



Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр  
Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству»

# ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ

*сборник научных трудов*

**ГЕНЕТИКА, РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ,  
БИОТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ  
И ВОСПРОИЗВОДСТВО**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ  
И КОРМЛЕНИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ**

**ТОМ  
58**

**часть 1**

ISSN 0134-9732

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр Национальной академии  
наук Беларуси по животноводству»

# **ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ**

**сборник научных трудов**

**Том 58**

**Часть 1**

**ГЕНЕТИКА, РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ,  
БИОТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ  
И ВОСПРОИЗВОДСТВО**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ И КОРМЛЕНИЯ,  
ПРОДУКТИВНОСТЬ**

Жодино  
РУП «Научно-практический центр Национальной академии  
наук Беларуси по животноводству»  
2023

В сборнике представлены результаты экспериментальных исследований в области разведения и кормления сельскохозяйственных животных, проведённых учёными РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и других научных и учебных организаций не только Беларуси, но и стран ближнего зарубежья. Издание предназначено для научных работников, преподавателей и студентов зоотехнических учреждений образования, руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций.

#### **Редакционная коллегия:**

И.П. Шейко – д-р с.-х. наук, проф., акад. НАН Беларуси (главный редактор), В.Ф. Радчиков – д-р с.-х. наук, проф. (заместитель главного редактора), М.В. Джумкова (ответственный секретарь), А.А. Бальников – канд. с.-х. наук, доцент, М.В. Барановский – д-р с.-х. наук, проф., Л.В. Голубец – д-р с.-х. наук, проф., М.А. Горбуков – д-р с.-х. наук, доцент, М.М. Карпеня – д-р с.-х. наук, проф., А.И. Козинец – канд. с.-х. наук, проф., А.С. Курак – д-р с.-х. наук, проф., А.А. Курепин – канд. с.-х. наук, доцент, Н.И. Песоцкий – канд. с.-х. наук, доцент, Н.В. Пилюк – д-р с.-х. наук, доцент, В.А. Рошин – канд. с.-х. наук, доцент, Л.А. Танана – д-р с.-х. наук, проф., В.Н. Тимошенко – д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси, Д.Н. Ходосовский – канд. с.-х. наук, доцент, А.А. Хоченков – д-р с.-х. наук, проф., Н.М. Храмченко – канд. с.-х. наук, доцент (Беларусь); И.Ф. Горлов – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН, А.Т. Мысик – д-р с.-х. наук, проф., В.Л. Петухов – д-р вет. наук, проф., М.И. Сложенкина – д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН (Россия); М.М. Брошков – д-р с.-х. наук, проф., В.И. Карповский – д-р вет. наук, проф., акад. АНВОУ, В.П. Рыбалко – д-р с.-х. наук, проф., акад. НААН Украины, В.А. Трокоз – д-р с.-х. наук, проф., акад. АНВОУ (Украина).

#### **Рецензенты:**

И.П. Шейко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
академик НАН Беларуси;

В.Ф. Радчиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
(РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»);

Е.А. Капитонова, доктор биологических наук, доцент  
(УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины)

## Слово главного редактора

Уважаемые коллеги! Сборник научных трудов «Зоотехническая наука Беларуси» посвящён изучению актуальных проблем современного животноводства. В представленных материалах очередного 58-го тома авторитетные учёные-животноводы предлагают пути их решения и дают ценные советы и рекомендации по выводу отрасли на более высокий уровень.

Для динамичного развития животноводства необходимо наращивать выпуск качественной продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках, используя импортозамещающие и ресурсосберегающие технологии во всех направлениях отрасли.

Наш сборник традиционно включает три тематических раздела, отражающих информацию о современных научных достижениях в области племенного дела, организации полноценного кормления и технологиях содержания сельскохозяйственных животных. Это даёт возможность всесторонне оценить проблемы животноводства и найти пути их решения на практике.

Формат издания представляет отличную платформу для обмена мнениями и информацией о последних достижениях отечественной и зарубежной аграрной науки. Публикации нашего сборника адресованы широкому кругу читателей: учёным-животноводам, руководителям АПК, государственным служащим, специалистам сельского хозяйства – зоотехникам и ветеринарным врачам, преподавателям вузов и колледжей, а также потребителям, заинтересованным в получении высококачественной животноводческой продукции.

Мы надеемся, что материалы сборника вызовут интерес у Вас, наших читателей, а полученная информация найдёт применение в Вашей научной и особенно практической деятельности!

С уважением, главный редактор  
Иван Павлович Шейко



# ГЕНЕТИКА, РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

---

УДК 636.4.082.453.53

Д.М. БОГДАНОВИЧ

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СОСТАВА СИНТЕТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ КРИОКОНСЕРВАЦИИ, НА КАЧЕСТВО СПЕРМЫ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В составе разбавителей спермы хряков-производителей используются различные компоненты и режимы заморозки, поэтому важно установить влияние их состава и применяемых доз криоконсервации на качество спермы. В статье представлен материал исследований, в результате которых разработан метод оценки криоустойчивости спермы и прогнозирования её оплодотворяющей способности после криоконсервации и дефростации, основанный на взаимосвязи установленных допустимых границ изменения концентрации ионов водорода, осмотического давления, подвижности и целостности мембран спермиев после оттаивания с оплодотворяющей способностью. Установлено, что использование экспериментальной среды для предварительного разбавления и замораживания эякулята позволяет получить величины концентрации ионов водорода 6,7-6,9 и осмотического давления 310-315 мОсм, минимизировать снижение двигательной активности эякулятов после дефростации до 4,5 баллов, сохранить интактными до 51,1 % акросомных мембран и снизить число патологических форм спермиев до 17-20 %. Комплекс антибактериальных препаратов с использованием рекомбинантного лактоферрина человека в составе разбавителя способствует высоким результатам санации спермы.

**Ключевые слова:** акросома, искусственное осеменение, криоконсервация, многоплодие, оплодотворяемость, осмотическое давление, подвижность, разбавитель, репродуктивные показатели, pH, свиноматки, сперма, хряки.

D.M. BOGDANOVICH

## EFFECT OF EXPERIMENTAL COMPOSITION OF SYNTHETIC MEDIUM USED FOR CRYOPRESERVATION ON SEMEN QUALITY

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Various components and freezing modes are used for boar semen diluents, so it is

important to determine the effect of their composition and applied cryopreservation doses on semen quality. The paper contains the materials of research, which resulted in the development of a method for assessing the cryoresistance of semen and predicting its fertilizing ability after cryopreservation and defrosting, based on the relationship between the established acceptable limits of changes in the concentration of hydrogen ions, osmotic pressure, motility, integrity of sperm membranes after thawing and fertilizing ability. It has been found that the use of the experimental medium for pre-dilution and freezing of ejaculate allows obtaining values of hydrogen ion concentration of 6.7-6.9 and osmotic pressure of 310-315 mOsm, minimizing the reduction of ejaculate motility after defrosting to 4.5 points, preserving intact up to 51.1% of acrosome membranes and reducing the number of pathological forms of sperm cells to 17-20%. A complex of antibacterial drugs using recombinant human lactoferrin as part of the diluent contributes to high sperm sanitation results.

**Keywords:** acrosome, artificial insemination, cryopreservation, prolificacy, rate of fertilization, osmotic pressure, motility, diluent, reproductive indicators, pH, sows, semen, boars.

**Введение.** В свиноводстве метод замораживания спермы для дальнейшего её использования в искусственном осеменении ещё не получил такого же распространения как в скотоводстве. Это связано с низкой криоустойчивостью эякулятов хряков, необходимостью замораживания значительно больших объёмов биоматериала, технологическими и методическими трудностями, нестабильностью результатов осеменения. Поэтому проблема совершенствования метода криоконсервации спермы хряков, а также поиск подходов и способов повышения криоустойчивости спермиев остаётся актуальной.

В составе разбавителей спермы хряков используются различные компоненты и режимы заморозки [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Так, в исследованиях J. Santiago-Moreno et al. в качестве компонентов среды для замораживания спермы использовались куриный и перепелиный желтки с разбавителем трис-цитрат-глюкозой (3,8 % трис-буфер, 2,2 % лимонная кислота, 0,6 % глюкоза, 5 % глицерин и 6 % яичный желток). Оплодотворяемость спермы, разбавленной куриным желтком, оказалась выше в сравнении с использованием перепелиного желтка (63,3 против 36,4 %) [13]. Исследование влияния криоконсервации в трёх различных средах (трис-желточная, желток-цитрат-глюкозная, молочно-желточная) на жизненные показатели спермиев показало разрушение акросом у 38-43 % из них [14, 15].

Совершенствование технологии заморозки [16] предполагает двукратное удаление плазмы спермы путем её разбавления в растворе Рингера температурой 37 °С в соотношении 10:1 и центрифугировании 816хg. Среда для заморозки в опыте состояла из трис-буфера (4,319 %), лимонной кислоты (1,821 %), декстрозы (1,0 %), яичного желтка (20 %), pH раствора было доведено до 7,2, осмотическое давление составило

323 мОсм/кг.

В экспериментах Ritar, Ball и O'May [17] по 3-, 6- и 24-кратному разбавлению спермы не выявлены различий в её последующей оплодотворяющей способности, достигшей 63,9 % при искусственном осеменении.

Основным технологическим приёмом при любом методе криоконсервации спермы является использование многокомпонентных криозащитных сред, состав и свойства в значительной степени определяют эффективность процесса замораживания. В связи с этим, дальнейшее совершенствование технологии приготовления сред для спермы хряков и повышение их криозащитных свойств, которых имеет очень важное значение, а разработка отечественных синтетических сред для криоконсервации спермы, не уступающих разбавителям иностранного производства по технологическим параметрам, но имеющих конкурентное преимущество по стоимости, позволит обеспечить потребность в этом продукте свиноводческой отрасли страны при существенном снижении валютных затрат.

Цель исследований – установить влияние экспериментального состава синтетической среды и применяемых доз криоконсервации на качество спермы хряков-производителей.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в СК «Рассошное» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области и лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Использовались производители породы йоркшир в возрасте 16-20 мес. Получение и оценка эякулятов осуществлялась согласно Инструкции [18].

При разработке методики подготовки спермы хряков к криоконсервации и дефростации учитывались следующие показатели: подвижность спермиев (баллы), концентрация водородных ионов (рН), осмотическое давление (мОсм), скорость центрифугирования (об./мин.), продолжительность центрифугирования (мин). На первом этапе исследований проводилось комбинирование экспериментальных компонентов синтетической среды и последующее установление физико-химических параметров. Все компоненты, кроме антибиотиков, взвешивались и переносились в стерильные плоскодонные колбы на 500 мл. Вода стерилизовалась в водяной бане, затем охлаждалась до 35 °С, отмеривалась мерной стерильной колбой ёмкостью 250 мл и затем выливалась в колбы с компонентами разбавителя.

Для предварительного разбавления использовались следующие растворы: I опытная – ТСГ (трис-сахароза-глюкозный), II опытная – ГЦ (глюкозо-цитратный) и III опытная – ТГХЦС-К (трис-глюкозо-хелато-

цитратно-сульфатная с крезацином).

Свежеполученные эякуляты разбавлялись экспериментальной средой и разделялись на четыре части (контроль, I опыт, II опыт, III опыт). В контрольную среду в качестве санирующего препарата вводили гентамицин (40 мг/1 л среды), в I опытную – неомидин (6,0 тыс. ЕД) + пенициллин (60 тыс. ЕД) + стрептомицин (10 мг) + линкоспектин (85 мг), во II опытную – неомидин (4,5 тыс. ЕД) + пенициллин (45 тыс. ЕД) + стрептомицин (6 мг) + линкоспектин (60 мг) + 10 мг/доза рекомбинантного ЛФ человека, в III опытную – неомидин (3,0 тыс. ЕД) + пенициллин (30 тыс. ЕД) + стрептомицин (3 мг) + линкоспектин (40 мг) + 15 мг/доза рекомбинантного ЛФ человека.

На втором этапе исследований содержание в эякуляте патологических форм спермиев изучали при просмотре под микроскопом специально приготовленных для этой цели мазков. Отобранные с помощью дозатора пипеточного образцы спермы хряка разбавляли 2,9%-ным раствором натрия цитрата, затем небольшую каплю разбавленной спермы наносили на каждое предметное стекло, а другим стеклом осторожно размазывали её. Высушенные мазки в течение 2 минут окрашивали анилиновым генцианвиолетом, затем быстро промывали водой из-под крана и дистиллированной водой. После высыхания мазков дополнительно окрашивали их карболовым фуксином Циля в течение 10-15 секунд. В каждом мазке просматривали 100 спермиев и брали средний показатель, если различия не превышали 10 %.

