвязывающей способностью при значениях рН 5,6 и выше. Чем ближе рН к изоэлектрической точке белка, которая лежит в пределах от 4,8 до 5,3, тем ниже данный показатель [Нестеренко А. А., Кенийз Н. В., 2023].

Водосвязывающая способность мяса всех опытных образцов находилась в пределах 76,9–78,8 %, водоудерживающая – 66,3–68,6 %. Вместе с тем наибольшей водосвязывающей и водоудерживающей способностью отличалась мышечная ткань животных контрольной группы, которая превышала аналогичные показатели в I опытной группе на 0,7 и 0,6 %, II группы – на 1,9 и 2,3 %

соответственно. Данная разница в первую очередь связана с тем, что рН мясного сырья хирургических кастратов превышал водородный показатель мышечной ткани иммунокастратов и интактных хряков на 0,05 и 0,19 единиц кислотности соответственно.

Данные результаты подтверждаются другими авторами о том, что иммунокастрация влияет на постность и водянистость мяса, содержание золы, грудного шпика [Gispert M. [et al.], 2010], но не оказывает действия на рН мяса и его потери при варке [Pauly C. [et al.], 2009; Škrlep M. [et al.], 2012].

Исследуемые образцы мышечной ткани содержали все незаменимые аминокислоты. Аминокислотный профиль не показал достоверной разницы по сумме незаменимых аминокислот. Тем не менее в образцах мышечной ткани хирургических кастратов их суммарное количество было на 0,23 г/100 г (1,9 %) и 0,36 г/100 г (3,0 %) больше, чем в образцах свинины, полученной от иммунокастратов и интактных хряков. Поэтому наблюдаемые различия можно считать биологически незначительными.

При изучении биологических свойств мышечной ткани подопытных животных было установлено, что наибольшим значением белково-качественного показателя отличались образцы мышечной ткани иммунокастратов – 7,6, что на 8,6 и 1,3 % выше в сравнении с боровами и хряками соответственно. Это обусловлено тем, что в свинине, полученной от животных I опытной группы, было наименьшее содержание основной заменимой кислоты оксипролина – 42 мг/100 мг, что по сравнению с мясом животных в контроле и II опытной группе меньше на 4,5 и 2,3 % соответственно. При этом мышечная ткань иммунокастратов по содержанию незаменимой аминокислоты триптофан имела промежуточное значение, превосходя аналогичный показатель у боровов на 10,9 мг/100 г, но уступая интактным хрякам на 2,2 мг/100 г.

При определении уровня общих, незаменимых и заменимых аминокислот в мышечной ткани кастратов и хряков, Z.-W. Cai с соавторами (2010) выявили преимущество мяса боровов. Учитывая пищевую ценность белков и профиль жирных кислот, мясо кастратов, таким образом, оказалось более благоприят-

ным с точки зрения здоровья человека. Кастрация продемонстрировала значительное влияние на аминокислотный и жирно-кислотный состав мышц у самцов свиней. В тоже время I. Bahelka с соавторами (2020) установили, что у хряков, по сравнению с кастратами, было более высокое содержание почти всех незаменимых аминокислот, за исключением цистеина.

Анализ химического состава шпика показал, что образцы физических кастратов содержали в сравнении с иммунокастратами и хряками меньше воды на 1,1 и 1,3 %, белка – на 0,4 и 0,5 % и больше жира – на 1,4 и 1,7 % соответственно. Жировая ткань физических кастратов в сравнении с иммунокастратами и боровами отличалась большим содержанием насыщенных (на 2,3 и 2,8 % соответственно) и меньшим полиненасыщенных (на 1,5 и 2,2 % соответственно) жирных кислот, что в совокупности с меньшим содержанием воды делает текстуру шпика более плотной. Это подтверждается и более высокой температурой плавления – 36,0 °С, что соответственно на 1,2 и 1,4 °С меньше, чем у вакцинированных и интактных хряков.

Аналогичная закономерность установлена и в работах В. Р. Nautrup (2018), согласно которым жировая ткань боровов содержит больше насыщенных и меньше полиненасыщенных жирных кислот и меньше воды, что делает их жир более твердым, что сопоставимо с данными Е. J. Squires и М. Vonneau (2014), которые указывают на преимущества для потребителей мяса интактных хряков по сравнению с мясом боровов за счет более высокой концентрации полиненасыщенных жирных кислот в жировой и мышечной тканях и более высокого содержания белка в тушах. При этом М. Vonneau с U. Weiler (2019), G. Bee в соавторстве (2020) установили, что интактные хряки дают меньше ненасыщенного жира, что противоречит нашим результатам.

S. Botelho-Fontela с соавторами (2024) считают, что при определенных протоколах иммунокастрация зарекомендовала себя как безопасная альтернатива хирургической кастрации. Несмотря на значительные различия в некоторых параметрах, вакцинация против гонадотропин-рилизинг-гормона не влияет отрицательно на общее качество мяса с точки зрения потребителя. A L. Meier-

Dinkel с соавторами (2016) заявили о том, что качество мясного сырья от иммунокастратов и боровов было сопоставимым.

Выход готовой продукции из образца I опытной группы был ниже контроля на 0,63 %, но превысил аналогичный показатель II опытной группы на 2,0 %. Аналогичная закономерность отмечена и по массовой доле белка и жира в готовой продукции, которая у иммунокастратов имела промежуточные значения. При этом наибольшая массовая доля белка и наименьшая жира была у хирургически кастрированных животных.

По результатам органолептической оценки готовой продукции было установлено, что наиболее высокими дегустационными показателями характеризовались варено-копченые мясные изделия, при изготовлении которых было использовано мясное сырье хирургически- и иммунокастрированного молодняка свиней – 4,66 и 4,63 балла соответственно. При этом наименьшее количество баллов (3,97) дегустаторами было присвоено образцу из мяса интактных хряков за счет присутствия неприятного привкуса и аромата.

M. Urmann с соавторами (2016) при производстве различных видов вареных ветчин или мяса не выявили различий по выходу готового продукта, по текстурным или сенсорным признакам (кроме запаха хряка) между хряками и боровами. A. K. A. Jones-Hamlow с соавторами (2015) не нашли отличий в текстурных, сенсорных, окислительных характеристиках или сроках хранения свиных кореек и колбас, при изготовлении которых использовалось сырье различных половых групп свиней.

Анализ экономической эффективности использования различных систем производства продукции свиноводства показал, что производственные затраты при выращивании иммунокастрированных хряков превышали аналогичный показатель у хирургических кастратов на 3,5 %, интактных хряков – на 2,1 %.

В I опытной группе более высокие затраты были компенсированы высокими среднесуточными приростами, низкими затратами корма на единицу продукции и более коротким периодом откорма, в результате чего рентабельность

производства составила 31,3 % против 23,9 % при традиционной технологии при себестоимости 1 кг живой массы свиней соответственно 83,75 и 88,79 руб.

Во II опытной группе была самая низкая себестоимость – 81,11 руб. за 1 кг живого веса свиней. Но при этом производство интактных хряков на убой было убыточным из-за низкой цены реализации 1 кг живого веса по причине низкого качества мяса при рентабельности 35,9 %.

Аналогичные данные были получены М. Povod совместно с I. Lozynska и E. Samokhina (2019) при выращивании иммунологически кастрированных хряков – себестоимость 1 кг свинины была на 8,9 % ниже, а выручка от реализации продукции на 2,3 % выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. В технологический процесс выращивания хряков интегрирована схема иммунизации против гонадотропин-рилизинг-гормона, включающая две вакцинации – после выбраковки ремонтного молодняка по результатам оценки при снятии с доращивания в 77 дней и при достижении живой массы 100 кг.

2. При отъеме хрячки по живой массе превосходили боровов на 3,3 % за счет более высокой интенсивности роста в период от 14 до 30 дней: среднесуточный прирост у поросят опытной группы был на 8,2 % выше, чем у сверстников в контроле. Проведение на 14-й день постнатального онтогенеза операции по удалению семенников повысило отход поросят в контрольной группе с 2,5 до 7,5 %.

3. При переводе на контрольное выращивание живая масса боровов превышала аналогичный показатель у хрячков на 0,2 кг (0,5 %). Сохранность подвинков опытной группы за период доращивания составила 100 %, что на 2,7 % больше, чем в контроле. Среднесуточный прирост иммунологически кастрированных хряков составил 873 г, что соответственно на 5,6 и на 1,4 % выше по сравнению с контролем и II опытной группой, в результате иммунокастраты достигли живой массы 100 кг в возрасте 145 дней, что на 2 и на 4 дня раньше, чем хряки и боровы.

4. На контрольном выращивании наибольшее среднесуточное потребление корма отмечено у хирургически кастрированного молодняка – 2,7 кг против 2,5 кг у иммунокастратов и интактных хряков. Более высокое потребление корма и более низкая интенсивность роста кастратов контрольной группы привели к снижению эффективности использования кормов: затраты кормов на 1 кг прироста в этой группе были на 11,8 % и на 9,9 % выше, чем у подвинков I и II опытных групп соответственно.

5. Мясные качества иммунокастрированных хряков превосходили хирургических кастратов: по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков –

на 8,5 %, на уровне 10–11-го ребер – на 9,2 %, по глубине мышцы – на 3,1 % и по выходу постного мяса – на 1,47 %, но уступали интактным хрякам на 2,0; 2,9; 0,5 и 0,7 % соответственно. Хирургически кастрированные животные превосходили иммунокастратов и интактных хряков по убойному выходу на 1,5 и 1,3 %; по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков – на 2,2 мм (на 13,8 %) и 1,9 мм (на 11,7 %) и 10–11-го ребер – на 2,1 мм (на 14,2 %) и 1,7 мм (на 11,2 %).