Для опытов сформировали 3 группы свиноматок по 15 голов в каждой. Животных контрольной группы осеменяли свежеполученными эякулятами, разбавленными ГХЦС-средой, первой опытной – замороженно-оттаянной спермой с использованием разработанной нами среды, второй опытной – замороженно-оттаянной спермой с использованием среды AndroMed (Minitube, Германия) согласно инструкции [18]. Учитывались такие показатели, как оплодотворяемость, многоплодие (всего и на 1 опорос), крупноплодность.

Полученные данные обработаны биометрически с помощью программы Excel.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Установлено, что использование экспериментальных составов синтетических сред при разбавлении эякулятов не оказывает существенного влияния на гомеостаз половых гамет: по показателям концентрации водородных ионов и осмотическому давлению произошло выравнивание величин между свежеполученной спермой и разбавителями (таблица 1).

Разработанный состав среды обеспечивает поддержание в норме физических параметров сперматозоидов при их кратковременном культивировании в условиях *in vitro*.



Таблица 1 – Физико-химические показатели спермы хряков-производителей при разбавлении различными экстендерами

Группа	Показатель	
	pH	осмос, мОсм
Свежеполученная сперма (n=47)	7,03±0,16	309,25±1,75
Синтетическая среда		
I опытная	6,85±0,12	313,5±2,77
II опытная	6,87±0,14	312,1±2,84
III опытная	6,87±0,14	312,0±2,95
Разбавленная сперма (n=47)		
I опытная	6,88±0,14	305,61±2,21
II опытная	6,92±0,14	307,7±1,81
III опытная	6,97±0,17	310,8±2,24

При сравнении полученных результатов физико-химического анализа растворов ТСГ, ГЦ и ТГХЦС-К установлено, что предлагаемая для предварительного разбавления спермы синтетическая среда (III опытная) является изотоническим раствором, так как осмотическое давление данного разбавителя сходно с таковым у свежеполученных эякулятов (таблица 2).

Таблица 2 – Состав предлагаемых опытных синтетических сред для кратковременного хранения эякулятов вне организма и их физико-химические показатели

Компонент	AndroMed (контроль)	ТСГ (I опыт)	ГЦ (II опыт)	ТГХЦС-К (III опыт)
Количество проб	47	47	47	47
Глюкоза, г		6	30	40
Трис (оксиметил)-аминометан, г		2,8	–	1,0
Сахароза, г		80	–	–
Цитрат натрия, г		–	29	–
Лимоннокислый натрий		–	–	3,8
Трилон Б (ЭДТА)		–	–	2,6
Натрия бикарбонат		–	–	0,65
Аммоний сульфат		–	–	1,8
Куриный желток, г		120	200	–
Крезацин, г		–	–	6
Вода дистиллированная, мл		1000	1000	1000
Осмотическое давление, мОсм	309,25±1,75	313,5±2,77	312,1±2,84	312,0±2,95
pH	7,03±0,16	6,85±0,12	6,87±0,14	6,87±0,14

При дефростации замороженных эякулятов происходят изменения

физико-химических показателей (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика физико-химических показателей спермы хряков-производителей при замораживании-оттаивании

Сперма	I опытная		II опытная		III опытная	
	pH	осмос, мОсм	pH	осмос, мОсм	pH	осмос, мОсм
Свежеполученная разбавленная сперма (n=47)	6,88 ±0,14	305,61 ±2,21	6,92 ±0,14	307,7 ±1,81	6,97 ±0,17	310,8 ±2,24
Замороженно-оттаянная (n=47)	7,27 ±0,15	328,48 ±3,28	7,31 ±0,18	329,22 ±3,14	7,19 ±0,21	322,29 ±3,44

Анализируя данные таблицы 4, можно отметить, что наилучшие результаты получены в III опытной группе в комплексе антибактериальных препаратов с использованием 15 мг/доза рекомбинантного ЛФ человека – отсутствовали условно-патогенные и патогенные микроорганизмы и ОМЧ, низкий коли-титр.

Таблица 4 – Уровень санации при разных концентрациях рЛФ

Группа	ОМЧ, в 1 мл спермы	Коли-титр, см <sup>3</sup>	Наличие патогенных грибов
Контроль	$6,5 \times 10^2$	0,1	–
I опытная	$4,2 \times 10^2$	0,01	–
II опытная	$3,0 \times 10^2$	0,01	–
III опытная	–	0,001	–

Результаты исследований по установлению оптимального сочетания экспериментальных компонентов синтетической среды для длительного хранения разбавленных эякулятов отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика двигательной активности спермы хряков при использовании экспериментальных сред для предварительного разбавления

Группы	Количество эякулятов	Подвижность, балл	
		до разбавления	после разбавления
Контроль	47	6,9±0,15	6,7±0,18
I опытная	47	6,9±0,15	6,7±0,16
II опытная	47	6,9±0,15	6,8±0,18
III опытная	47	6,9±0,15	6,9±0,18

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в большей степени подвержены снижению подвижности эякуляты контрольной и I опытной групп: разница составила 0,2 балла. В то же время, компонентный состав среды III опытной группы являлся изотоническим к сперме и уменьшение двигательной активности гамет не выявлено.

Основываясь на результатах исследований физико-химических и бактериостатических показателей спермы, а также её подвижности, дальнейшая работа будет проводиться с использованием поддерживающей среды ТГХЦС-К.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии удаления семенной плазмы на подвижность спермиев подопытных животных (таблица 6).

Таблица 6 – Подвижность спермы при центрифугировании с использованием поддерживающей среды ТЛГ-К

Подвижность спермы, баллы	Без центрифугирования	1500 об./мин. 7 мин	3000 об./мин. 5 мин
Свежеполученная разбавленная (n=47)	6,9±0,18	7,0±0,37	6,6±0,24
Замороженно-оттаянная (n=47)	3,8±0,24	4,5±0,37	4,1±0,20

Оптимальные показатели наблюдались при центрифугировании на скорости 1500 об./мин. продолжительностью 7 минут. В этом случае удалось увеличить подвижность замороженно-оттаянной спермы по сравнению с контрольной группой на 0,7 балла. В то же время, более низкие значения изучаемого показателя (на 0,4 балла) при центрифугировании на 3000 об./мин. можно объяснить деструктивным влиянием физических сил на спермии при более высокой скорости.

Отмечены более высокие результаты среди экспериментальных составов при применении комплекса «среда для предварительного разбавления +2 % глицерина + 1 г BSA + 10%-й раствор диметилсульфоксида» для криоконсервирования эякулятов – после дефростации двигательная активность снизилась на 2,49 балла или 36 %, в то время как в остальных опытных группах указанные изменения составили 2,8 балла или 41 % соответственно (таблица 7).

Таблица 7 – Двигательная активность спермы при криоконсервации в различных экспериментальных средах

Группа	Подвижность спермы, баллы			
	контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Свежеполученная (n=47)	6,7±0,18	6,7±0,16	6,8±0,18	6,9±0,18
Замороженно-оттаянная (n=47)	5,4±0,28	3,91±0,28	4,0±0,38	4,41±0,28
Замороженно-оттаянная спустя 5 часов после оттаивания (n=47)	2,71±0,24	1,43±0,210	1,14±0,26	1,71±0,24

В контрольной группе эякулятов снижение двигательной активности составило 1,3 балла или 19,4 %. Аналогичная тенденция прослеживается по результатам хранения эякулятов после оттаивания в течение 5 часов.

Исследованиями установлено, что наименьшие повреждения акросомных мембран отмечены в контрольной группе (таблица 8).

Таблица 8 – Уровень акросомных деструкций при использовании различных сред для криоконсервации спермы

Группа	Повреждения акросом (%)	
	свежеполученная	замороженно-оттаянная
Контроль (n=47)	6,3±0,34	44,9±0,86
I опытная (n=47)	5,2±0,36	55,4±0,94***
II опытная (n=47)	5,11±0,34	56,9±0,96***
III опытная (n=47)	5,61±0,34	48,9±0,89*

Примечание: \*P<0,05, 0,02; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001.

Среди различных экспериментальных сред более высокие результаты выявлены в III опытной группе – 48,9 %, что на 4 п. п. уступает контролю. В оставшихся группах установлены более значительные повреждения – 55,4 и 56,9 % соответственно.

При изучении патологических форм половых гамет с использованием различных сред для криоконсервации получены следующие результаты. В нативной сперме производителей количество аномальных спермиев составляло 3,5-6,5 % в I группе, 4,5-7,0 % во II и 3,5-4,0 % в III опытной группе. Очень незначительным был процент первичных аномалий спермиев (0,5 % – II и III опытные группы и 1,0 % – I опытная). Вторичные аномалии составляли 1,5-3,0 % в I группе, 1,5-2,5 % во II и 1,0-1,5 % в III группах соответственно. Третичные аномалии составляли до 3,5 % в I группе, до 4,0 % во II и до 2,5 % в III группах соответственно. Всё это указывает на высокое качество спермы и соблюдение технологии её получения.

После криоконсервации и дефростации процент патологических форм половых гамет последовательно увеличивался и составил 20,5-25,5 % в I группе, 25,0-29,5 % – во II и 17,0-20,0 % в III группах соответственно.

Аналогичная тенденция установлена и по степеням патологий. Кроме того, у одного из хряков II опытной группы после оттаивания отмечена некроспермия.

Следует отметить, что такое значительное увеличение морфологически аномальных андрогенных клеток происходило в основном за счет возрастания вторичных и третичных нарушений.

**Заключение.** Установлено, что состав разработанной среды для



криоконсервации спермы хряков не оказывает негативного влияния на гомеостаз половых гамет и соответствует требованиям, предъявляемым в технологии искусственного осеменения свиней для сохранения биополноценности половых гамет. Использование экспериментальной среды для предварительного разбавления и замораживания эякулята позволяет получить величины концентрации ионов водорода (6,7-6,9) и осмотического давления (310-315 мОсм), минимизировать снижение двигательной активности эякулятов после дефростации до 4,5 баллов, сохранить интактными до 51,1% акросомных мембран и снизить число патологических форм спермиев до 17-20%.

Комплекс антибактериальных препаратов с использованием рекомбинантного лактоферрина человека в составе разбавителя способствует высоким результатам санации спермы (выявлено минимальное значение коли-титра (0,001) и отсутствие общего микробного числа микроорганизмов).

Использование в технологии искусственного осеменения свиней эякулятов, разбавленных разработанной средой для криоконсервации, позволяет получить оплодотворяемость свиноматок на уровне 53,3 % и обеспечить уровень многоплодия 10,1 гол./опорос.

Разработан метод оценки криоустойчивости спермы и прогнозирования её оплодотворяющей способности после криоконсервации и дефростации, основанный на взаимосвязи установленных допустимых границ изменения концентрации ионов водорода, осмотического давления, подвижности и целостности мембран спермиев после оттаивания с оплодотворяющей способностью.

#### Литература

1. Cryopreservation of Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) sperm obtained by electroejaculation outside the rutting season / J. Santiago-Moreno [et al.] // *Theriogenology*. – 2009. – Vol. 71(8). – P. 1253-60.
2. Kundu, C. N. Effect of amino acids on goat cauda epididymal sperm cryopreservation using a chemically defined model system / C. N. Kundu, K. Das, G. C. Majumder // *Cryobiology*. – 2001. – Vol. 42(1). – P. 21-27.
3. Effect of egg yolk concentration on cryopreserving Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) epididymal spermatozoa / J. Santiago-Moreno [et al.] // *Theriogenology*. – 2006. – Vol. 66(5). – P. 1219-1226.
4. Chauhan, M. S. Effect of egg yolk lipids on the freezing of goat semen / M. S. Chauhan, S. R. Anand // *Theriogenology*. – 1990. – Vol. 34(5). – P. 1003-1013.
5. Effect of semen collection in extender solution on the characteristics of goat spermatozoa / H. Yamashiro [et al.] // *J. Reprod. Dev.* – 2006. – Vol. 52(3). – P. 397-406.
6. Aboagla, E. M. Effects of egg yolk during the freezing step of cryopreservation on the viability of goat spermatozoa / E. M. Aboagla, T. Terada // *Theriogenology*. – 2004. – Vol. 62(6). – P. 1160-1172.
7. Aboagla, E. M. Effects of the supplementation of trehalose extender containing egg yolk with sodium dodecyl sulfate on the freezability of goat spermatozoa / E. M. Aboagla, T. Terada // *Theriogenology*. – 2004. – Vol. 62(5). – P. 809-818.
8. Enhanced freezability of goat spermatozoa collected into tubes containing extender

supplemented with bovine serum albumin (BSA) / H. Yamashiro [et al.] // J. Reprod. Dev. – 2006. – Vol. 52(3). – P. 407-414.

9. Use of glutamine and low density lipoproteins isolated from egg yolk to improve buck semen freezing / M. Z. Al Ahmad [et al.] // Reprod. Domest. Anim. – 2008. – Vol. 43(4). – P. 429-436.

10. Aboagla, E. M. Trehalose-Enhanced Fluidity of the Goat Sperm Membrane and Its Protection During Freezing / E. M. Aboagla, T. Terada // Biology of reproduction. – 2003. – Vol. 69(4). – P. 1245-1250.

11. Purdy, P. H. The post-thaw quality of ram sperm held for 0 to 48 h at 5 degrees C prior to cryopreservation / P. H. Purdy // Anim Reprod Sci. – 2006. – Vol. 93(1-2). – P. 114-123.

12. The effect of removal of seminal plasma, egg yolk level and season on sperm freezability of canary buck (*Capra hircus*) / F. Cabrera [et al.] // Reprod. Domest. Anim. – 2005. – Vol. 40(3). – P. 191-195.

13. A comparison of the protective action of chicken and quail egg yolk in the cryopreservation of Spanish ibex epididymal spermatozoa / J. Santiago-Moreno [et al.] // Cryobiology. – 2008. – Vol. 57(1). – P. 25-29.

14. Acrosome damage and enzyme leakage of goat spermatozoa during dilution, cooling and freezing / M. S. Chauhan [et al.] // Andrologia. – 1994. – Vol. 26(1). – P. 21-26.

15. Lawrenz, R. Artificial insemination of Angora- and Boergoats with deep-frozen semen / R. Lawrenz // J. S. Afr. Vet. Assoc. – 1986. – Vol. 57(2). – P. 109-111.

16. Semen Quality Characteristics of Dairy Goats / J. E. Chandler [et al.] // J. Dairy Sci. – Vol. 71. – P. 1638-1646.

17. Ritar, A. J. Artificial insemination of Cashmere goats: effects on fertility and fecundity of intravaginal treatment, method and time of insemination, semen freezing process, number of motile spermatozoa and age of females / A. J. Ritar, P. D. Ball, P. J. O'May // Reprod. Fertil. Dev. – 1990. – Vol. 2(4). – P. 377-384.

18. Инструкции по искусственному осеменению свиней / Е. В. Раковец [и др.]. – Минск, 1998. – 38 с.

*Поступила 23.03.2023 г.*

УДК 636.4.082.453

Д.М. БОГДАНОВИЧ

## **ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ СОЧЕТАЕМОСТЬ РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ СВИНЕЙ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Оценка иммунологической сочетаемости при искусственном осеменении свиней способствует оптимальному подбору родительских пар с целью повышения репродуктивных качеств свиноматок. В процессе исследований разработана биотехнология воспроизводства свиней на основе новых высокоэффективных приемов и средств улучшения качества спермопродукции и повышения оплодотворяемости. Установлено, что положительная иммунологическая сочетаемость родительских пар способствует повышению оплодотворяемости

свиноматок на 4 % ( $p < 0,01$ ) и увеличению выхода поросят на 0,2 гол. ( $p < 0,05$ ), в то время как при отрицательной сочетаемости отмечается снижение указанных показателей на 5 % ( $p < 0,01$ ) и 0,3 гол. соответственно.

**Ключевые слова:** хряки, свиноматки, воспроизводство, сперма, оплодотворяемость, многоплодие.

D.M. BOGDANOVICH

## IMMUNOLOGICAL COMPATIBILITY OF PARENTAL PAIRS IN ARTIFICIAL PIG REPRODUCTION

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Evaluation of immunological compatibility in artificial insemination of pigs allows for optimal selection of parental pairs to improve the reproductive traits of sows. In the course of research, a biotechnology for the reproduction of pigs was developed based on new highly effective methods and means for improving the semen production quality and increasing the rate of fertilization. It has been found that positive immunological compatibility of parental pairs increases the sow fertilization rate by 4% ( $p < 0.01$ ) and the pig crop by 0.2 animals ( $p < 0.05$ ), while negative compatibility decreases the above indicators by 5% ( $p < 0.01$ ) and 0.3 animals, respectively.

**Keywords:** boars, sows, reproduction, semen, rate of fertilization, prolificacy.

**Введение.** В настоящее время использование биотехнологических методов воспроизводства сельскохозяйственных животных в странах мира приобрело первостепенное значение, так как способствует интенсификации селекционного процесса, быстрому получению ценных потомков выдающихся особей, сохранению уникальной генетической информации с последующим её использованием при создании высокопродуктивных пород и групп животных [1].

Одним из современных биотехнических приёмов является применение интравагинальных имплантов прогестерона для синхронизации-стимуляции охоты животных. Установлено, что наилучшие показатели достигнуты при введении импланта на 9 день с инъекцией эстрогена за 24 часа до удаления импланта. Более высокие результаты синхронизации и оплодотворяемости обеспечиваются введением силастиковых спиралей, пропитанных прогестероном, на 13-14-й день цикла [2, 3].

Пониженная плодовитость часто наблюдается в тех случаях, когда осеменение проводят после овуляции. В этих условиях к моменту проникновения спермиев в яйцеклетку возраст её ещё больше увеличивается вследствие необходимого времени для капацитации и достижения участка слияния. Исследования на свиньях показали, что проведение осеменения в конце охоты снижает плодовитость по показателю

оплодотворяемости яйцеклеток и по числу случаев выживания эмбрионов [4, 5, 6, 7, 8].

Большинство опубликованных данных по воспроизводству свиней показывают, что самую высокую плодовитость получают в тех случаях, когда осеменение проводят за 12-16 ч до овуляции. Если осеменение свиней проводят разбавленной спермой, то оптимальным будет время, более близкое к моменту овуляции (за 6-8 ч до неё) [9, 10].

За последние десятилетия в странах с развитым свиноводством многие технологические процессы (элементы) метода искусственного осеменения существенно улучшены. Особенно большие достижения отмечены в технологии получения, разбавления и хранения спермы. Предложены среды для разбавления, которые позволяют сохранять сперму при 17-18 °С в течение 3, 5, 7 или даже 10 суток [11, 12].

При внедрении новых технологий искусственного осеменения возникает ряд проблем, которые должны решаться своевременно. Так, например, применение разбавителей для длительного хранения спермы может быть эффективным при использовании только качественной части эякулята, получаемого мануальным способом [13, 14, 15]. Однако какая бы технология не использовалась, в практике приходится учитывать длительность охоты у свиней и большие колебания в сроках осеменения. Поэтому возникает необходимость совершенствования организации выявления состояния охоты и выбора оптимального времени осеменения. С другой стороны, решение этих вопросов может быть обеспечено повышением жизнеспособности половых клеток *in vitro* и *in vivo*. Этого можно достигнуть путём улучшения отбора основной фракции спермы, совершенствования синтетических сред для разбавления спермы и технологии сохранения её до момента использования и контроля состояния половых путей самок при осеменении [16].

Целью работы – изучить иммунологическую сочетаемость родительских пар при искусственном воспроизводстве свиней.

**Материал и методика исследований.** С целью изучения влияния иммунологической сочетаемости родительских пар на репродуктивные показатели свиноматок сформировали две опытных группы: I опытная (с положительной сочетаемостью) и II опытная (с отрицательной сочетаемостью). Контролем являлась группа свиноматок, покрываемых согласно графику закрепления хряков в хозяйстве. В опытных (n=20) и контрольной (n=20) группах свиноматок учитывались: оплодотворяемость после первого осеменения (%); количество поросят на опорос (гол.).

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Полноценное размножение животных, начиная с овогенеза и сперматогенеза, развития и вынашивания плода, обеспечения жизнеспособности новорождённых



зависит от многочисленных факторов (генетических, эндогенных, экзогенных), в том числе и иммунных.

Иммунные и иммуноподобные явления участвуют во всех процессах нормального воспроизводства у самцов и самок и существенно влияют на гаметогенез, миграцию живчиков в половых путях, оплодотворение, ранние стадии эмбриогенеза, лактацию и развитие после рождения. В зависимости от состояния организма и внешних условий, влияние иммунных реакций может быть как положительным, так и отрицательным. В этой связи проводились исследования по выявлению иммунологической реакции на сперму хряков различных биологических жидкостей и секретов организма свиноматок и изучению иммунологической сочетаемости родительских пар при искусственном воспроизводстве свиней (таблица 1 и 2).

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить проявление иммунологической реакции на сперму в пробах крови и слизи. Спустя 1 час после смешивания биологических жидкостей произошло достоверное снижение подвижности спермиев на 1,01 и 1,39 балла соответственно. Через 4 часа хранения разница по подвижности достигла 2,56 и 3,12 балла соответственно. Возникновение агглютинации отмечалось спустя 1 час после смешивания у 16,7 % проб крови и 11,1 % проб влагалищной слизи. Через 4 часа реакция агглютинации наблюдалась уже у 30,5 и 38,9 % соответственно.

Таблица 1 – Иммунологическая реакция на сперму хряков различных биологических жидкостей и секретов организма свиноматок (РУСП «Заречье»)

Пробы	Подвижность свежеполученной разбавленной спермы, баллы	Подвижность после смешивания, баллы				Агглютинация после смешивания			
		свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа	свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа
Слюна (n=36)	6,69±0,08	6,67±0,08				–			
Кровь (n=36)		6,59±0,09	5,58±0,27***	4,81±0,29***	4,03±0,31***	–	+	+	+
Слизь (n=36)		6,56±0,11	5,17±0,27***	4,22±0,29***	3,44±0,31***	–	+	+	+

Данные таблицы 2 отражают тенденцию проявления

иммунологической реакции, отмеченную в предыдущей таблице. Спустя 1 час после приготовления мазка выявлено достоверное снижение показателя подвижности спермиев на 0,71 балла в пробах крови и на 1,3 балла в пробах слизи. При оценке через 4 часа разница достигла 2,71 и 3,48 балла соответственно ( $p < 0,001$ ). Возникновение агглютинации увеличилось с 21,7 % (1 час) до 45 % (4 часа) в пробах крови и с 20 % (1 час) до 66,7 % (4 часа) в пробах слизи.

Таблица 2 – Иммунологическая реакция на сперму хряков различных биологических жидкостей и секретов организма свиноматок (к-з имени В.И. Кремко)

Пробы	Подвижность свежеполуч. разбавл. спермы, баллы	Подвижность после смешивания, баллы				Агглютинация после смешивания			
		свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа	свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа
Слюна (n=60)	7,16±0,12	7,03±0,11				–			
Кровь (n=60)	7,16±0,12	7,03±0,11	6,32±0,15***	5,32±0,15***	4,32±0,16***	–	+(n=13)	+(n=23)	+(n=27)
Слизь (n=60)		7,03±0,11	5,73±0,13***	4,62±0,16***	3,55±0,18*** (n=58)	–	+(n=12)	+(n=30)	+(n=40)

Таким образом, иммунологическая реакция на сперму хряков установлена в пробах крови и слизи. Однако в связи с более трудоёмким процессом гематологического исследования и сходной картиной протекания реакции в качестве теста иммунологической сочетаемости родительских пар при искусственном воспроизводстве свиней будет использоваться влагалищная слизь.

Одной из причин понижения жизнеспособности спермиев является наличие в цервикальной слизи самок противоспермальных иммунных тел, обладающих цитотоксическим действием. Исходя из того, что в разные моменты осеменения в половых путях самки находится разное количество антигенов спермы, то и интенсивность выработки антител находится на разном уровне. В этой связи целесообразным было изучить время начала, скорость и длительность протекания иммунологической реакции (таблица 3).

Таблица 3 – Параметры протекания иммунологической реакции

Хозяйство	Подвижность свежеполуч. разбавл. спермы, баллы	Подвижность после смешивания, баллы				Агглютинация после смешивания			
		свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа	свежеприготовленный мазок	1 час	2 часа	4 часа
РУСП «Заречье» (n=68)	7,41±0,06	7,34±0,07	5,88±0,09	4,10±0,12	2,48±0,11	-	+(n=14)	+(n=29)	+(n=38)
Колхоз им. В.И. Кремко (n=69)	8,52±0,06	8,52±0,06	7,17±0,10	5,14±0,13	3,25±0,14	-	+(n=8)	+(n=27)	+(n=37)

При анализе данных таблицы 3 можно сделать вывод, что непосредственно после приготовления мазка наблюдалось незначительное снижение подвижности спермиев, а уже спустя 1 час разница составляла 1,46 и 1,35 балла, соответственно, у примерно 74 % проб. После оценки через 4 часа произошло снижение показателя подвижности на 4,86 и 5,27 балла соответственно. Возникновение агглютинации наступало спустя 1 час и к 4 часам хранения достигало 55,9 и 53,6 % соответственно от всего количества проб.