6. Лучшими мясными качествами характеризовались туши иммунокастратов: по сравнению с тушами боровов и интактных хряков выход мышечной ткани был выше на 2,0 и 0,2 %, жировой ткани – ниже на 1,7 и 0,2 % соответственно. Туши свиней I опытной группы имели минимальное количество жира на 1 кг мяса (274,7 г против 308,4 г в контроле и 279,0 г в II опытной группе), при этом индекс постности был на уровне показателя хряков и на 0,4 ед. превышал значение боровов. Шпик физических кастратов содержал в сравнении с иммунокастратами и хряками меньше воды на 1,1 и 1,3 %, белка – на 0,4 и 0,5 % и больше жира – на 1,4 и 1,7 % соответственно, а их жировая ткань отличалась большим содержанием насыщенных (на 2,3 и 2,8 % соответственно) и меньшим полиненасыщенных (на 1,5 и 2,2 % соответственно) жирных кислот.

7. Вакцинация против гонадотропин-рилизинг-гормона приводит к снижению массы репродуктивных органов, вес которых у иммунокастратов был достоверно меньше аналогичных показателей хряков: семенников с придатками – на 48,4 %, везикулярных желез – на 34,6 %, бульбоуретральных желез – на 11,2 % и предстательной железы – на 26,9 %.

8. В жировой ткани хряков в среднем содержится 1,29 мкг/г андростенона, что превышает на 0,95 мкг/г аналогичный показатель иммунологических кастратов и на 0,79 мкг/г нормативы. Коэффициент вариации в I и II опытных группах составил 0,2 и 0,5 при изменении концентрации андростенона от минимального значения 0,24 и 0,61 мкг/г до максимального 0,45 и 2,88 мкг/г соответственно.

9. Результаты оценки физико-химических показателей готовой продукции подопытных групп не показали существенных различий, при этом продукция из мясного сырья иммунокастратов по выходу, по массовой доле белка и жира занимала промежуточные значения. Наиболее высокими дегустационными показателями характеризовались мясные изделия, при изготовлении которых было использовано сырье хирургически- и иммунокастрированного молодняка свиней – 4,66 и 4,63 балла соответственно, наименьшее количество баллов (3,97) было присвоено образцу из мяса интактных хряков за счет присутствия неприятного привкуса и аромата.

10. Расчет экономической эффективности показал, что уровень рентабельности выращивания иммунокастратов составил 31,3 %, что на 7,4 % выше по сравнению с хирургическими кастратами. Производство интактных хряков, не смотря на самую низкую себестоимость – 81,1 руб. за 1 кг живого веса свиней, было убыточным из-за цены реализации 1 кг живого веса.

Предложение производству

Для повышения сохранности и интенсивности роста молодняка свиней, снижения затрат кормов на единицу продукции и улучшения мясных качеств рекомендуется при выращивании выбракованных ремонтных хрячков в качестве альтернативного хирургической кастрации технологического приема использовать иммунокастрацию против гонадотропин-рилизинг-гормона в возрасте 77 и 150 дней.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на оценку альтернативных схем вакцинации и эффективности выращивания молодняка до различной живой массы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко, Л. Ю. Влияние иммунологической кастрации на откормочные качества свиней / Л. Ю. Алексеенко, Н. А. Чалова // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : материалы III Национальной научно-практической конференции. – Кемерово, 2019. – С. 6–11.
2. Амерханов, Х. А. Интенсификация производства мяса / Х. А. Амерханов, Г. Г. Самарский, А. И. Мочаловский. – Грозный : Чечено-Ингушское книжное издательство, 1987. – 48 с.
3. Арнаутовский, И. Д. Племенное дело в свиноводстве : учеб. пособие / И. Д. Арнаутовский, Г. М. Фархутдинова. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2017. – 233 с.
4. Бубенок, Е. П. Ветеринарно-санитарная экспертиза свинины, полученной в условиях АО «Рязанский свинокомплекс» / Е. П. Бубенок, К. А. Герцева, Д. В. Дубов // Актуальные проблемы и перспективные направления ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : материалы Всероссийской научно-практической конференции (9 ноября 2022 года). – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2022. – С. 30–36.
5. Белый, Д. Д. Обоснование иммунологической кастрации хряков / Д. Д. Белый, С. А. Агиевец // Архивариус. – 2016. – № 3(7). – С. 142–145.
6. Величко, Л. Ф. Продуктивные качества свиней разных генотипов в ООО «Кубанский бекон» Павловского района /Л. Ф. Величко, О. А. Софина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 55. – С. 47–48.
7. Водяников, В. И. Технологические приемы повышения продуктивности свиней в условиях промышленных комплексов : монография / В. И. Водяников, В. В. Шкаленко. – Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2014. – 152 с.

8. Гегамян, Н. С. Эффективная система производства свинины (опыт, проблемы и решения) / Н. С. Гегамян, Н. В. Пономарев, А. Л. Черногоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ч. 1. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 360 с.

9. Гурбич, В. В. План селекционно-племенной работы со свиньями породы дюрок в АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края на 2019–2023 годы : план / В. В. Гурбич, Е. И. Кузьмина, Н. А. Колесников, О. В. Барчо, Н. В. Соколов, Н. Г. Зелкова. – Краснодар, 2019. – 166 с.

10. Гурбич, В. В. План селекционно-племенной работы со свиньями породы йоркшир в АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края на 2019–2023 годы : план / В. В. Гурбич, Е. И. Кузьмина, Н. А. Колесников, О. В. Барчо, Н. В. Соколов, Н. Г. Зелкова. – Краснодар, 2019. – 173 с.

11. Гурбич, В. В. План селекционно-племенной работы со свиньями породы ландрас в АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края на 2019–2023 годы : план / В. В. Гурбич, Е. И. Кузьмина, Н. А. Колесников, О. В. Барчо, Н. В. Соколов, Н. Г. Зелкова. – Краснодар, 2019. – 173 с.

12. ГОСТ 23041-2015 «Мясо и мясные продукты. Метод определения оксипролина» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 августа 2015 г. № 1170-ст. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 7 с.

13. ГОСТ 23042-2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения жира» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 марта 2016 г. № 142-ст. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 12 с.

14. ГОСТ 25011-2017 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2017 г. № 1017-ст. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 16 с.

15. ГОСТ 31476-2012 «Свинина в тушах и полутушах. Технические условия» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию

и метрологии от 16 октября 2012 г. № 507-ст. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 23 с.

16. ГОСТ 33319-2015 «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 августа 2015 г. № 1171-ст. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 9 с.

17. ГОСТ Р ИСО 3961-2010 «Жиры и масла животные и растительные. Определение йодного числа» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 705-ст. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 11 с.

18. ГОСТ Р 51478 – 99 «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН)» : постановление Госстандарта России от 22 декабря 1999 г. № 634-ст. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 7 с.

19. ГОСТ Р 57879-2017 «Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности свиней» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2017 г. № 1604-ст. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 14 с.

20. ГОСТ 7269-2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести» : Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 марта 2016 г. № 140-ст. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 13 с.

21. ГОСТ 8285-91 «Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания» : постановление Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26 июня 1991 г. № 1042. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 10 с.

22. Государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения [Текст электронный]. – URL : <https://reestrinform.ru/reestr-veterinarykh-preparatov-rf/id-840-3-6.13-1734.html>.

23. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н. К. Журавская. – Москва : Агропромиздат, 2004. – 295 с.

24. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: Интенсивное разведение свиней. – Москва : Бюро НДТ, 2017. – 311 с.

25. Калинин, А. М. Рост и мясные качества хрячков, кастрированных в разном возрасте : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.04 / Калинин Алексей Михайлович. – Белгород, 2004. – 24 с.

26. Каменик, Я. Качество мяса иммунокастрированных свиней / Я. Каменик, Л. Штейнхаузер // Все о мясе. – 2012. – № 6. – С. 34–36.

27. Ковалёв, Ю. Время больших возможностей для свиноводов России / Ю. Ковалёв // Животноводство России. – 2021. – Тематический выпуск «Свиноводство». – С. 2–5.

28. Ковалёв, Ю. И. Постпандемийные реалии свиноводства 2021 / Ю. И. Ковалёв. – Сельскохозяйственное обозрение: Ценовик. – 2022. – № 1. – С. 13–15.

29. Ковалёв, Ю. И. Свиноводство 2022. Цель – выстоять и адаптироваться к новым реалиям / Ю. И. Ковалёв. – Сельскохозяйственное обозрение: Ценовик. – 2023. – № 1. – С. 11–13.

30. Комлацкий, В. И. Селекция свиней : учеб. пособие / В. И. Комлацкий, Л. Ф. Величко. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 192 с.

31. Кощаев, А. Г. Продуктивные качества иммунокастрированного молодняка свиней в условиях племенного репродуктора / А. Г. Кощаев, Д. В. Крючин, С. В. Костенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 4(76). – С. 225–235.

32. Кощаев, А. Г. Результаты интеграции схемы иммунокастрации выбракованных хрячков в технологический процесс племенного репродуктора / А. Г. Кощаев, Д. В. Крючин, С. В. Костенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(112). – С. 292–298.

33. Крейн Джон, П. Иммунологическая кастрация хрячков и ее преимущества: обзор мирового опыта применения препарата Импровак® / П. Крейн Джон, Р. Д. Аллисон Джеймс // Свиноводство. – 2018. – № 2. – С. 73–76.