Таким образом, установлены следующие параметры протекания иммунологической реакции на сперму хряков вагинальной слизи свиноматок: время начала 1 час спустя смешивания биологических жидкостей, скорость и длительность протекания – до 4 часов.

Как любой чужеродный белок, спермии могут служить антигеном и вызывать выработку соответствующих антител. Организм самки, обладая в период половой зрелости вполне развитой иммунной системой, реагирует на живчики иммунными реакциями различного типа. Этот процесс совпадает с появлением бактерицидных или бактериостатических свойств цервикальной слизи. Инфильтрация лейкоцитов усиливается после осеменения и продолжается как после оплодотворения, так и в случае неплотного осеменения. Антигены, выявленные эякулированным спермием, через 12 часов после осеменения сохранились лишь у 11 % живчиков в матке и ни у одного – в яйцеводах. При ошибках осеменения, связанных с увеличенной дозой эякулята либо несвоевременным попаданием спермы в половые пути матки по отношению ко времени овуляции, иммунная система самки очищает матку от

избыточных, постаревших или разрушающихся спермиев, вызывая образование спермоагглютининов. Происходит не только блокировка системы акросомы, но и снижение оплодотворяемости ооцитов, торможение миграции живчиков, обездвиживание их во влагалищной и цервикальной слизи. Поэтому изучение биологических свойств цервикальной слизи во взаимодействии со спермой имеет значение при выяснении причин снижения оплодотворяемости и прохолостов свиноматок в технологии искусственного осеменения свиной.

Для изучения влияния иммунологической сочетаемости родительских пар на репродуктивные показатели свиноматок было сформировано две опытных группы: I опытная (с отрицательной сочетаемостью) и II опытная (с положительной сочетаемостью). Контролем являлась группа свиноматок, покрываемых согласно графику закрепления хряков в хозяйстве. Результаты проведенных исследований отражены в таблице 4. Анализируя полученные данные, можно отметить, что в I опытной группе, характеризующейся отрицательной сочетаемостью родительских пар, выявлено понижение оплодотворяемости и многоплодия свиноматок на 5 % ( $p < 0,01$ ) и 0,3 гол. соответственно по сравнению с контролем. В свою очередь, во II опытной группе с положительной сочетаемостью установлено повышение вышеуказанных показателей на 4 % и 0,2 гол. ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) соответственно.

Таблица 4 – Показатели репродукции свиноматок в зависимости от иммунологической сочетаемости родительских пар (СПК «Октябрь-Гродно»)

Группы	Осеменено, гол.	Оплодотворяемость, n – %	Многоплодие, гол.
Контроль	20	14 – 70 ± 1,25	9,9 ± 0,07
I опыт	20	13 – 65 ± 0,45 **	9,6 ± 0,06
II опыт	20	14 – 74 ± 0,62 **	10,1 ± 0,04 *

**Заключение.** Таким образом, оценка иммунологической сочетаемости при искусственном осеменении свиной способствует оптимальному подбору родительских пар с целью повышения репродуктивных качеств свиноматок.

1. Разработана биотехнология воспроизводства свиной на основе новых высокоэффективных приемов и средств улучшения качества спермопродукции и повышения оплодотворяемости.

2. Установлены параметры протекания иммунологической реакции на сперму хряков в пробах цервикальной слизи свиноматок: время начала 1 час спустя смешивания биологических жидкостей (снижение подвижности спермиев до 1,5 баллов), скорость и длительность протекания – до 4 часов (снижение подвижности спермиев на 4,86–5,27 балла и реакция агглютинации в 55,9–53,6 % проб).

Выявлено, что положительная иммунологическая сочетаемость родительских пар способствует повышению оплодотворяемости свиноматок на 4 % ( $p < 0,01$ ) и увеличению выхода поросят на 0,2 гол. ( $p < 0,05$ ), в то время как при отрицательной сочетаемости отмечается снижение указанных показателей на 5 % ( $p < 0,01$ ) и 0,3 гол. соответственно.

#### Литература

1. Баковецкая, О. В. Изменение иммунологических показателей влагалищной слизи кобыл в динамике полового цикла / О. В. Баковецкая, Л. А. Храброва // Роль и значение метода искусственного осеменения сельскохозяйственных животных в прогрессе животноводства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 237-240.
2. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – Минск : Ураджай, 2001. – 869 с.
3. Dziuk, P. J. Occurance, control and induction of ovulation in pigs, sheep and cows / P. J. Dziuk // Handbook of physiology, endocrinology. – Washington, 1993. – P. 151-157.
4. Hancock, J. L. Insemination before and after the onset of heat of sows / J. L. Hancock, G.J.R. Hovell // Anim.Prod. – 1972. – Vol. 4. – P. 91-96.
5. Burger, J. F. Sex physiology of pigs / H. F. Burger // Onderstepoort Journal of Veterinary Research. – 1952. – Suppl. 2. – P. 3-218.
6. Hunter R.H.F. The effects of delayed insemination on fertilization and early cleavage in the pig / R. H. F. Hunter // J. Reprod. Fert. – 1987. – Vol. 13. – P. 133-147.
7. Boender, J. The development of AI in the Netherlands and the storage of boar semen / J. Boender // World Rev. Anim. Prod. – 1986. – Vol. 2, Special issue. – P. 29-44.
8. Thibault, C. Analyse comparee de la fecondation et de ses anomalies chez la brebis, la vache et la lahine / C. Thibault // Annl's Biol. anim. Biochim. Biophys. – 1987. – Vol. 7. – P. 5-23.
9. Dziuk, P. J. Estimation of optimum time for insemination of gilts and ewes by double-mating at certain times relative to ovulation / P. J. Dziuk // J. Reprod. Fert. – 1990. – Vol. 22. – P. 277-282.
10. Larsson, K. fertility of deep frozen boar spermatozoa at various intervals between insemination and induced ovulation / K. Larsson // Acta vet. Scand. – 1989. – Vol. 17. – P. 63-73.
11. Mitchell, H. The artificial insemination and Embryo transfer of dairy and beef cattle (including information pertaining to goats, sheep, horses, swine, and other animals) : a handbook and laboratory manual / H. Mitchell ; Doak. Interstate publishers, INC. – 1994. – 352 p.
12. Veterinary Reproduction & Obstetrics / G. H. Arthur [et al.]. – Seventh Edition. – W.B. Saunders Company Ltd, 1996. – 726 p.
13. Salisbury, G. W. Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle / G.W. Salisbury, N. L. Van Demark ; Freeman & Company 1<sup>st</sup> ed. San Francisco, 1961. – 639 p.
14. Соколовская, И. И. Антителя к семенной плазме кроликов и их влияние на результативность осеменения / И. И. Соколовская, А. И. Абилов, Р. Н. Ойвадис // Вестник с.-х. науки. – 1988. – № 7. – С. 45-52.
15. Медведев, Г. Ф. Дополнительный критерий, повышающий эффект отбора быков-производителей по плодовитости / Г. Ф. Медведев, С. О. Турчанов // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 1. – С. 43-46.
16. Huo, L. J. Assessment of sperm viability, mitochondrial activity, capacitation and acrosome intactness in extended boar semen during long-term storage / L. J. Huo, X. H. Ma, Z. M. Yang // Theriogenology. – 2002. – Vol. 58 (7). – P. 1349-1360.

*Поступила 20.03.2023 г.*

Д.М. БОГДАНОВИЧ

**ИММУНО-РЕЗИСТЕНТНЫЙ МЕТОД СОВМЕСТИМОСТИ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ОТЦА И МАТЕРИ  
В ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ  
СВИНЕЙ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Плодовитость и многоплодие свиноматок определяют рентабельность отрасли в целом. Для повышения результативности осеменения маток необходимо вести отбор наиболее полноценных эякулятов, полученных от лучших производителей. В статье представлены результаты исследований, на основании которых разработан иммуно-резистентный метод совместимости генетического материала отца и матери в технологии искусственного осеменения свиней. Установлено влияние факторов естественной резистентности на состояние репродуктивной системы свиноматок, её способность реализовывать физиологическое многоплодие. Как показали исследования, подбор родительских пар с учётом иммунологической сочетаемости и факторов естественной резистентности организма способствует увеличению общего числа поросят при рождении и количества живых поросят, массы гнезда и средней массе поросёнка.

**Ключевые слова:** свиноматки, хряки, иммунология, кровь, многоплодие, оплодотворяемость, сперма, эструс.

D.M. BOGDANOVICH

**IMMUNORESISTANT METHOD OF PATERNAL AND  
MATERNAL GENETIC MATERIAL COMPATIBILITY IN THE  
TECHNOLOGY OF ARTIFICIAL INSEMINATION OF PIGS**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The fecundity and prolificacy of sows determine the profitability of the industry as a whole. To increase the efficiency of insemination of sows, it is necessary to select the most appropriate ejaculates obtained from the best producers. The paper contains the research findings based on which an immunoresistant method of parental and maternal genetic material compatibility in the technology of artificial insemination of pigs has been developed. The influence of natural resistance factors on the state of the reproductive system of sows and their ability to realize physiological prolificacy has been established. The research has shown that the selection of parental pairs taking into account immunological compatibility and natural resistance factors of the

organism increases the total number of piglets at birth and the number of live piglets, litter weight and a piglet average weight.

**Keywords:** sows, boars, immunology, blood, prolificacy, rate of fertilization, semen, estrus.

**Введение.** В организации интенсивного воспроизводства можно выделить два основных показателя: плодовитость и многоплодие маток, которые в итоге определяют рентабельность отрасли в целом [1, 2]. Для повышения результативности осеменения маток необходимо вести отбор наиболее полноценных эякулятов, полученных от лучших производителей, так как 50 % успеха в оплодотворении зависит от используемой спермы, на качество которой может влиять в различной степени множество факторов [3].

Низкая эффективность осеменения, а иногда и многократные перегулы, обусловлены главным образом гибелью зародышей на разных стадиях развития. Принимаемое за нормальное среднее многоплодие 10-21 поросят в действительности отражает потерю почти половины созревших в яичниках яйцеклеток. При этом 4-7 % из них является следствием нарушения процесса оплодотворения, а основное большинство погибает уже после него [4].

Основной причиной снижения количества супоросных от числа оплодотворённых свиноматок является иммунологическая сочетаемость и естественная резистентность родительских пар [5].

Анализ причин бесплодия показывает, что основную роль играют инфекционные, в особенности, вирусные агенты. Вместе с тем, нельзя исключать проявления генетических взаимодействий, учитывая практикующееся скрещивание свиноматок в аллогенной и сингенной иммунологических системах. Как известно, такое скрещивание чревато иммунологическим нераспознаванием яйцеклеткой введённых родственных спермиев или нераспознаванием матерью зиготы или эмбриона. В конечном итоге иммунологическое нераспознавание яйцеклеткой спермиев и чуть позже матерью различных стадий эмбриона обуславливает неоплодотворяемость или в случаях оплодотворённости, но неприживляемости – гибель зиготы или эмбриона. Следствием таких процессов является бесплодие. В этом и состоит суть иммунологического конфликта в системе «мать-плод» [6].

Удачное сочетание родительских пар обуславливает эффект гетерозиса. Имеется множество примеров, когда удачный подбор пар способствует повышению выхода поросят, а также в 1,5 раза и более повышает продуктивность получаемого потомства [7]. Кроме того, современные промышленные технологии производства продукции животноводства подразумевают получение животных не только с высокой продуктивностью, но и устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней

среды, поэтому изучение и повышение резистентности животных имеет непосредственное отношение к повышению эффективности свиноводства [8, 9]. Зная закономерности индивидуального развития животных, человек может планомерно воздействовать на биологические процессы с целью повышения продуктивных качеств.

Потенциальное многоплодие свиноматок выше фактического. Основным препятствием для его практической реализации является высокая эмбриональная смертность. Основная доля гибели зародышей (30-50 %) происходит в первой половине супоросности. В это время актуальной является проблема иммунологической сочетаемости клеток [10, 11, 12]. Другим критическим периодом является процесс имплантации, когда особо опасным является попадание в организм инфекционных агентов [13]. Поэтому для выполнения программ по воспроизводству основное внимание должно быть направлено на решение задач по минимизации эмбриональной смертности.

Цель работы – разработать иммуно-резистентный метод совместимости генетического материала отца и матери в технологии искусственного осеменения свиней.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области и лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

На первом этапе исследований по данным зоотехнического учета отбирались животные с самыми высокими и самыми низкими результатами следующих показателей репродукции: оплодотворяемость, время прихода в охоту, количество поросят при рождении, их масса, аварийность опоросов, сохранность поросят, масса поросят при отъеме. Было сформировано 2 группы с положительной (I опытная) и отрицательной (II опытная) динамикой данных показателей.