34. Крючин, Д. В. Продуктивные качества свиноматок в подсосный период при различных технологиях содержания / Д. В. Крючин, В. Н. Гапоненко, А. Г. Кошаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 82. – С. 155–159.

35. Крючин, Д. В. Эффективность использования альтернативных решений хирургической кастрации решений при выращивании молодняка свиней / Д. В. Крючин, А. Г. Кошаев, В. Н. Гапоненко // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы VI Международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2023. – С. 115–119.

36. Лакин, Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1990. – 352 с.

37. Лисицын, А. Б. Влияние изменения белков в процессе длительного воздействия низких температур на качество мяса [Электронный ресурс] / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, О. И. Лунина // Обзор: Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 2. – URL : <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.287>.

38. Методики оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах-членах Евразийского экономического союза : Решение Коллегии Евразийской Экономической Комиссии от 24 ноября 2020 г. № 149. – 33 с.

39. Михайлов, Н. Мясные качества трехпородных гибридов / Н. Михайлов, И. Свиначев, А. Гончаров // Животноводство России. – 2011, март. – С. 25–26.

40. Нестеренко, А. А. Физико-химические основы переработки мяса : учеб. пособие / А. А. Нестеренко, Н. В. Кенийз. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 213 с.

41. Новицкий, И. Генетические основы селекции [Электронный ресурс] / И. Новицкий. – 2016. – URL : <https://сельхозпортал.рф/articles/geneticheskie-osnovy-selektsii>.

42. Организация разведения и селекционной работы в селекционно-генетических и селекционно-гибридных центрах при использовании метода гибридизации в свиноводстве / С. Е. Тяпугин, А. А. Новиков, Е. Н. Суслина, Д. Г. Шичкин, М. Г. Дунина, Н. В. Башмакова // Свиноводство. – 2021. – № 4. – С. 8–10.

43. Основные принципы формирования вкусо-ароматических свойств мясных продуктов при использовании мяса хряков / Н. М. Ревуцкая, В. В. Насонова, Т. Г. Кузнецова, А. А. Лазарев // Все о мясе. – 2019. – № 3. – С. 26–28.

44. Падохин, В. А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов : учеб. пособие / В. А. Падохин, Н. Р. Кокина. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., Институт химии растворов РАН, 2007. – 128 с.

45. Передовые практики в отечественном племенном животноводстве : науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Т. Н. Кузьмина, А. И. Тихомиров, С. В. Гуськова, И. Ю. Свинарев, В. А. Бекенёв, Ю. А. Колосов, В. И. Фролова, И. В. Большакова. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 72 с.

46. Пермяков, А. В поисках идеала: как не ошибиться при выборе хряка? / А. Пермяков // Животноводство России. – 2022. – № 1. – С. 30–31.

47. Раджабов, Р. Г. Влияние кастрации хрячков на их мясные качества / Р. Г. Раджабов, Н. В. Иванова // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(34.1). – С. 50–55.

48. Развитие свиноводства на основе современных инновационных технологий / К. С. Терновых, А. К. Камалян, О. И. Кучеренко, А. А. Плякина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(62). – С. 153–160.

49. Реализация генетического потенциала свиней при использовании инновационных технологических приемов / Р. В. Чусь, В. Н. Гапоненко, Д. В. Крючин, А. Г. Кощаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 320–324.

50. Ревуцкая, Н. М. Технологические способы снижения «запаха хряка» в мясной продукции / Н. М. Ревуцкая, В. В. Насонова // Все о мясе. – 2019. – № 6. – С. 52–55.

51. Ревуцкая, Н. М. Анализ пищевой и биологической ценности мяса некастрированных и кастрированных свиней / Н. М. Ревуцкая, В. В. Насонова, Т. Г. Кузнецова // Всё о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 297–299.

52. Рост, развитие и мясные качества некастрированных и кастрированных хрячков / Г. С. Походня, П. И. Бреславец, Ю. П. Бреславец, А. П. Бреславец, К. И. Кирьян, Д. В. Крючин, А. Г. Кошаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 109. – С. 226–231.

53. Самсонова, О. Е. Современные методы селекции в свиноводстве : учеб. пособие / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин. – Тамбов : Консалтинговая компания Юком, 2019. – 60 с.

54. Свиноводство – приоритетное направление развития животноводства и мясной промышленности // Все о мясе. – 2007. – № 4. – С. 16–24.

55. Соколов, Н. Селекционная работа в свиноводстве / Н. Соколов, Д. Карманов // Животноводство России. – 2014, октябрь. – С. 25–26.

56. Сорокин, М. Импровак – новый экономически выгодный метод избавления мяса от специфического запаха хряка / М. Сорокин. – 2009. – Текст : электронный. – URL : <http://nssrf.ru/news.php>.

57. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании [Текст] / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко, Н.А. Жеребцов. – Москва : Колос, 2000. – 384 с.

58. Храмченко, Н. М. Прогнозирование эффекта селекции индексной оценки свиней / Н. М. Храмченко, А. В. Романенко, К. В. Невар // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 1. – С. 123–132.

59. Эффективность использования кормовой добавки в рационах хряков / А. Ю. Калинин, Г. С. Походня, Ю. П. Бреславец, А. П. Бреславец, П. И. Бресла-

вещ, А. Г. Кощаев, Р. В. Чусь, Д. В. Крючин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 101. – С. 217–222.

60. Agudelo Trujillo, J. H. Immunocastration: A humane and effective alternative to surgical castration of adult boars / J. H. Agudelo Trujillo, J. F. Estrada Pineda, P. A. G. González's // Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. – 2011. – № 24(3). – P. 254–262.

61. Akanno, E. Sire selection in swine genetic improvement [Электронный доступ] / E. Akanno. – 2022. – URL : <https://www.thepigsite.com/articles/sire-selection-in-swine-genetic-improvement>.

62. Akinola, O. S. Pig rearing and management pig processing and marketing / O. S. Akinola // Capacity building training workshop on pig productionamrec. – 2012. – P. 33–41.

63. Aleksic, J. Investigation of the efficacy of immunocastration aimed at the prevention of sex odour in boar meat / J. Aleksic, M. Dokmanovic, Z. Aleksic [et al.] // Acta Veterinaria (Beograd) – 2012. – Vol. 62, № 5-6. – P. 653–663. – DOI : 10.2298/AVB1206653A.

64. Allison, J. Efficacy of Improvac for controlling boar taint in heavy male pigs under commercial field conditions in Italy / J. Allison, G. Tolasi, F. Solari Basano, R. Nazzari, G. Minelli, M. Pearce // In: Proceedings of the 55th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST); 16–21 August 2009. – Copenhagen, Denmark, PE1.09; 2009. – P. 64–67.

65. Aluwé, M. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence / M. Aluwé, F. A. M. Tuytens, S. Millet // Animal. – 2015. – № 9(3). – P. 500–508. – DOI :10.1017/S1751731114002894.

66. Aluwé, M. Immunocastrated male pigs: effect of 4 v. 6 weeks' time post second injection on performance, carcass quality and meat quality / M. Aluwe, I. Degezelle, L. Depuydt, D. Fremaut, A. Van den Broeke, S. Millet // Animal Science. – 2016. – № 10(9). – P. 1466–1473.

67. Aluwé, M. Alternatives to castrating pigs without anesthesia are gradually finding their way into Europe [Электронный ресурс] / M. Aluwé. – 2020. – URL : <https://ilvo.vlaanderen.be/en/news/alternatives-to-castrating-pigs-without-anesthesia-are-gradually-finding-their-way-into-europe>.

68. Aluwé, M. Consumer evaluation of meat quality from barrows, immunocastrates and boars in six countries / M. Aluwé, E. Heyrman, E. Kostyra [et al.] // *Animal*. – 2022. – № 16:100455. – DOI : 10.1016/j.animal.2022.100455.

69. Andersson, K. Early vaccination with Improvac®: Effects on performance and behaviour of male pigs / K. Andersson, C. Brunius, G. Zamaratskaia, K. Lundström // *Animal*. – 2012. – № 6. – P. 87–95.

70. Bahelka, I. Amino and fatty acids profile, and chemical composition of muscle and backfat in entire male, surgically castrated and female pigs [Электронный ресурс] / I. Bahelka, O. Bučko, E. Hanusová, M. Gondeková // *Research in pig breeding*. – 2016. – № 10. – URL : <https://www.respigbreed.cz/2016/1/1.pdf>.

71. Bahelka, I. Amino acid, fatty acid and chemical composition of meat and fat from entire males, castrates and gilts [Электронный ресурс] / I. Bahelka, O. Bučko, K. Hozáková [et al.] // *Acta fytotechn zootechn*. – 2020. – № 23 (3). – P. 167–173. – URL : <http://www.acta.fapz.uniag.sk>.

72. Bates, R. O. Effect of age at castration on swine / R. O. Bates, C. Zumbrennen, G. W. Jesse // *J. Anim. Sci.* – 1992. – № 70(Suppl. 1). – P. 49 (Abstr).

73. Batorek, N. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs / N. Batorek, M. Čandek - Potokar, M. Bonneau, J. Van Milgen // *Animal*. – 2012(a). – № 6. – P. 1330–1338. – DOI : 10.1017/S1751731112000146.

74. Batorek, N. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs / N. Batorek, M. Škrlep, A. Prunier, I. Louveau, J. Noblet, M. Bonneau, M. Čandek-Potokar // *Journal of Animal Science*. – 2012(b). – № 90. – P. 4593–4603.