В ходе исследований использовались клинически здоровые хряки-производители и свиноматки породы ландрас в возрасте 2-3-х лет живой массой 250-350 кг общим количеством 25 гол. Сперму получали мануальным методом при режиме взятия одна садка в 4 дня. Микроскопическая оценка спермы хряков проводилась по следующим показателям: подвижность спермиев (балл) – под микроскопом по 10-бальной шкале; выживаемость спермиев вне организма (балл/час) – по методу Милованова В. К. (1982). Сперма, пригодная по этим показателям к дальнейшему использованию, разбавлялась глюкозо-хелато-цитратно-сульфатной средой в соотношении от 1:1 до 1:7 в соответствии с инструкцией [14].

Охота определялась с помощью хряка-пробника. Её началом



считалось среднее время между двумя проверками, в последней из которых выявлена охота. Осеменение свиноматок осуществлялось после выявления охоты и через 24 часа после первого осеменения в соответствии с инструкцией [14].

Пригодные к дальнейшему использованию эякуляты центрифугировались в течение 3 мин. при 2000 об./мин. Надосадочная жидкость сливалась, а полученный осадок встряхивался до получения гомогенного состояния. Каждая свиноматка из обеих групп иммунизировалась под нижнее веко закапыванием 1 мл полученной белковой смеси. Цикл иммунизаций состоял из 3 ежедневных инъекций данного экстракта. Наблюдение за животными проводилось в течение 7 дней.

Спустя 2 дня после последней иммунизации за 4 часа до первого осеменения у иммунизированных свиноматок брались пробы крови с последующим центрифугированием.

Эякулят каждого хряка делили на части согласно количеству проб и смешивали в соотношении 1:1 с плазмой крови. На предметное стекло наносилась капля исследуемой пробы. Оценка по подвижности спермиев и проявлении агглютинации проводилась при микроскопировании с увеличением 400-800 раз сразу после приготовления пробы и через 1 и 4 часа хранения при температуре +16-18 °С. Если подвижность спермиев оставалась без изменения или снижалась незначительно, то это указывало на положительную сочетаемость родительских пар, а снижение подвижности на 2 и более балла или проявление агглютинации – на отрицательную.

Гематологическая картина при иммуно-резистентной совместимости устанавливалась по анализу следующих показателей: бактерицидная активность сыворотки крови,  $\beta$ -лизинная активность сыворотки крови, лизоцимная активность сыворотки крови, АЛАТ, АСАЛ, общий белок, концентрация альбуминов, концентрация глобулинов.

С целью изучения влияние иммунологических аспектов на уровень репродуктивных показателей свиноматок сформировали две опытные группы: I опытная (с положительной сочетаемостью) и II опытная (с отрицательной сочетаемостью). Контролем являлась группа свиноматок, покрываемых согласно графику закрепления хряков в хозяйстве. В опытных и контрольной группах свиноматок учитывались: оплодотворимость после первого осеменения (%), количество поросят на опорос (гол.), масса гнезда при рождении (кг), молочность (кг), сохранность (%).

Полученные данные обрабатывались биометрически.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Установлено, что в результате иммунизации из 16 свиноматок отрицательную сочетаемость пар при подборе (снижение подвижности более чем на 2 балла или

явление агглютинации за 4 часа хранения) проявили 7 свиноматок или 44 %, положительную – 9 или 56 %.

Наряду с совершенствованием биотехнологических методов актуальной задачей по-прежнему является изучение биохимических и иммунологических аспектов воспроизводства. Своевременно и качественно диагностировать наличие иммунных тел можно в биологических жидкостях. Особое значение приобретает изучение крови и её сывотки, являющихся основой клинических исследований и несущих важную информацию о состоянии защитных функций организма.

В целях отражения сущности клеточных и гуморальной факторов естественной резистентности свиноматок при практической реализации разработанной методики изучены некоторые биохимические показатели крови свиноматок до и после иммунизации (таблица 1 и 2).

Как показывают данные таблицы 1, биохимические показатели крови по количественному содержанию общего белка и его фракций находились в пределах физиологических норм, но имеются различия между группами животных. Так, большие величины указанных показателей отмечены у животных I опытной группы.

Таблица 1 – Гематологические показатели крови свиноматок до иммунизации

Показатель	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	84,5±1,08	81,7±1,17
Альбумины, г/л	51,8±0,99	51,2±1,59
Глобулины, г/л	34,8±1,97	30,4±1,96
АЛАТ, ед./л	48,6±0,72	48,3±0,94
АСАТ, ед./л	45,1±1,24	48,4±1,07
БАСК		
0 ч.	0,260±0,01	0,270±0,01
5 ч.	0,390±0,01	0,390±0,01
%	58,7±0,71	58,0±0,71
Лизоцимная активность		
0 ч.	21,9±0,08	21,8±0,06
1 ч.	25,5±0,14	25,3±0,07
%	3,6±0,12	3,5±0,09
β-лизинная активность		
0 ч.	0,280±0,01	0,280±0,01
2 ч.	0,230±0,01	0,230±0,01
%	18±1,05	16,6±1,48

Одним из важных факторов естественной устойчивости организма к заболеваниям является бактерицидная, лизоцимная, β-лизинная активности сыворотки крови, а также активность аспартат- и аланинаминотрансферазы. Указанные показатели, за небольшим исключением,

также достигали максимума у животных I опытной группы.

Анализ данных таблицы 2 позволил отметить тенденцию увеличения показателей у животных I опытной группы. В результате иммунизации произошло увеличение содержания общего белка, альбуминов, глобулинов, значение АЛАТ, АСАТ, БАСК. Значения лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК) и  $\beta$ -лизинной активности сыворотки крови в обеих группах установлены на сходном уровне.

Таблица 2 – Гематологические показатели крови свиноматок после иммунизации

Показатель	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	86,2±1,15	81,5±1,7*
Альбумины, г/л	52,3±0,01	48,3±1,2**
Глобулины, г/л	33,9±1,44	30,2±1,12
АЛАТ, ед./л	49,0±1,1	47,2±1,07
АСАТ, ед./л	44,3±0,45	43,6±1,21
БАСК:		
0 ч.	0,310±0,0	0,280±0,0
5 ч.	0,430±0,02	0,400±0,01
%	62,6±5,8	61,5±2,22
Лизоцимная активность		
0 ч.	22,3±0,3	22,16±0,11
1 ч.	25,6±0,2	26,04±0,11
%	3,4±0,11	3,9±0,1
$\beta$ -лизинная активность		
0 ч.	0,280±0,01	0,280±0,01
2 ч.	0,230±0,0	0,230±0,0
%	16,8±1,49	18,4±1,14

Можно предположить, что факторы естественной резистентности оказывают влияние на состояние репродуктивной системы свиноматок, её способность реализовывать физиологическое многоплодие. Так, в I опытной группе, где указанные факторы выше, отмечается максимальные значения таких показателей, как средняя оплодотворяемость по группе, общее многоплодие и количество живых поросят, а также средний вес при рождении и в 21 день (таблица 3).

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что комплексное исследование по иммунологии воспроизводства и клеточным и гуморальным факторам естественной резистентности свиноматок позволяет в большей степени реализовать генетический потенциал животных. Так, животные I опытной группы, показавшие положительную сочетаемость родительских пар и характеризующиеся высокими биохимическими резистентными показателями крови, превосходят своих аналогов из контрольной группы по общему числу и по количеству живых

поросят на 2,7 и 2,2 гол. соответственно, по массе гнезда при рождении – на 3,6 кг, по средней массе поросенка при рождении – на 0,09 кг.

Таблица 3 – Практическое применение иммуно-резистентного метода

Группа	Оплодотворяемость по группе, %	Родилось поросят в среднем на свиноматку, гол.			Масса гнезда при рождении, кг	Средний вес поросёнка кг	Масса гнезда в 21 день, кг	Средний вес поросёнка в 21 день, кг
		всего	живых	мёртвых				
Контроль (n= 9)	100	9,3± 1,14	8,9± 1,18	0,22± 0,22	8,3± 0,94	1,01± 0,04	51,0± 5,38	5,89± 0,56
I опытная	100	12,0± 2,77	11,1± 2,53	0,86± 0,4	11,9± 2,61	1,1± 0,18	40,7± 7,05	4,5± 0,76
II опытная	89	9,1± 2,11	8,7± 1,99	0,4± 0,24**	10,8± 2,38	1,1± 0,16	36,6± 5,24	4,6± 0,59

Примечание: P<0,01.

Животные II опытной группы, имеющие отрицательную сочетаемость при подборе родительских пар, но незначительно уступающие I опытной группой по показателям активности сыворотки крови, уступают контрольным животным по многоплодию на 0,2 гол., но превосходят их по показателям массы гнезда и средней массе поросёнка при рождении на 2,5 и 0,09 кг соответственно.

Наибольшее значение показателей массы гнезда и средней массы поросёнка в 21 день выявлено у животных контрольной группы.

При сравнении результатов между опытными группами установлено превосходство по всем показателям животных I опытной группы.

Таким образом, можно сделать вывод, что подбор родительских пар с учётом иммунологической сочетаемости и факторов естественной резистентности организма способствует большей реализации генетического потенциала животных, минимизации уровня эмбриональной смертности у свиноматок, увеличению выхода поросят.

**Заключение.** Разработана методика определения иммунологических аспектов при искусственном осеменении свиней.

Установлено влияние факторов естественной резистентности на состояние репродуктивной системы свиноматок, её способность реализовывать физиологическое многоплодие: животные, характеризующиеся высокими репродуктивными показателями, имеют увеличенное, в пределах физиологических норм, содержание общего белка, альбуминов, глобулинов, значение АЛАТ, АСАТ, БАСК, ЛАСК.

Выявлено, что подбор родительских пар с учётом иммунологической сочетаемости и факторов естественной резистентности организма способствует увеличению общего числа поросят при рождении и количества живых поросят на 2,7 и 2,2 гол., массы гнезда и средней массе поросенка – на 3,6 кг и 0,09 кг соответственно в сравнении с аналогами из контрольной группы.

На основании проведённых исследований разработан иммуно-резистентный метод совместимости генетического материала отца и матери в технологии искусственного осеменения свиней.

### Литература

1. Основные причины эмбриональной смертности и современные средства по увеличению многоплодия маток / В. П. Хлопицкий [и др.] // Свиноводство. – 2009. – № 4. – С. 51-54.
2. Квасницкий, Н. И. Ранняя диагностика супоросности свиноматок / Н. И. Квасницкий // Свиноводство в Украине. – № 3. – С. 15-18.
3. Харенко, М. І. Причини і форми неплідності свиней та методи їх профілактики : автореф. дис... д-ра вет. наук / Харенко М.І. – Харків, 2000. – 36 с.
4. Рачков, И. Г. Интенсификация воспроизводства и повышение продуктивности свиней с использованием биотехнологических приемов : автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / Рачков И.Г. – Ставрополь, 2012.
5. Иммунология репродукции : труды IV междунар. симп. – София, 1978. – 985 с.
6. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – Минск : Урожай, 1997. – 718 с.
7. Максимов, Ю. Л. Прогнозирование индивидуального подбора родительских пар / Ю. Л. Максимов // Зоотехния. – 1990. – № 4. – С. 59-63.
8. Стрельцов, В. А. Энергия роста и сохранность поросят в зависимости от подбора родительских пар по резистентности / В. А. Стрельцов // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ : тез. докл. XIII междунар. науч.-практ. конф. по свиноводству. – Жодино, 2006. – С. 131-133.
9. Теория и практика воспроизведения животных / К. Братанов [и др.]. – Москва : Колос, 1984. – 272 с.
10. Хюн, У. Научно-технические рекомендации по технологии воспроизведения свиней / У. Хюн, И. Кенинг. – Думмерсторф, 1982. – 51 с.
11. Toelihere, M. R. The effect of combination of estrogen and progesterone on oestrus and conception rate of anestrous dairy cow / M. R. Toelihere, L. Tuty, I. Supriatna // Journal Agroland. – 1999. – Vol. 6(3). – P. 69-79.
12. Dzuik, P. J. Occurance, control and induction of ovulation in pigs, sheep and cows / P. J. Dzuik // Handbook of physiology, endocrinology. – Washington, 1993. – P. 151-157.
13. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 2001. – 869 с.
14. Инструкции по искусственному осеменению свиней / Е. В. Раковец [и др.]. – Минск, 1998. – 38 с.