75. Batorek, N. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs / N. Batorek,

M. Čandek-Potokar, M. Bonneau, J. Van Milgen // *Animal*. – 2012. – № 6. – P. 1330–1338.

76. Bee, G. Strategies to meet nutritional requirements and reduce boar taint in meat from entire male pigs and immunocastrates / G. Bee, N. Quiniou, H. Maribo, G. Zamaratskaia, P. G. Lawlor // *Animals (Basel)*. – 2020, Oct. 23. – № 10(11). – P. 1950. – DOI : 10.3390/ani10111950.

77. Bilskis, R. Effect of active immunization against GnRH on testosterone concentration, libido and sperm quality in mature AI boars / R. Bilskis, N. Sutkeviciene, V. Riskeviciene, A. Januskauskas, H. Zilinskas // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 2012. – № 54. – P. 33.

78. Bilskis, R. Immunocastration of young and mature boars with Improvac®: Summary of Doctoral Dissertation Agricultural Sciences / R. Bilskis. – Kaunas, 2014. – 63 p.

79. Boler, D. D. Boar odor: What is it? / D. D. Boler, K. Prusa // Pfizer Meeting. – New York, 2011.

80. Boler, D. D. Effects of immunological castration (Improvest) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs / D. D. Boler, C. L. Puls, D. L. Clark [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2014. – № 91. – P. 359–368. – DOI : 10.2527/jas2013-6863.

81. Botelho-Fontela, S. The effects of different immunocastration protocols on meat quality traits and boar taint compounds in male Bísaro pigs / S. Botelho-Fontela, G. Paixão, R. Pereira-Pinto [et al.] // *Theriogenology*. – 2024. – Vol. 214. – P. 89–97.

82. Brunius, C. Early immunocastration of male pigs with Improvac(®) - effect on boar taint, hormones and reproductive organs / C. Brunius, G. Zamaratskaia, K. Andersson, G. Chen, M. Norrby, A. Madej, K. Lundström // *Vaccine*. – 2011, Nov. 28. – № 29(51). – P. 9514–9520. – DOI : 10.1016/j.vaccine.2011.10.014.

83. D'Souza, D. N. High boar taint risk in entire male carcasses / D. N. D'Souza, F. R. Dunshea, R. J. E. Hewitt, B. G. Luxford, D. Meaney, F. Schwenke, ... R. J. van Barneveld // In: *Manipulating Pig Production XIII* // R. J. Van Barneveld (Ed.). – 2011. – P. 259.

84. Bonneau, M. Factors affecting the level of androstenone / M. Bonneau // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 2006. – № 48(Suppl. 1). – P. S7. – DOI : 0.1186/1751-0147-48-S1-S7.

85. Bonneau, M. Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs / M. Bonneau // *Animal*. – 2010. – № 4. – P. 930–932.

86. Bonneau, M. Pros and cons of alternatives to piglet castration: welfare, boar taint, and other meat quality traits / M. Bonneau, U. Weiler // *Animals*. – 2019. – № 9. – P. 884. – DOI : 10.3390/ani9110884.

87. Bradford, J. R. Immunological control of boar taint and aggressive behavior in male swine / J. R. Bradford, M. A. Mellencamp // *Animal Frontiers*. – 2013. – Vol. 3, № 4. – P. 12–19. – DOI : 10.2527/af.2013-0028.

88. Gispert, M. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs / M. Gispert, M. A. Oliver, A. Velarde, P. Suarez, J. Pérez, M. Font-i-Furnols // *Meat Sci*. – 2010. – № 85(4). – P. 664–670. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2010.03.021.

89. Gispert, M. The effect of immunocastration on pig carcass and pork quality [Электронный ресурс] / M. Gispert, M. Font. – 2011. – URL : https://www.pig333.com/articles/the-effect-of-immunocastration-on-pig-carcass-and-pork-quality_4391/.

90. Cai, Z.-W. Comparison of muscle amino acid and fatty acid composition of castrated and uncastrated male pigs at different slaughter ages / Z.-W. Cai, X.-F. Zhao, X.-L. Jiang [et al.] // *Italian Journal of Animal Science*. – 2010. – Vol. 9:e33. – P. 173–178.

91. Caldara, F. R. Carcass characteristics and qualitative attributes of pork from immunocastrated animals / F. R. Caldara, M. Moi, L. S. Dos Santos, I. C. De Lima Almeida Paz, R. G. Garcia, I. De Alencar Nääs, A. R. M. Fernandes // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. – 2013. – № 26(11). – P. 1630–1636. – DOI : <https://doi.org/10.5713/ajas>.

92. Čandek-Potokar, M. Testes weight is not a reliable tool for discriminating immunocastrated from entire males / M. Čandek-Potokar, M. Prevolnik, M. Škrlep //

In : Proceedings of the International Symposium of Animal Science; 23–25 September 2014; Belgrade, Serbia. – Belgrade : Faculty of Agriculture, 2014. – P. 43–49.

93. Čandek-Potokar M., Batorek Lukač N., Labussière E. // Proceedings of the 4-th International congress New perspectives and challenges of sustainable livestock production. – 7–9 October, 2015. – P. 324–335.

94. Čandek-Potokar, M. Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs / M. Čandek-Potokar, M. Škrlep, G. Zamaratskaia // Theriogenology – 2017. – Intech. – P. 109–126.

95. Claus, R. Individual return to Leydig cell function after GnRH – immunization of boars / R. Claus, S. Rottner, C. Rueckert // Vaccine. – 2008. – № 26. – P. 4571–4578.

96. Cronin, G. M. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group – housed, male finisher pigs / G. M. Cronin, F. R. Dunshea, K. L. Butler, Y. I. Mccaule, J. L. Barnett, P. H. Hemsworth // Applied Animal Behaviour Science. – 2003. – № 81. – P. 111–126.

97. De Briyne, N. Pig castration: will the EU manage to ban pig castration by 2018? / N. De Briyne, C. Berg, T. Blaha, D. Temple // Porcine Health Management. – 2016. – № 2. – P. 29. – DOI : 10.1186/s40813-016-0046-x.

98. Dos Santos, A. P. Feeding restriction to finishing barrows and immunocastrated swine / A. P. Dos Santos, C. Kiefer, L. P. Martins, C. C. Fantini // Ciencia Rural. – 2012. – № 42. – P. 147–153.

99. D'Souza, D. N. Pork production with entire males and immunocastrates in Australia / D. N. D'Souza, R. J. E. Hewitt, R. J. van Barneveld // Advances in Animal Biosciences. – 2018. – № 9. – P. s58.

100. Duarte, D. A. S. Recent genetic advances on boar taint reduction as an alternative to castration: a review [Электронный ресурс] / D. A. S. Duarte, M. Schroyen, R. R. Mota [et al.] // J Appl Genetics. – 2021. – № 62. – P. 137–150. – URL : <https://doi.org/10.1007/s13353-020-00598-w>.

101. Dunshea, F. R. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance / F. R. Dunshea [et al.] // Journal of Animal Science. – 2001. – № 79. – P. 2524–2535.

102. Dunshea, F. R. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: A review / F. R. Dunshea, J. R. D. Allison, M. Bertram, D. D. Boler, L. Brossard, R. Campbell, J. P. Crane, D. P. Hennessy, L. Huber, C. De Lange, N. Ferguson, P. Matzat, F. Mckeith, P. J. U. Moraes, B. P. Mullan, J. Noblet, N. Quiniou, M. Tokach // *Animal*. – 2013. – № 7. – P. 1769–1778.

103. Einarsson, S. Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs / S. Einarsson, K. Andersson, M. Wallgren, K. Lundström, H. Rodriguez-Martinez // *Theriogenology*. – 2009. – № 71. – P. 302–310.

104. EFSA. Welfare aspects of the castration of piglets // *EFSA J*. – 2004. – № 91. – P. 19–118. – URL : https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_sci_efsa_opinion_welfare-aspects.pdf (accessed on 10 June 2019).

105. EPA (European Medicines Agency) // Improvac EPAR – Scientific Discussion. – 2010. – URL : https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-discussion/improvac-epar-scientific-discussion_en.pdf (accessed on 10 June 2019).

106. European Medicines Agency // EPAR – Scientific Discussion. – 2019. – URL : https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-discussion/improvac-epar-scientific-discussion_en.pdf (accessed on Apr 22, 2019).

107. Falk, L. Boar taint through the eyes of genetics: A comparison of the Czech indigenous pig breed and commercial breeds in four gene polymorphisms related to skatole and androstenone levels / L. Falk, I. Vrtková, P. Bartoňová // *Acta Vet Brno*. – 2023. – № 92. – P. 181–187.

108. Florini, J. R. Hormonal control of muscle growth / J. R. Florini // *Muscle Nerve*. – 1987. – № 10. – P. 577–598.

109. Font-i-Furnols, M. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production / M. Font-i-Furnols, M. Gispert, J. Soler, M. Diaz, J. A. Garcia-Regueiro, I. Diaz, M.C. Pearce // *Meat Science*. – 2012. – № 91. – P. 148–154. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2012.01.008.

110. Giersing, M. Animal welfare aspects of preventing boar taint / M. Giersing, J. Ladewig, B. Forkman // *Acta Vet Scand.* – 2006. – № 48. – P. S3.

111. Gogić, M. Effect of immunocastration on sex glands of male Mangulica (Swallow-bellied Mangalitsa) pigs [Электронный ресурс] / M. Gogić, Č. Radović, M. ČandekPotokar [et al.] // *Revista Brasileira de Zootecnia.* – 2019. – № 48:e20180286. – URL : <https://doi.org/10.1590/rbz4820180286>.

112. Gutzwiller A., Ampuero Kragten S. Suppression of boar taint in cryptorchid pigs using a vaccine against the gonadotropin-releasing hormone / A. Gutzwiller, S. Ampuero Kragten // *Schweizer Archiv für Tierheilkunde.* – 2013. – № 155. – P. 677–680. – DOI : [10.1024/0036-7281/a000533](https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000533).

113. Haga, H. A. Castration of piglets: The analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection / H. A. Haga, B. Ranheim // *Vet. Anaesth. Analg.* – 2005. – № 32. – P. 1–9.

114. Han, X. Mechanistic insight into the role of immunocastration on eliminating skatole in boars / X. Han, M. Zhou, X. Cao [et al.] // *Theriogenology.* – 2019. – № 131. – P. 32–40. – DOI : [10.1016/j.theriogenology.2019.03.017](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.03.017).

115. Heinritzi, K. Alternatives for castration of suckling piglets, determination of catecholamines and woundhealing after castration of suckling piglets at different points of time (Alternativen zur kastration von saugferkeln, bestimmung von catecholaminen sowie wundheilung nach kastration von saugferkeln zu unterschiedlichen zeitpunkten) / K. Heinritzi, M. Ritzmann, W. Otten // *Deutsche tierärztliche oehenschrift.* – 2006. – № 113. – P. 94–97.

116. Hensel, B. Selection and direct biomarkers of reproductive capacity of breeding boars [Электронный ресурс] / B. Hensel, S. Henneberg, M. Kleve-Feld [et al.] // *Animal Reproduction Science.* – 2024. – 107490. – DOI : [10.1016/j.anireprosci.2024.107490](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107490).

117. Huber, L. Age at castration (surgical or immunological) impacts carcass characteristics and meat quality of male pigs / L. Huber, E. J. Squires, I. B. Mandell, C. F. M. De Lange // *Animal.* – 2017. – Vol. 12. – URL : www.cambridge.org.

118. Izquierdo, M. The effect of immunocastration on carcass and meat cut yields in extensively reared Iberian gilts / M. Izquierdo, M. A. Pérez, A. I. Del Rosario, P. Rodriguez, J. García, J. L. Duarte, A. Dalmau, F. I. Hernández-García // *Acta Agric. Slov.* – 2013. № 4. – P. 205–209.

119. Janett, F. Suppression of testicular function and sexual behavior by vaccination against GnRH (Equity) in the adult stallion / F. Janett, R. Stump, D. Burger, R. Thun // *Animal Reproduction Science.* – 2009. – № 115. – P. 88–102.

120. Janett, F. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf / F. Janett, T. Gerig, A. C. Tschuror, S. Amatayakul-Chantler, J. Walker, R. Howard, M. Piechotta, H. Bollwein, S. Hartnack, R. Thun // *Animal Reproduction Science.* – 2012. – № 131. – P. 72–80.

121. Jaros, P. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in in-tact male pigs / P. Jaros, E. Bürgi, K. D. C. Stärk, R. Claus, D. Hennessy, R. Thun // *Livestock Production Science.* – 2005. – № 92. – P. 31–38.

122. Jones-Hamlow, K. A. Colour stability and sensory characteristics of fresh and enhanced pork loins from immunologically castrated barrows / K. A. Jones-Hamlow, M. A. Tavarez, D. D. Boler [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2015. – № 93. – P. 794–801.

123. Kauffold, J. Effects of long-term treatment with the GnRH agonist deslorelin (Suprelorin®) in sexual function in boars / J. Kauffold, H. Rohrmann, J. Boehm, A. Wehrend // *Theriogenology.* – 2010. – № 74. – P. 733–740. – DOI : 10.1016/j.theriogenology.2010.03.026.

124. Keller, A. Genetic variation in a human odorant receptor alters odour perception / A. Keller, H. Zhuang, Q. Chi [et al.] // *Nature.* – 2007. – № 449. – P. 468–472.

125. Kress, K. Sustainability of pork production with immunocastration in Europe / K. Kress, S. Millet, É. Labussière, U. Weiler, V. Stefanski // *Sustainability.* – 2019. – № 11. – P. 3335.

126. Kress, K. Influence of housing conditions on reliability of immunocastration and consequences for growth performance of male pigs / K. Kress, U. Weiler, S. Schmucker [et al.] // *Animals.* – 2020. – № 10:27. – DOI : 10.3390/ani10010027.

127. Kress, K. B. Immunocastration of male pigs: Dissertation to obtain the doctoral degree of Agricultural Sciences / K. B. Kress. – 2020. – 148 p.

128. Kubale, V. Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter / V. Kubale, N. Batorek, M. Škrlep, A. Prunier, M. Bonneau, G. Fazarinc, M. Čandek-Potokar // *Theriogenology*. – 2013. – № 79. – P. 69–80. – DOI : 10.1016/j.theriogenology.2012.09.010.

129. Lealiifano, A. K. Altering the timing of an immunocastration vaccine to optimize pig performance / A. K. Lealiifano, J. R. Pluske, R. R. Nicholls, F. R. Dunshea, B. P. Mullan // In «Manipulating Pig Production XII» / ed. R. J. van Barneveld (Australasian Pig Science Association: Werribee). – 2009. – P. 184.

130. Lealiifano, A. K. Reducing the length of time between harvest and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs / A. K. Lealiifano, J. R. Pluske, R. R. Nicholls, F. R. Dunshea, R. G. Campbell, D. P. Hennessy, D. W. Miller, C. F. Hansen, B. P. Mullan // *Journal of Animal Science*. – 2011. – № 89. – P. 2782–2792.

131. Lin-Schilstra, L. Paradoxical consumers in four European countries: meat-eating justification and willingness to pay for meat from animals treated by alternatives to surgical castration / L. Lin-Schilstra, A. R. H. Fischer // *Meat Sci*. – 2022. – № 188:108777. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2022.108777.

132. Lunde, K. Genetic variation of an odorant receptor OR7D4 and sensory perception of cooked meat containing androstenone / K. Lunde, B. Egelanddal, E. Skuterud [et al.] // *PLoS One*. – 2012. – № 7:e35259.

133. Lundström, K. Pig meat quality from entire males / K. Lundström, K. R. Matthews, J.-E. Haugen // *Animal*. – 2009. – № 3. – P. 1497–1507.

134. Luther, H. Boar taint compounds and fattening performance of Large White boars / H. Luther, S. Ampuero, G. Bee, A. Hofer // *Proc EAAP*. – Vilnius, Lithuania, 2008. – P. 100.

135. Mancini, M. C. Immunocastration: Economic implications for the pork supply chain and consumer perception. An assessment of existing research / M. C. Mancini, D. Menozzi, F. Arfini // *Livestock Science*. – 2017. – № 203. – P. 10–20.

136. Martinez-Macipe, M. Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotropin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free ranging conditions / M. Martinez-Macipe, P. Rodríguez, M. Izquierdo, M. Gispert, X. Manteca, E. Mainauc, F. I. Hernández // *Meat Sci*. – 2016. – № 111. – P. 116–121.

137. McGlone, J. J. Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two- and seven-week old castrated and uncastrated piglets / J. J. McGlone, J. M. Hellman // *Journal of Animal Science*. – 1988. – № 66. – P. 3049–3058.

138. McGlone, J. J. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes / J. J. McGlone, R. I. Nicholson, J. M. Hellman, D. N. Herzog // *Journal of Animal Science*. – 1993. – № 71. – P. 1441–1446.

139. Meier-Dinkel, L. Consumers' perception and acceptance of boiled and fermented sausages from strongly boar tainted meat / L. Meier-Dinkel, J. Gertheiss, W. Schnäkel [et al.] // *Meat Sci*. – 2016 – № 118. – P. 34–42.

140. Metz, C. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention / C. Metz, K. Hohl, S. Waidelich, W. Drochner, R. Claus // *Livest Prod Sci*. – 2002. – № 74. – P. 147–157.

141. Miller, L. A. GonaCon, TM a versatile GnRH contraceptive for a large variety of pest animal problems / L. A. Miller, J. Rhyhan, G. Killian // *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*. – 2004. – P. 21.

142. Millet, S. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs / S. Millet, K. Gielkens, D. De Brabander, G. P. J. Janssens // *Animal*. – 2011. – Vol. 5. – P. 1119–1123.

143. Mitjana, O. Immuno-castration of female and male pigs with anti-gonadotrophin releasing hormone vaccine: Morphometric, histopathological and functional studies of the reproductive system / O. Mitjana, C. Bonastre, M. T. Tejedor [et al.] // *Anim Reprod Sci.* – 2020. – № 221:106599. – DOI : 10.1016/j.anireprosci.2020.106599.

144. Mörlein, D. An overlooked compound contributing to boar taint and consumer rejection of meat products: 2-Aminoacetophenone [Электронный ресурс] / D. Mörlein, J. Mörlein, Ch. Gerlach [et al.] // *Meat Science.* – 2024. – Vol. 213. – 109497. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2024.109497.

145. Morales, J. Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period / J. Morales, A. Dereu, A. Manso, L. de Frutos, C. Piñeiro, E. G. Manzanilla, N. Wuyts // *Porcine Health Management.* – 2017. – № 3. – P. 18. – DOI : 10.1186/s40813-017-0066-1.

146. Nakov, D. D. Sexual maturity as risk for development of deviant behaviours in pig production systems with entire males / D. D. Nakov, M. Trajchev, S. Hristov, B. Stanković // *Veterinarski Glasnik.* – 2021, January. – № 75(00). – P. 12–12. – DOI :10.2298/VETGL210727012N.