*Поступила 20.03.2023 г.*

О.Я. ВАСИЛЮК, И.Ф. ГРИДЮШКО, И.П. ШЕЙКО,  
А.А. БАЛЬНИКОВ

## ДЕНДРОГРАММЫ ЛИНИЙ СВИНЕЙ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД НА ОСНОВЕ МИКРОСАТЕЛЛИТНОГО АНАЛИЗА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Эффективность свиноводства при переводе на промышленную основу возрастает при разведении определённых, изолированных линий породы. Вовлечение в исследование большого числа географически изолированных популяций позволит дать наиболее полную характеристику аллелофонда пород. В статье представлены результаты исследований, целью которых было построение дендрограмм линий свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа. Объектом изучения были популяции чистопородных животных пород белорусской крупной белой, белорусской чёрно-пёстрой и белорусского заводского типа свиней породы йоркшир. Выявление генетических связей и различий между линиями с использованием дендрограмм позволит проводить целенаправленную селекционную работу с линиями хряков по их сохранению, совершенствованию и эффективному использованию в пороодообразовательном процессе.

**Ключевые слова:** селекция, заводская линия, белорусская крупная белая, белорусская чёрно-пёстрая породы свиней, белорусский заводской тип породы йоркшир, микросателлиты, микросателлитный анализ.

O.Y. VASILYUK, I.F. GRIDIUSHKO, I.P. SHEIKO, A.A. BALNIKOV

## DENDROGRAMS OF MATERNAL BREED PIG LINES BASED ON MICROSATELLITE ANALYSIS

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Pig farming efficiency increases under industrial conditions with breeding of certain, isolated breed lines. Involving a large number of geographically isolated populations in the study will make it possible to give the most complete characterization of the allele pool of breeds. The article contains the results of studies aimed at constructing dendrograms of maternal breed pig lines based on microsatellite analysis. The object of the study was the purebred populations of Belarusian Large White, Belarusian Black-and-White, and Belarusian factory type Yorkshire breeds of pigs. Identification of genetic relationships and differences between the lines using dendrograms will enable targeted breeding work with boar lines for their preservation, improvement and effective use in the breed-forming process.

**Keywords:** selection, factory line, Belarusian Large White, Belarusian Black-and-White, Belarusian factory type Yorkshire breed, microsatellites, microsatellite analysis.

**Введение.** Основным методом чистого разведения было и остаётся разведение по линиям. Линия – это группа животных общего происхождения и зоотехнических характеристик, имеющих сходство в типе, уровне продуктивности и реакции на условия среды. Перевод свиноводства на промышленную основу показал, что его эффективность возрастает, если разводятся не породы вообще, а определённые, изолированные их линии [1].

Важной задачей в свиноводстве является разработка приёмов контроля чистопородности племенных животных. Современные технологии промышленного производства свинины основаны на получении эффекта гетерозиса от скрещивания специализированных пород при сочетании чистых линий. В то же время необходимы новые методы оценки гетерогенности подборов родительских пар, направленных на обеспечение стабильной передачи потомству продуктивных признаков при снижении их вариабельности [2]. В этой связи к числу перспективных приёмов можно отнести использование микросателлитов – tandemно расположенных коротких некодирующих повторяющихся последовательностей ДНК, равномерно расположенных по всему геному. Благодаря высокой степени полиморфизма и менделевскому типу наследования микросателлиты представляют собой идеальные ДНК-маркеры у млекопитающих [3]. Исследование по ДНК-микросателлитам позволяет точно оценить гетерозиготность популяции животных (Но и Не), то есть её генетическое разнообразие. С помощью ДНК-микросателлитов можно оценить степень инбридинга (Fis) и тем самым снизить вероятность близкородственного спаривания, а также повысить точность учёта результатов по выявлению происхождения животных (Assignment-тест). Кроме этого, STR-анализ остаётся бесценным генетическим инструментом для установления родства, идентификации и чистопородности животных (по Nei M.), а также для картирования и оценки потоков генов между популяциями (оценка Nm).

Вовлечение в исследование большого числа географически изолированных популяций позволит дать наиболее полную характеристику аллелофонда пород. Микросателлитные профили могут быть использованы в качестве критерия оценки состояния и степени родства популяций внутри пород и отражать их происхождение [4].

Материнские породы свиней хорошо приспособлены к местным условиям производства, отличаются высоким многоплодием, крупноплодностью, молочностью. В Республике Беларусь плановыми материнскими породами являются: белорусская крупная белая, белорусская

чёрно-пёстрая и белорусский заводской тип свиней породы йоркшир. Эти породы в настоящее время используются в системах промышленного скрещивания и гибридизации [5].

Целью исследований было построение дендрограмм линий свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа.

**Материалы и методика исследований.** Научно-исследовательская работа проводилась в сельскохозяйственном филиале «СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов», ОАО «СГЦ «Заречье», ОАО «СГЦ «Западный», ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Объектом исследований являлись популяции чистопородных животных пород белорусской крупной белой, белорусской чёрно-пёстрой и белорусского заводского типа свиней породы йоркшир.

Проведена генетическая экспертиза по ДНК-микросателлитам в лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики животных Центра биотехнологии и молекулярной диагностики Всероссийского научно-исследовательского института животноводства им. Л.К. Эрнста (ВИЖ, Россия). Исследовали образцы биологического материала (ушной выщип, консервант – 96 % этанол). Микросателлитный анализ проводили по 9 локусам (SO155, SO355, SO386, SW72, SW951, SO101, SW240, SW857, SO005), используя разработанную тест-систему для ДНК-экспертизы свиней.

Биометрическая обработка материалов исследований проведена методами вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому [6] на персональном компьютере с использованием пакета программы Microsoft Excel с плагином GenAlEx v. 6.5 (Peakall R., Smouse P.E., 2012) [7].

Изменчивость микросателлитов в изучаемых популяциях свиней оценивали по значениям индекса фиксации Fst [7]. Генетические дистанция и идентичность между исследуемыми генеалогическими структурными единицами породы вычислены по М. Nei [8]. Построение филогенетического дерева осуществляли методом попарного внутригруппового невзвешенного среднего (UPGMA, программного обеспечение Past v. 3.26.7z) [9].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** *Белорусская крупная белая.* В настоящее время в СГЦ «Заднепровский» используются хряки линий: Драчуна 90685, Драчуна 562, Секрета 8549, Свата 751, Свата 3487, Сталактита 8387, Сябра 202065, Сябра 903, Смыка 46706, Свинтанка 3884.

Для оценки генетических различий между линиями использовали ряд критериев: наличие приватных аллелей при парном сравнении линий; значение индексов фиксации Fst при парном сравнении линий; генетические расстояния, рассчитанные по Nei.

Парное сравнение исследуемых линий по числу приватных аллелей



показывает, что наибольшие различия наблюдаются между линиями Секрета 8549 – Смыка 46706 (9), Сябра 903 – Смыка 46706(8) и Сябра 903– Драчуна 562 (8), а наименьшие – между линиями Свата 3487– Драчуна 562(5), Секрета 8549 – Сябра 903 (24), Свата 3487 – Сталактита 8387(24).

Значения индекса фиксации Fst при парном сравнении являются одним из критериев оценки генетических различий между линиями (таблица 1).

Минимальными значениями индекса фиксации Fst при парном сравнении характеризовались линии Сталактита 8387 – Секрета 8549 (Fst =0,0007), Сталактита 8387 – Драчуна 90685 (Fst =0,0015), Сябра 903 – Свата 751(Fst =0,0060), Драчуна 90685 – Свитанка 3884 (Fst =0,0064), Свата 3487 – Секрета 8549 (Fst =0,0065).

Таблица 1 – Индексы фиксации Fst при парном сравнении исследуемых линий хряков

№	Значение индекса фиксации Fst									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	*	0,0264	0,0296	0,0172	0,0064	0,0299	0,0196	0,0438	0,0015	0,0206
2	0,0264	*	0,0196	0,0097	0,0537	0,0285	0,0253	0,0531	0,0274	0,0060
3	0,0296	0,0120	*	0,0077	0,0562	0,0248	0,0196	0,0462	0,0324	0,0048
4	0,0172	0,0097	0,0077	*	0,0235	0,0098	0,0065	0,0780	0,0120	0,0165
5	0,0064	0,0537	0,0562	0,0235	*	0,0654	0,0215	0,1173	0,0287	0,0262
6	0,0299	0,0285	0,0248	0,0098	0,0654	*	0,0336	-0,0082	0,0164	0,0238
7	0,0196	0,0253	0,0196	0,0065	0,0215	0,0336	*	0,0933	0,0007	0,0079
8	0,0438	0,0531	0,0462	0,0780	0,1173	-0,0082	0,0933	*	0,0720	0,0348
9	0,0015	0,0274	0,0324	0,0120	0,0287	0,0164	0,0007	0,0720	*	0,0423
10	0,0206	0,0060	0,0048	0,0165	0,0262	0,0238	0,0079	0,0348	0,0423	*

Выявленные различия подтверждаются данными расчёта генетических дистанций между исследуемыми линиями, приведёнными в числовом выражении (таблица 2).

Таблица 2 – Генетические расстояния между исследуемыми линиями хряков Заднепровского типа крупной белой породы (по Nei, 1983)

№	Генетические расстояния									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	*	0,0392	0,0348	0,0845	0,2693	0,0548	0,0474	0,0337	0,368	0,036
2		*	0,0044	0,1923	0,0081	0,0682	0,0444	0,0277	0,097	0,2113
3			*	0,1879	0,0078	0,0598	0,0487	0,0302	0,104	0,2217
4				*	0,0812	0,2226	0,196	0,0038	0,223	0,0843
5					*	0,0023	0,0788	0,0005	0,119	0,0324
6						*	0,0309	0,3984	0,2290	0,0676
7							*	0,0001	0,2620	0,1417
8								*	0,022	0,0352
9									*	0,0147
10										*

Наиболее генетически удалёнными были линии Смыка 46706 – Свитанка 3884 ( $F_{st}=0,1173$ ), Секрета 8549 – Смыка 46706 ( $F_{st}=0,0933$ ). Линии Свата 751 и Сябра 202065 оказались наиболее генетически близкими линии Сябра 903 и наиболее изолированными от линий Свитанка 3884 и Смыка 46706.

На основе полученных данных построена дендрограмма филогенетического родства линий свиней белорусской крупной белой породы в СГЦ «Заднепровский» (рисунок 1).

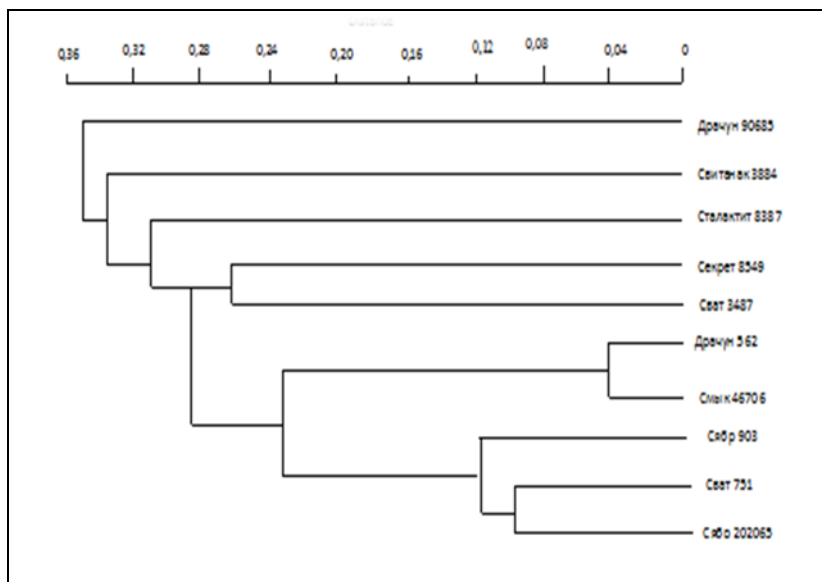


Рисунок 1 – Дендрограмма филогенетического родства линий свиней белорусской крупной белой породы в СГЦ «Заднепровский»

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшей генетической удаленностью характеризовалась линия Смыка 46706, которая, в свою очередь, была наиболее близка линии Драчуна 562. Хряки линий Сябра 202065 и Свата 751 были наиболее близки линии Сябра 903, с которой они формировали относительно удалённый от других пород подкластер. Близким генетическим родством отличаются линии Секрета 8549 и Свата 3487. Отдельные от других линий ветви формируют линии Свитанка 3884, Сталактита 8387 и Драчуна 90685.

Рассчитанные генетические дистанции, а также формирующаяся кластерная структура генеалогического древа позволяют сделать вывод о наибольшей генетической удалённости линий Смыка 46706 и Драчуна 562. Линия Свитанка 3884, по всей видимости, отличается несколько

иным происхождением.

Таким образом, можно предположить, что между линиями Секрета 8549 и Сталактита 8387, Драчуна 562 и Смыка 46706 происходил более интенсивный обмен генами в процессе кроссирования, что проявилось в уменьшении генетических различий между ними. При этом селекционная работа с линией Смыка 46706 в последнее время ведётся относительно изолировано от линии Драчуна 562.