147. Nautrup, B. P. The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: A meta-analysis / B. P. Nautrup, I. V. Vlaenderen, A. Aldaz, C. K. Mah // *Research in Veterinary Science.* – 2018. – № 119. – P. 182–195. – DOI : 10.1016/j.rvsc.2018.06.002.

148. Needham, T. Physical meat quality and chemical composition of the *Longissimus thoracis* of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride / T. Needham, L. C. Hoffman // *Meat Science.* – 2015. – Vol. 110. – P. 101–108.

149. Oliver, W. T. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts / W. T. Oliver, I. McCauley, R. J. Harrell, D. Suster, D. J. Kerton, F. R. Dunshea // *J. Anim. Sci.* – 2003. – № 81. – P. 1959–1966.

150. Oliviero, C. Strategic use of anti-GnRH vaccine allowing selection of breeding boars without adverse effects on reproductive or production performances / C. Oliviero, A. Ollila, M. Andersson [et al.] // *Theriogenology*. – 2016. – № 85(3). – P. 476–482. – DOI : 10.1016/j.theriogenology.2015.09.027.

151. Oonk, H. B. Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint / H. B. Oonk, J. A. Turkstra, H. Lankhof, W. M. M. Schaaper, J. H. M. Verheijden, R. H. Meloen // *Livest Prod Sci*. – 1995. – № 42. – P. 63–71.

152. Pauly, C. Mastleistung und schlachtkörperqualität von geimpften tieren [Growth performance and carcass quality in vaccinated animals] / C. Pauly, G. Bee // *Suisseporcs-Information*. – 2007. – № 12. – P. 8–10.

153. Pauly, C. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group - penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs / C. Pauly, P. Spring, J. V. O'Doherty, S. Ampuero Kragten, G. Bee // *Animal*. – 2009. – № 3. – P. 1057–1066.

154. Pinna, A. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in heavy male pigs for Italian typical dry-cured ham production / A. Pinna, C. Schivazappa, R. Virgili, G. Parolari // *Meat Science*. – 2015. – № 110. – P. 153–169. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2015.07.002.

155. Pirard, M. Immunocastration of Farm Animals / M. Pirard [et al.] // In : *Biotechnology in Animal Husbandry. Focus on Biotechnology* / R. Renaville, A. Burny (eds.). – 2001. – Vol. 5. – Springer, Dordrecht. – DOI : 10.1007/0-306-46887-5_10/.

156. Poulsen Nautrup, B. The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: a meta-analysis / B. Poulsen Nautrup, I. Van Vlaenderen, A. Aldaz [et al.] // *Res Vet Sci*. – 2018. – № 119. – P. 182–195.

157. Povod, M. Biological and economic aspects of immunological castration in comparison with traditional (surgical) method / M. Povod, I. Lozynska, E. Samokhina // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2019. – № 25(2). – P. 403–409.

158. Prunier, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods / A. Prunier, M. Bonneau, E. H. Von Borell, S. Cinotti, M. Gunn, B. Fredriksen, M. Giersing, D. B. Morton, F. A. M. Tuytens, A. Velarde // *Anim. Welf.* – 2006. – № 15. – P. 277–289.

159. Prusa, K. Prevalence and relationships of sensory taint, 5 α -androstenone and skatole in fat and lean tissue from the loin (Longissimus dorsi) of barrows, gilts, sows, and boars from selected abattoirs in the United States / K. Prusa, H. Nederveld, P. L. Runnels, R. Li, V. L. King, J. P. Crane // *Meat Science.* – 2011. – № 88. – P. 96–101.

160. Quiniou, N. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behaviour – comparison with barrows and gilts / N. Quiniou, V. Courboulay, Y. Salaün, P. Chevillon // Conference at the 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion, Crete Island, Greece. – 2010. – 8 p.

161. Quiniou, N. Effect of feed restriction on the performance and behaviour of pigs immunologically castrated with Improvac® / N. Quiniou, M. Monziols, F. Colin, T. Goues, V. Courboulay // *Animal.* – 2012. – № 6. – P. 1420–1426.

162. Quiniou, N. Quelles stratégies alimentaires pour couvrir les besoins nutritionnels des porcs mâles entiers et/ou immuno-castrés et pour réduire les risques d'odeurs de verrat dans la viande? / N. Quiniou, G. Bee, H. Maribo [et al.] // *INRAE Productions Animales/* – 2022/ – № 35(2). – P. 109–120. – DOI : 10.20870/productions-animales.2022.35.2.7079.

163. Reiter, S. Penile Injuries in Immunocastrated and Entire Male Pigs of One Fattening Farm / S. Reiter, S. Zöls, M. Ritzmann, V. Stefanski, U. Weiler // *Animals.* – 2017. – № 7. – P. 71. – DOI : 10.3390/ani7090071.

164. Robinson, J. A. B. Impact of genetic selection on management of boar replacement [Электронный доступ] / J. A. B. Robinson, M. M. Buhr // *Theriogenology.* – 2005. – Vol. 63, Issue 2. – P. 668–678. – URL : 10.1016/j.theriogenology.2004.09.040.

165. Rydhmer, L. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration / L. Rydhmer, G. Zamaratskaia, H. K. Andersson, B. Algers, R. Guillemet, K. Lundström // *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.* – 2006. – № 56. – P. 109–119. – DOI : 10.1080/09064700601079527.

166. Rydhmer, L. Welfare of entire male pigs is improved by socialising piglets and keeping intact groups until slaughter / L. Rydhmer, M. Hansson, K. Lundström, C. Brunius, K. Andersson // *Animal.* – 2013. – № 7(9). – P. 1532–1541. – DOI : 10.1017/S1751731113000608.

167. Schmoll, F. Growth performance and carcass traits of boars raised in Germany and either surgically castrated or vaccinated against gonadotropin-releasing hormone / F. Schmoll, J. Kauffold, A. Pfützner, J. Baumgartner, F. Brock, M. Grodzkycki, S. Andrews // *Journal of Swine Health and Production.* – 2009. – Vol. 17, № 5. – P. 250–255.

168. Schneider, F. Effects of treating young boars with a GnRH depot formulation on endocrine functions, testis size, boar taint, carcass composition and muscular structure / F. Schneider, H. Falkenberg, G. Kuhn, K. Nuernberg, C. H. Rehfeldt, W. Kanitz // *Anim Reprod Sci.* – 1998. – № 50. – P. 69–80.

169. Schulze, M. Relationship between pubertal testicular ultrasonographic evaluation and future reproductive performance potential in Piétrain boars / M. Schulze, S. Beyer, F. Beyer [et al.] // *Theriogenology.* – 2020. – № 158. – P. 58–65.

170. Single injection alternative to surgical castration in pigs [Электронный ресурс]. – 2020. – URL : <https://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/1028502-single-injection-alternative-to-surgical-castration-in-pigs.html>.

171. Skjaerlund, D. M. Skeletal muscle growth and protein turnover in neonatal boars and barrows / D. M. Skjaerlund, D. R. Mulvaney, W. G. Bergen, R. A. Merkel // *J Anim Sci.* – 1994. – № 72. – P. 315–321.

172. Škrlep, M. Elevated fat skatole levels in immunocastrated, surgically castrated and entire male pigs with acute dysentery / M. Škrlep, N. Batorek, M. Bonneau, G. Fazarinc, B. Šegula, M. Čandek-Potokar // *Veterinary Journal.* – 2012. – № 194(3). – P. 417–419.

173. Škrlep, M. Length of the interval between immunocastration and slaughter in relation to boar taint and carcass traits / M. Škrlep, M. Čandek-Potokar, N. Batorek, B. Šegula, M. Prevolnik, C. Pugliese, M. Bonneau // In: 20th International Symposium Animal Science Days; 19–21 September 2012; Kranjska Gora, Slovenia. – Ljubljana : Biotechnical Faculty, 2012. – Acta agriculturae Slovenica. – Suppl. 3. – P. 247–251.

174. Škrlep, M. Theoretical and practical aspects of immunocastration / M. Škrlep, N. Batorek Lukač, M. Prevolnik Povše, M. Čandek-Potokar // Stočarstvo. – 2014. – № 68. – P. 39–49.

175. Škrlep M, Tomašević I, Mörlein D, Novaković S, Egea M, Garrido MD, Linares MB, Peñaranda I, Aluwé M, Font-I-Furnols M. The Use of Pork from Entire Male and Immunocastrated Pigs for Meat Products-An Overview with Recommendations / M. Škrlep, I. Tomašević, D. Mörlein [et al.] // Animals (Basel). – 2020. – № 26;10(10):1754. – DOI : 10.3390/ani10101754.

176. Spencer, G. S. G. Hormonal systems regulating growth. A review / G. S. G. Spencer // Livest Prod Sci. – 1985. – № 12. –P. 31–46.

177. Squires, E. J. Boar taint: biological causes and practical means to alleviate it [Электронный ресурс] / E. J. Squires, M. Bonneau // In Encyclopedia of Meat Sciences. – 2-nd Edition. – 2014. – URL : <https://www.sciencedirect.com/>.

178. Squires, E. J. Pork production with entire males: directions for control of boar taint / E. J. Squires, C. Bone, J. Cameron // Animals (Basel). – 2020. – № 10:1665. – DOI : 10.3390/ani10091665.

179. Stojanovic, S. Histological and Morphometric Examination of the Testes of Boars and Male Pigs Immunocastrated with Improvac® / S. Stojanovic, G. Uscebrka, D. Zikic, M. Stukelj // Acta Scientiae Veterinariae. – 2017. – № 45(1). – P. 7. – DOI : 10.22456/1679-9216.80582.

180. Stupka, R. Effects of immunocastration on growth performance, body composition, meat quality, and boar taint / R. Stupka, J. Čítek, K. Vehovsky, K. Zadinová, M. Okrouhlá, D. Urbanová, L. Stádník // Czech Journal of Animal Science. – 2017. – № 62(6). – P. 249–258.

181. Sutkeviciene, N. Effect of active immunization against GnRH on «boar taint», testes and accessory sex glands in matured boars / N. Sutkeviciene, R. Bilskis, J. Sabeckiene, V. Jukna, H. Zilinskas // *Veterinarija ir zootechnika*. – 2014. – № 65(87). – P. 91–96.

182. Thompson, D. L. Immunization against GnRH in male species (comparative aspects) / D. L. Thompson // *Animal Reproduction Science*. – 2000. – № 60–61. – P. 459–469.

183. Tomasevic, I. Attitudes and beliefs of Eastern European consumers towards piglet castration and meat from castrated pigs / I. Tomasevic [et al.] // *Meat Sci*. – 2019. – № 160. – P. 107965.

184. Turkstra, J. A. Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response / J. A. Turkstra, X. Y. Zengt, J. T. van Diepent, A. E. Jongbloed, H. B. Oonk, D. F. Van de Wielt, E. H. Meloen // *J. Anim. Sci*. – 2002. – № 80. – P. 2953–2959.

185. Upmann, M. Ebermast: entwicklung eines konzepts für die produktion, schlachtung und vermarktung ökologisch ezeugter eber entlang der gesamten wertschöpfungskette [Электронный ресурс] / M. Upmann, M. Hölscher, T. Nolte [et al.] // *Teilbericht der Hochschule Ostwestfalen-Lippe*. – 2016. – URL : <https://www.orgprints.org/32010//>.

186. Van Den Broeke, A. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows and gilts / A. Van Den Broeke, F. Leen, M. Aluwé, B. Ampe, J. Van Meensel, S. Millet // *J. Anim. Sci*. – 2016. – № 94. – P. 2811–2820.

187. Vanhonacker, F. Belgian consumers' attitude towards surgical castration and immunocastration of piglets / F. Vanhonacker, W. Verbeke, F. Tuyttens // *Animal Welfare*. – 2009. – № 18(4). – P. 371–380. – DOI : 10.1017/S0962728600000774.

188. Velarde, A. Productive results of pigs vaccinated against boar taint / A. Velarde, E. Fàbrega, J. Soler. – 2011. – URL : <https://www.pig333.com/>.

189. Von Borell, E. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs / E. Von Borell, J. Baumgartner, M. Giersing, N. Jäggin, A. Prunier,

F. A. M. Tuytens, S. A. Edwards // *Animal*. – 2009. – № 3. – P. 1488–1496. – DOI : 10.1017/S1751731109004728.

190. Wang, C. GnRH-immunocastration: an alternative method for male animal surgical castration / C. Wang, C. Yang, Y. Zeng, M. Zhang // *Front. Vet. Sci.* – 2023. – № 10:1248879. – DOI : 10.3389/fvets.2023.1248879.

191. Weary, D. M. Partial tooth-clipping of suckling pigs: effects on neonatal competition and facial injuries / D. M. Weary, D. Fraser // *Appl. Anim. Behav. Sci.* – 1999. – № 65. – P. 21–27.

192. Weiler, U. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations / U. Weiler, M. Font-i-Furnols, K. Fischer, H. Kemmer, M. A. Oliver, M. Gispert // *Meat Science*. – 2000. – № 54. – P. 297–304. – DOI : 10.1016/S0309-1740(99)00106-0.

193. Weiler, U. Die kastration beim schwein-zielkonflikte und lösungsansätze aus der sicht des tierschutzes / U. Weiler, V. Stefanski, E. Von Borell // *Züchtungskunde*. – 2016. – № 88. – P. 429–444.

194. Weiler, U. Penile injuries in wild and domestic pigs / U. Weiler, M. Isernhagen, V. Stefanski, M. Ritzmann, K. Kress, C. Hein, S. Zöls // *Animals*. – 2016. – № 6. – P. 25. – DOI : 10.3390/ani6040025.

195. Werner, D. Early immunocastration of pigs: from farming to meat quality / D. Werner, L. Baldinger, R. Bussemas [et al.] // *Animals*. – 2021. – № 11(2). – P. 298. – DOI : 10.3390/ani11020298.

196. Wesoly, R. Nutritional influences on skatole formation and skatole metabolism in the pig / R. Wesoly, U. Weiler // *Animal*. – 2012. – № 2. – P. 221–242. – DOI : 10.3390/ani2020221.

197. Wesoly, R. Influence of sampling procedure, sampling location and skin contamination on skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs / R. Wesoly, V. Stefanski, U. Weiler // *Meat Science*. – 2016. – № 111. – P. 85–91.

198. Woźniak, B. Evaluation of the effect of surgical and immunological castration of male pigs on boar taint compounds in oral fluid and fat tissue by LC-MS/MS

method / B. Woźniak, P. Cybulski, A. Jabłoński [et al.] // J. Vet. Res. – 2020. – № 64. – P. 557–565. – DOI :10.2478/jvetres-2020-0080.

199. Xue, J. L. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review / J. L. Xue, G. D. Dial, J. E. Pettigrew // Swine Health Prod. – 1997. – № 5. – P. 21–28.

200. Zamaratskaia, G. Factors involved in the development of boar taint [doctoral thesis] / G. Zamaratskaia // Dept of food science, SLU. Acta Universitatis agriculturae Suecia. – 2004. – Agraria, vol. 444. – URL : [http:// dissepsion.slu.se/archive/00000532/02/Thesis_for_epsilon.pdf](http://dissepsion.slu.se/archive/00000532/02/Thesis_for_epsilon.pdf).

201. Zamaratskaia, G. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs / G. Zamaratskaia, H.K. Andersson, G. Chen, K. Andersson, A. Madej, K. Lundström // Domestic Animals. – 2008, Jun. – № 43(3). – P. 351–359.

202. Zamaratskaia, G. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs / G. Zamaratskaia, E. J. Squires // Animal. – 2009. – № 3. – P. 1508–1521. – DOI : 10.1017/S1751731108003674.

203. Zamaratskaia, G. Immunocastration of male pigs – situation today / G. Zamaratskaia, M. K. Rasmussen // Procedia Food Science. – 2015. – № 5(2). – P. 324–327. – DOI : <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.064>.

204. Zoels, S. Influences of immunocastration on endocrine parameters, growth performance and carcass quality, as well as on boar taint and penile injuries / S. Zoels, S. Reiter, M. Ritzmann [et al.] // Animals (Basel). – 2020. – № 21;10(2): 346. – DOI : 10.3390/ani10020346.

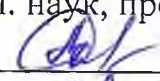
205. Zomeño, C. A matter of body weight and sex type: pig carcass chemical composition and pork quality / C. Zomeño, M. Gispert, M. Čandek-Potokar [et al.] // Meat Sci. – 2023. – № 197:109077. – DOI : 10.1016/j.meatsci.2022.109077.

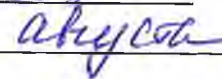
ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по научно-исследовательской работе
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
д-р биол. наук, профессор


А.А. Ряднов

«19»  2024 г.



КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ



Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства приняты к внедрению в учебный процесс ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, выпускных квалификационных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантами и соискателями на факультете биотехнологий и ветеринарной медицины.

Декан факультета биотехнологий и
ветеринарной медицины,
д-р биол. наук, доцент



Д.А. Ранделин



Подпись(и) 
Заведующий отделом кадров и делопроизводства  Е.Ю. Коротич

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет
им. И. Т. Трубилина», канд.
эконом. наук, доцент


_____ А. В. Петух
« 20 » _____ 2024 г.



КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства приняты к внедрению в учебный процесс ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина». Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, подготовки квалификационных научных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантов и соискателей на факультете зоотехнии.

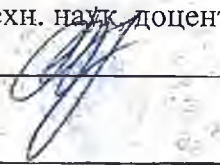
Декан факультета зоотехнии,
д-р с.-х. наук, профессор



В. Х. Вороков

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
методической работе
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,
канд. техн. наук, доцент


_____ В. В. Бердышев

« » _____ 2024 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

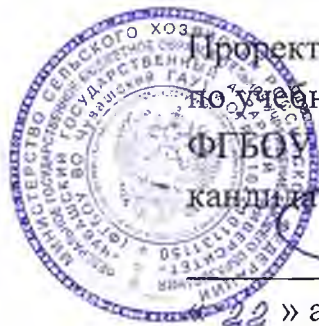
Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства приняты к внедрению в учебный процесс ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, подготовки квалификационных научных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантов и соискателей в институте биотехнологии и ветеринарной медицины.

Директор института биотехнологии и
ветеринарной медицины,
д-р с.-х. наук, доцент



_____ А. А. Бахарев

УТВЕРЖДАЮ



Проректор

по учебной и научной работе

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ,

кандидат экономических наук, доцент

Л. М. Иванова

«22» августа 2024 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства, приняты к внедрению в учебный процесс Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет». Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, подготовки квалификационных научных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантов и соискателей на факультете ветеринарной медицины и зоотехнии.