*Белорусская чёрно-пёстрая порода.* Исследования проводились в ОАО «СГЦ «Заречье» на пяти линиях белорусской чёрно-пёстрой породы (Весёлого 1317, Застона 5085, Корелича 913, Макета 9343 и Тика 3037).

Парное сравнение исследуемых линий по числу частных аллелей показало, что наибольшие различия наблюдаются между линиями Макета 9343 – Корелича 913 (6), Макета 9343 – Весёлого 1317 (6), а наименьшие – между линиями Тика 3037 – Застона 5085 (2).

Значения индекса фиксации  $F_{st}$  при парном сравнении являются одним из критериев оценки генетических различий между линиями (таблица 3).

Таблица 3 – Индексы фиксации  $F_{st}$  при парном сравнении исследуемых линий хряков белорусской черно-пёстрой породы в СГЦ «Заречье»

Линия хряков	Значение индекса фиксации $F_{st}$				
	Корелич 913	Застон 5085	Макет 9343	Тик 3037	Весёлый 1317
Корелич 913	*				
Застон 5085	0,050	*			
Макет 9343	0,088	0,081	*		
Тик 3037	0,090	0,073	0,115	*	
Весёлый 1317	0,057	0,062	0,107	0,102	*

Минимальными значениями индекса фиксации  $F_{st}$  при парном сравнении характеризовались линии Корелича 913 – Застона 5085, Корелича 913 – Весёлого 1317, Застона 5085 – Весёлого 1317. Наиболее генетически удалёнными были линии Макета 9343, Тика 3037 и Весёлого 1317. Линии Застона 5085 и Весёлого 1317 наиболее генетически близки линии Корелича 913 и наиболее изолированы от линий Макета 9343 и Тика 3037.

Выявленные различия подтверждаются данными расчёта генетических дистанций между исследуемыми линиями, приведёнными в числовом выражении (таблица 4).

Таблица 4 – Генетические расстояния между исследуемыми линиями хряков белорусской чёрно-пёстрой породы (по Nei, 1983)

Линия хряков	Генетические расстояния				
	Корелич 913	Застон 5085	Макет 9343	Тик 3037	Весёлый 1317
Корелич 913	*	0,173	0,313	0,280	0,172
Застон 5085		*	0,277	0,225	0,201
Макет 9343			*	0,389	0,343
Тик 3037				*	0,304
Весёлый 1317					*

На основе полученных данных построена дендрограмма филогенетического родства линий свиней белорусской чёрно-пёстрой породы в СГЦ «Заречье» (рисунок 2).

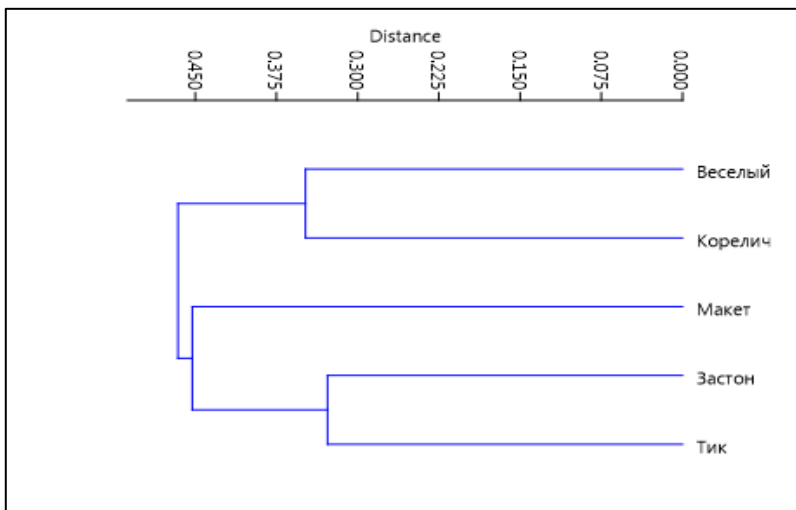


Рисунок 2 – Дендрограмма филогенетического родства линий свиней белорусской чёрно-пёстрой породы в СГЦ «Заречье»

Разработанная структура генеалогического дерева на основании микросателлитного анализа отражает происхождение изучаемых линий и соответствует генеалогической структуре белорусской черно-пёстрой породы.

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшей генетической удалённостью характеризовалась линия Макета 9343, которая формирует отдельную от других линий ветвь. Линия Макета обладает наибольшим количеством частных аллелей и происходит из племзавода «Ленино». Линии Корелича 913 и Весёлого 1317, Застона 5085 и

Тика 3037 формируют два равноудалённый подкластера.

Линии Корелича 913 и Веселого 1317, составляющие один подкластер, имеют общее место происхождения и на протяжении 9-13 лет селекционная работа в ОАО «СГЦ Заречье» способствовала генетическому сближению этих двух линий.

Две линии – Застона 5085 и Тика 3037 – образовали второй подкластер, который генетически дистанцирован от подкластера Весёлого 1317 – Корелича 913. Данные линии созданы в результате вводного скрещивания белорусской чёрно-пёстрой и породы пьетрен, что на протяжении более пятнадцати лет позволяет сохранять их генетическую близость. Эта подтверждённая закономерность позволяет использовать хряков линий Застона 5085 и Тика 3037 в селекционно-племенной работе по совершенствованию откормочных и мясных качеств у получаемого племенного молодняка.

*Белорусский заводской тип породы йоркшир.* Исследования проводились в ОАО «СГЦ «Западный» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», где используются 8 линий хряков породы йоркшир (Друга 0133, Дюшеса 3962, Фактора 1328, Фаянса 1672, Чемпиона 3743, Фарада 3423, Друга 7133, Доброго 2313).

Генетические дистанции между исследуемыми группами свиней в виде матрицы генетического сходства различных линий друг с другом в белорусском заводском типе свиней породы йоркшир, разводимых в СГЦ «Западный», варьировали от 24,2 до 59,6 % (таблица 5).

Таблица 5 – Генетические расстояния между исследуемыми линиями хряков белорусского заводского типа породы йоркшир в ОАО «СГЦ «Западный» (по Nei, 1983)

Линии	Друг 6805	Дюшес 3962	Фактор 1573	Фаянс 1672
Друг 6805	*			
Дюшес 3962	0,242	*		
Фактор 1573	0,356	0,596	*	
Фаянс 1672	0,277	0,341	0,479	*

Наибольшее генетическое сходство было отмечено между линиями Дюшеса 3962 и Друга 6805 (0,242), Фаянса 1672 и Друга 6805 (0,227). Таким образом, наибольшая удалённость линий свиней отмечена между линиями Дюшеса 3962 и Фактора 1328 (0,596), Фаянса 1672 и Фактора 1328 (0,479). Относительное близкое родство между различными линиями обусловлено, по-видимому, использованием в селекционных программах животных, происходящих от одного корня с разветвлённой генеалогической структурой. Это свидетельствует о родстве животных породы йоркшир, разводимых в ОАО «СГЦ «Западный».

Анализ генетического расстояния показал, что изменчивость

аллелофонда животных из ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» невысокая. Наибольшие различия отмечены между новыми линиями Доброго 2313 и Друга 7133 (0,288), а несколько меньшие – между линиями Доброго 2313 и № 1131 (0,271) (таблица 6).

Таблица 6 – Генетическое расстояние между исследованными линиями свиней белорусского заводского типа породы йоркшир в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», (Nei 1983)

Линии	№ 1131	Друг 6805	Добрый 2313
№ 1131	*		
Друг 7133	0,247	*	
Добрый 2313	0,271	0,288	*

Относительное близкое родство между линиями Друга 7133 и №1131 (24,7 %) можно объяснить большой вероятностью использования хряков сходного происхождения. Незначительное генетическое расстояние между линиями свиней белорусского заводского типа породы йоркшир из ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» указывает на формирование общего кластера по породному принципу и на общность предков внутри популяции.

Проведенные исследования позволили разработать дендрограммы филогенетического родства и происхождения свиней различной линейной принадлежности в белорусском заводском типе свиней породы йоркшир, разводимых в ОАО «СГЦ «Западный» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» (рисунок 3 и 4).

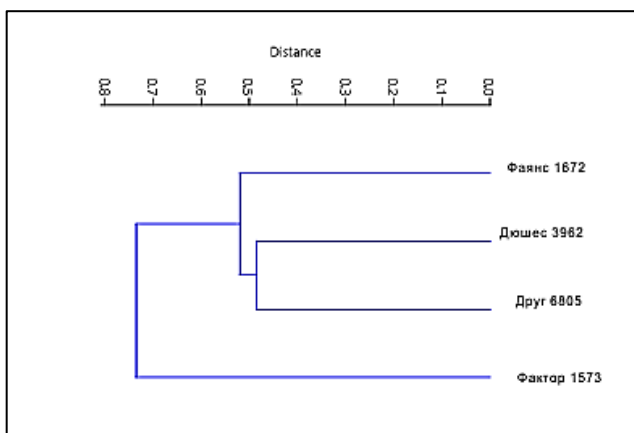


Рисунок 3 – Дендрограмма филогенетического родства линий белорусского заводского типа породы йоркшир в ОАО «СГЦ «Западный»

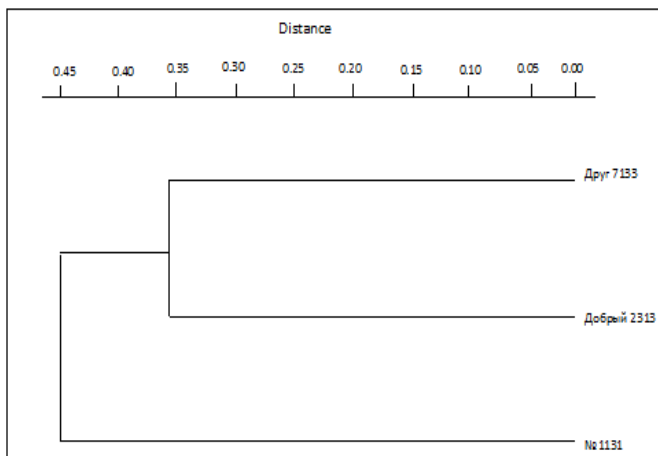


Рисунок 4 – Дендрограмма филогенетического родства линий свиней белорусского заводского типа породы йоркшир в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»

Наибольшее генетическое сходство было отмечено между животными линий Дюшеса 3962 и Друга 6805 из ОАО «СГЦ «Западный». В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на основе анализа генетической структуры установлено родство линий Друга 7133 и Доброго 2313. Животные остальных линий по результатам исследований имеют генетически отдаленных родоначальников.

Разработанные дендрограммы филогенетического родства свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа показали достаточно широкое разнообразие генетической структуры изучаемых линий. Выявлены генетические связи и различия между линиями, что позволит с учётом установленных генетических дистанций проводить целенаправленную селекционную работу с линиями хряков по их сохранению и совершенствованию, а также эффективному использованию в пороодообразовательном процессе.

**Заключение.** Построены дендрограммы линий свиней белорусской крупной белой, белорусской чёрно-пёстрой пород и белорусского заводского типа породы йоркшир на основе микросателлитного анализа.

Разработанные дендрограммы филогенетического родства свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа показали достаточно широкое разнообразие генетической структуры изучаемых линий. Выявлены генетические связи и различия между линиями, что позволит с учётом установленных генетических дистанций проводить

целенаправленную селекционную работу с линиями хряков по их сохранению и совершенствованию, а также эффективному использованию в пороодообразовательном процессе.