Декан факультета
ветеринарной медицины и зоотехнии,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Г.М. Тобоев

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ)
460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
тел./ факс (3532) 77-52-30
e-mail: rector@orensau.ru; <http://www.orensau.ru>
ОКПО 00493422, ОГРН 1025601020521
ИНН/КПП 5610042441 / 561001001

от _____ № _____
на _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

А. Е. Гончаров

2024 г.



КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства приняты к внедрению в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет». Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, подготовки квалификационных научных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантов и соискателей на факультете ветеринарной медицины.

Декан факультета ветеринарной медицины,
д-р биол. наук, доцент

А.А. Торшков

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной, инновационной и
международной работе



Ф. И. О. У ВО СПбГАУ,
Канд. ветеринар. наук, доцент

Р. О. Колесников

2024 г.

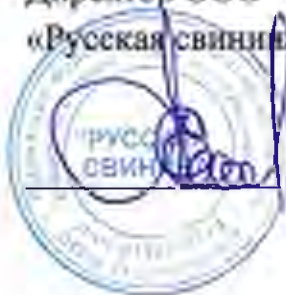
КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Результаты научных исследований аспиранта кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Крючина Дениса Васильевича по диссертационной работе на тему: «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации», выполненной по специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства приняты к внедрению в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». Они используются как справочный материал для лекций и лабораторно-практических занятий для студентов, подготовки квалификационных научных работ и будут учтены при выполнении научных исследований аспирантов и соискателей на факультете зооинженерии и биотехнологии.

Декан факультета зооинженерии и
биотехнологии

С. П. Складров

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО
«Русская свинина»



А. Ю. Шахнюк

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Кубанского ГАУ,
профессор



А. И. Трубилин

АКТ

производственного внедрения научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»: профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаев, аспирант Д. В. Крючин, с одной стороны, и управляющий ПУ 5 (хрячник) ООО

«Русская свинина» Каменского района Ростовской области С. Н. Анисимов, с другой стороны, составили настоящий акт производственного внедрения о том, что сотрудниками ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, профессором кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаевым, аспирантом Д. В. Крючиным в технологический процесс ООО «Русская свинина» внедрены результаты научно-исследовательской работы «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации».

Иммунокастрация хрячков позволили выявить дополнительные резервы увеличения производства свинины высокого качества за счет более полной реализации их генетического и биологического потенциала продуктивности по сравнению с выращиванием боровов и хрячков. Вакцинация хрячков против гонадотропин-рилизинг-гормона позволила повысить фактор эффективности производства на 12,3 и 0,6 % по сравнению с разведением хирургических кастратов и хрячков за счет более высокой интенсивности роста (на 4,7 и 1,6 % соответственно) и конверсии корма (на 8,8 и 1,8 % соответственно).

Туши иммунокастратов (по сравнению с тушами боровов и интактных хрячков) характеризовались и лучшими мясными качествами: выход мышечной ткани был выше на 2,2 и 0,3 %, жировой ткани – ниже на 1,8 и 0,1 % соответственно. При этом рентабельность производства при выращивании иммунокастрированных хрячков составила 29,8 % против 21,6 % при традиционной технологии и – 25,9 % – при выращивании интактных животных.

Представитель ООО «Русская свинина»

С. Н. Анисимов

Представители Кубанского ГАУ:

А. Г. Кощаев

Д. В. Крючин

УТВЕРЖДАЮ:

Директор по свиноводству
АО «Фирма «Агрокомплекс»
им. Н. И. Ткачева



А. Ю. Шахнюк

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор Кубанского ГАУ,
профессор



А. И. Трубилин

АКТ

производственного внедрения научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»: профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаев, аспирант Д. В. Крючин, с одной стороны, и старший зоотехник-селекционер АО фирмы «Агрокомплекс» им. Н. И. Ткачева Выселковского района Краснодарского края Е. И. Кузьмина, с другой стороны, составили настоящий акт производственного внедрения о том, что сотрудниками ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, профессором кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаевым, аспирантом Д. В. Крючиным в АО фирма «Агрокомплекс» им. Н. И. Ткачева внедрена научно-исследовательская работа «Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации».

Результаты проведенных испытаний на 150 хрячках показали, что использование иммунизации против гонадотропин-рилизинг-гормона, по сравнению с выращиванием боровов и хряков, способствовало повышению среднесуточного прироста соответственно на 4,9 и на 1,3 %, снижению возраста достижения живой массы 100 кг до 149 дней. Иммунокастраты потребляли в сутки на 0,2 кг корма меньше, чем хирургические кастраты, но на уровне интактных хряков, в результате чего эффективность использования ими кормов была выше соответственно на 9,1 и 1,2 %.

Преимущество иммунокастратов по сравнению с боровами было установлено и по мясным качествам: по толщине шпика на уровне 6–7-го грудных позвонков – на 7,8 %, на уровне 10–11-го ребер – на 8,9 %, по глубине мышцы – на 2,8 % и по выходу постного мяса – на 1,3 %.

Представитель АО фирмы
«Агрокомплекс» им. Н. И. Ткачева

Е. И. Кузьмина

Представители Кубанского ГАУ:

А. Г. Кощаев

Д. В. Крючин

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
АО «Кубанский бекон»



*/ А. А. Адаменко

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор Кубанского ГАУ,
профессор



А. И. Трубилин

АКТ

производственного внедрения научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»: профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаев, аспирант Д. В. Крючин, с одной стороны, и управляющий племенной фермы АО «Кубанский бекон» Павловского района Краснодарского края А. А. Шихахмедов, с другой стороны, составили настоящий акт производственного внедрения о том, что сотрудниками ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, профессором кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А. Г. Кощаевым, аспирантом Д. В. Крючиным в технологический процесс АО «Кубанский бекон» внедрена научно-исследовательская работа по результатам оценки эффективности применения при выращивании выбракованных ремонтных хрячков различных технологических стратегий, одной из которых является иммунологическая кастрация хрячков.

Испытания были проведены на 120 чистопородных хрячках породы йоркшир. Иммунизация хрячков против гонадотропин-рилизинг-гормона по следующей схеме: первая вакцинация в 77 дней после выбраковки ремонтного молодняка по результатам оценки при снятии с дорастивания, вторая – при достижении живой массы 100 кг показала, что более высокие затраты при выращивании иммунокастратов были компенсированы высокими среднесуточными приростами, низкими затратами корма на единицу продукции и более коротким периодом откорма, в результате чего рентабельность производства составила 31,3 % против 23,9 % при традиционной технологии при себестоимости 1 кг живой массы свиней соответственно 83,75 и 88,79 руб.

Самая низкая себестоимость была у интактных хрячков – 81,11 руб. за 1 кг живого веса свиней, но при этом их производство на убой было убыточным из-за низкой цены реализации 1 кг живого веса по причине низкого качества мяса при рентабельности 35,9 %.

Представитель АО «Кубанский бекон» _____ А. А. Шихахмедов

Представители Кубанского ГАУ:

А. Г. Кощаев

Д. В. Крючин



XIX

МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН ИЗОБРЕТЕНИЙ И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «НОВОЕ ВРЕМЯ»

*Устойчивое развитие
во время перемен!*



ДИПЛОМ

награждается

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

Коццаев Андрей Георгиевич,
Крючин Денис Васильевич,
Костенко Светлана Владимировна,
Семеновна Марина Петровна

Способ повышения продуктивности молодняка свиней

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Со-Председатель
Международного жюри

Член исполкома
МФАИ (IFIA)

Генеральный
директор ВОИР

Генеральный
менеджер Салона

Д.И. Зезюлин

А.А. Ищенко

В.А. Куликов

г. Севастополь
Российская Федерация
21-24 сентября 2023 года



XX

МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН ИЗОБРЕТЕНИЙ И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «НОВОЕ ВРЕМЯ»

26-28 сентября 2024 г.

*Устойчивое развитие
во время перемен!*



ДИПЛОМ

награждается

Серебряной медалью

**А.Г. Кощаев, Д.В. Крючин,
С.В. Костенко, А.А. Попов, Р.В. Чусь,
Э.О. Сердцева**

**Кубанский государственный
аграрный университет**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ХРЯЧКОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ИММУНОКАСТРАЦИИ**

Член исполкома
МФАИ (IFIA)

Д.И. Зезюлин

Председатель
Международного жюри

А.Г. Карлов

Генеральный
менеджер Салона

В.А. Куликов

г. Севастополь
Российская Федерация
26-28 сентября 2024 года

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»

Сотавители: С. В. Костенко, Д. В. Крюгин, А. Г. Комлев, В. Н. Гапоненко, А. А. Пляпов, Р. В. Чусь, М. И. Родин, А. А. Стекольников

Оптимизация технологии выращивания хрячков с применением иммунокастрации : метод. рекомендации / сост. С. В. Костенко [и др.] – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 38 с.

В методических рекомендациях представлены результаты оценки эффективности использования при выращивании выбракованных ремонтных хрячков технологических решений, альтернативных хирургическому удалению семенников, и интегрированной в технологический процесс выращивания ремонтного материала схемы иммунизации.

Предназначены для специалистов и руководителей свиноводческих хозяйств, научных работников, преподавателей и студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, аспирантов по научной специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ХРЯЧКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИММУНОКАСТРАЦИИ

Рекомендации подготовлены в рамках выполнения тематического плана НИОСР государственного Ученого совета ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ на 2023–2025 гг. (протокол № 10 от 20.12.2020, номер государственной темы 12103230003-01).

Методические рекомендации

Рассмотрено и одобрено на заседании Ученого совета ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», протокол № 8 от 17 октября 2023 г.

Краснодар
КубГАУ
2023

© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2023