#### Литература

1. Новицкий, Игорь. Племенная работа в пользовательных стадах разной специализации / И. Новицкий // СельхозПортал.рф [Электрон. ресурс]. – 2016-2023. – Режим доступа: <https://сельхозпортал.рф/articles/plemennaya-rabota-v-polzovatelnyh-s/>. – Дата доступа: 4.07.2016 г.
2. Зиновьева, Н. А. Проблемы биотехнологии и селекции сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева, Л. К. Эрнст. – Изд. 2-е, доп. – Москва, 2005. – 329 с.
3. Исследование полиморфизма гена эстрогенового рецептора как маркера плодовитости свиней / Н. А. Зиновьева [и др.] // Свиноводство : науч. тр. ВИЖа. – Дубровицы, 2000. – Вып. 62, т. 2. – С. 50-57.
4. Использование методов молекулярной генной диагностики для повышения откормочных и мясных качеств свиней белорусской крупной белой пород / Н. А. Попков [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – № 4. – С. 70-74.
5. Лобан Н. А. Крупная белая порода свиней – методы совершенствования и использования / Н. А. Лобан. – Минск : ПЧУП Бизнесофсет, 2004. – 110 с.
6. Арсенико, Р. Ю. Исследования полиморфизма гена H-FABP во взаимосвязи с хозяйственно-полезными признаками свиней / Р. Ю. Арсенико, Е. А. Гладырь // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных : материалы междунар. науч. конф. – Дубровицы, 2002. – С. 94-96.
7. Лобан, Н. А. Оценка стрессустойчивости и плодовитости свиней методами молекулярной генной диагностики / Н. А. Лобан, О. Я. Василюк, Н. А. Зиновьева // Интенсификация производства продуктов животноводства. – Жодино, 2002. – С. 18.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

*Поступила 2.03.2023 г.*

УДК 636.4.082.12(476)

О.Я. ВАСИЛЮК, И.Ф. ГРИДЮШКО, Е.В. ОРЛОВСКАЯ,  
И.П. ШЕЙКО

### **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ СВИНЕЙ БЕЛОРУССКОЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ В ПЛЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В настоящее время поголовье свиней белорусской крупной белой породы заметно сократилось. Для решения проблемы сохранения и дальнейшего развития данной породы на племенных предприятиях республики следует использовать более современные методы селекционной и генетической оценки свиней,



то есть по истинному генетическому потенциалу. В статье представлены материалы научной работы, целью которой являлось построение генетических профилей свиней белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях Республики Беларусь. Исследования показали, что животные белорусской крупной белой породы имеют достаточно высокую частоту встречаемости предпочтительных аллелей по гену RYR1 (животные являются стрессоустойчивыми) и гену H-FABP (имеют сравнительно высокие показатели по содержанию внутримышечного жира), среднюю – по показателям многоплодия (ген ESR) и низкую – по откормочным качествам (ген IGF-2). Построение генетических профилей позволит разрабатывать программы отбора и подбора родительских пар с учётом генотипов и аллелей генов-маркеров продуктивных качеств.

**Ключевые слова:** селекция, свиньи, белорусская крупная белая порода, ДНК-технология, генетическое тестирование, ген рианодинового рецептора (RYR 1), ген эстрогенового рецептора (ESR), ген рецептора H-FABP, ген инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2), генетический профиль.

O.Y. VASILYUK, I.F. GRIDIUSHKO, E.V. ORLOVSKAYA,  
I.P. SHEIKO

## **GENETIC PROFILES OF BELARUSIAN LARGE WHITE PIGS AT BREEDING ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Presently, the number of pigs of the Belarusian Large White breed has noticeably decreased. To solve the issue of preservation and further development of this breed at the breeding enterprises of the republic, it is necessary to use more advanced methods of selection and genetic evaluation of pigs, that is according to the true genetic potential. The article presents the materials of scientific work, the purpose of which was to build genetic profiles of pigs of the Belarusian Large White breed at breeding enterprises of the Republic of Belarus. Studies have shown that animals of the Belarusian Large White breed have a fairly high frequency of preferred alleles for the RYR1 gene (the animals are stress-resistant) and the H-FABP gene (they have relatively high levels of intramuscular fat content), an average frequency for multiple pregnancy (ESR gene) and low - in terms of fattening traits (IGF-2 gene). The construction of genetic profiles will make it possible to develop programs for selection of parental pairs taking into account the genotypes and alleles of marker genes of performance traits.

**Keywords:** selection, pigs, Belarusian Large White breed, DNA technology, genetic testing, ryanodine receptor (RYR 1) gene, estrogen receptor (ESR) gene, H-FABP receptor gene, insulin-like growth factor 2 (IGF-2) gene, genetic profile.

**Введение.** Белорусская крупная белая порода свиней характеризуется высокими материнскими качествами, резистентностью, сохранностью молодняка, его откормочной и мясной продуктивностью. Порода является материнской основой и эффективно используется для

промышленного скрещивания с животными пород йоркшир и ландрас [1]. Её применение необходимо для обеспечения успешной адаптации используемых импортных генотипов. Для получения товарных гибридов на свиноводческих комплексах белорусская крупная белая порода должна быть включена в схему финального гибрида как минимум с 25 % по кровности для обеспечения его сохранности и жизнеспособности, качества свинины и экономической целесообразности её производства [2].

В настоящее время, по ряду причин, поголовье свиней белорусской крупной белой породы неуклонно сокращается. На начало 2021 года в республике осталось только три базовые племенные предприятия: ОАО «Племенной завод «Тимоново», ОАО «Красная Буда», ОАО «СГЦ «Заречье», с/х филиал СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский КХП», на которых проводится необходимая селекционная работа по совершенствованию и использования селекционных стад свиней данной породы.

Для решения проблемы сохранения и дальнейшего развития белорусской крупной белой породы на племенных предприятиях республики необходимо использовать более современные методы селекционной и генетической оценки свиней (на уровне генома), то есть по истинному генетическому потенциалу. Следует отметить, что с использованием методов молекулярной биологии, информации о генетических маркерах и их связи с хозяйственно-полезными признаками появилась возможность вести селекционный процесс на качественно новом уровне. Выявление предпочтительных, с точки зрения селекции, вариантов таких генетических маркеров у свиней позволяет, наряду с традиционным отбором по фенотипу, проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК. Вследствие отбора животных с предпочтительными генотипами в качестве родительских пар можно ожидать повышения продуктивности их потомков, по сравнению с предыдущим поколением.

В качестве генетических маркеров признаков продуктивности свиней белорусской крупной белой породы, представляющих практический интерес, изучались: рианодинорный рецептор (RYR 1) – ген-кандидат чувствительности животных к стрессам; эстрогеновый рецептор (ESR) – плодовитости свиней; ген H-FABP – содержание внутримышечного жира; инсулиноподобный фактор роста 2 (IGF-2) – откормочных и мясных качеств.

*Ген RYR1.* Как известно, чувствительность свиней к стрессам является большой проблемой в свиноводстве, так как часто приводит к гибели животных. Установлено, что чувствительность к злокачественной гипертермии у свиней вызывается точковой мутацией гена рианодинового рецептора RYR1. Открытие данной мутации позволило разработать молекулярно-генетический тест, позволяющий чётко

идентифицировать генотипы свиней (NN – стрессоустойчивые носители, Nn – стрессоустойчивые скрытые носители, nn – стрессочувствительные носители) [3].

*Ген ESR.* Многоплодие, как и другие признаки воспроизводительной способности, имеет низкий коэффициент наследуемости (число родившихся поросят –  $h^2=0,05-0,19$ ; число поросят к отъёму –  $h^2=0,05-0,19$ ). Низкая наследуемость многоплодия свидетельствует о малой эффективности массового отбора.

Репродуктивные качества свиноматок в геноме контролируется рядом генов. Выявлено, что многоплодие свиней зависит от наличия полиморфных вариантов гена эстрогенового рецептора (ESR). Полиморфизм данного гена обусловлен наличием двух аллелей: А и В. Установлено, что предпочтительным, с точки зрения селекции, является генотип ВВ [4].

*Ген IGF-2.* Главным маркером откормочных и мясных качеств свиней в настоящее время считается ген инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2). Исследования показали, что мутация в гене IGF-2 (q→Q) существенно влияет на скорость роста и отложение жира у свиней. Данный ген характеризуется патернальным действием на продуктивность, то есть у потомства проявляется действие только того аллеля, который был унаследован от отца. Предпочтительным, с точки зрения селекции, является генотип QQ [5].

*Ген H-FABP.* Ген связанного белка жирных кислот (H-FABP) рассматривается в качестве маркера содержания внутримышечного жира у свиней. Выявлено три типа аллельного полиморфизма: А, а; D, d; H, h. Установлено, что предпочтительным с точки зрения селекции является генотип aaddHH. Выявлено, что ген H-FABP оказывает косвенное влияние на некоторые показатели продуктивности откармливаемого молодняка свиней (толщина шпика и другие показатели) [6].

Целью работы являлось построение генетических профилей свиней белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях республики.

**Материал и методика исследований.** Объект исследований – активная часть чистопородных селекционных стад свиней белорусской крупной белой породы, разводимых на племенных предприятиях: сельскохозяйственном филиале «СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов», ОАО «Красная Буда» и ОАО «Племенной завод «Тимоново».

Генетическое тестирование в племенных предприятиях проводилось по генам: риадинового рецептора (RYR 1), эстрогенового рецептора (ESR), рецептора H-FABP и инсулиноподобного фактора роста 2 (IGF-2). В качестве исходного материала использовались пробы ткани из

ушной раковины свиней. Из образцов выделен и оптимизирован ДНК для анализа в лаборатории генетики (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству») полиморфизма генов методом ПЦР-ПДРФ (полимеразно-цепной реакции полиморфизма длин рестрикционных фрагментов).

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Частоты встречаемости генотипов и аллелей гена ESR представлены в таблицах 1-3. Тестирование проводилось на основных хряках и свиноматках.

В результате проведённых исследований установлено (таблица 1), что частота встречаемости желательного генотипа ВВ у свиноматок составила 22,0 % (11 голов), гетерозиготного генотипа АВ – 58,0 % (29 голов) и рецессивного генотипа АА – 20,0 % (10 голов). Частота встречаемости аллеля А составляет 0,39, В – 0,61. Предпочтительный аллель В имеет достаточно высокий коэффициент встречаемости и приближается к лучшему зарубежному аналогу (английская крупная белая порода свиней).

Таблица 1 – Частота встречаемости генотипов и аллелей гена эстрогенового рецептора (ESR) у хряков и свиноматок белорусской крупной белой породы в филиале «СПЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов»

Половозрастные группы	Голов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		АА	АВ	ВВ	А	В
Хряки основные	45	22,2	51,1	26,7	0,48	0,52
Свиноматки основные	50	20,0	58,0	22,0	0,39	0,61
В среднем	95	21,0	54,7	24,3	0,48	0,52

Примечание (здесь и далее): \*\* – значения частоты аллелей в долях от 1 (единицы)

В результате исследований 70 голов свиней (таблица 2) установлено, что в среднем по породе частота встречаемости генотипов ESR составила (%): АА – 15,7, ВВ – 30,0.

Таблица 2 – Частота встречаемости генотипов и аллелей гена эстрогенового рецептора (ESR) у хряков и свиноматок белорусской крупной белой породы в ОАО «Красная Буда»

Половозрастные группы	Голов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		АА	АВ	ВВ	А	В
Хряки основные	18	5,6	55,6	38,8	0,33	0,67
Свиноматки основные	52	25,0	53,8	21,2	0,52	0,48
В среднем	70	15,7	54,3	30,0	0,43	0,57

Выявлено (таблица 3), что частота встречаемости желательного генотипа ВВ составила 43,5 %, гетерозиготного генотипа АВ – 17,4 % и

рецессивного генотипа AA – 39,1 %. Частота встречаемости предпочтительного аллеля A составляет 0,52.

Таблица 3 – Частота встречаемости генотипов и аллелей гена эстрогенового рецептора (ESR) у свиноматок белорусской крупной белой породы в ОАО «Племенной завод «Тимоново»

Половозрастные группы	го-лов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		AA	AB	BB	A	B
Свиноматки основ-ные	23	39,1	17,4	43,5	0,48	0,52

Таким образом, в среднем по данным хозяйствам в геноме исследуемых животных частота встречаемости желательного аллеля B составляет 0,52-0,57, что указывает на дальнейшие возможности повышения многоплодия генетическими методами.

Частоты встречаемости генотипов и аллелей гена IGF-2 у хряков белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях представлены в таблице 4.

Таблица 4 –Частотность встречаемости генотипов и аллелей гена IGF-2 у хряков белорусской крупной белой породы

Хозяйство	го-лов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		AA	AG	GG	A	G
СГЦ «Заднепровский»	43	9,3	62,8	27,9	0,41	0,59
ОАО «Красная Буда»	15	-	46,7	53,3	0,23	0,77
ОАО «п/з «Тимоново»	15	-	40,0	60,0	0,20	0,80
В среднем	73	5,5	54,8	39,7	0,33	0,67

Исследования показали, что частота встречаемости желательного аллеля A гена IGF-2 в геноме свиней белорусской крупной белой породы, разводимых в ОАО «Красная Буда», сравнительно невысокая и составляет в среднем 0,23. Также невысока частота предпочтительного аллеля A в геноме животных из ОАО «Племенной завод «Тимоново» – 0,20. Однако установлено, что в геноме хряков из СГЦ «Заднепровский» частота аллеля A достаточно высокая – 0,41. Это связано с тем, что родоначальники некоторых линий имели корень породы йоркшир, у которой встречаемость аллеля A гена IGF-2 достигает 50,0-70,0 %.

Таким образом, невысокая встречаемость аллеля A указывает на необходимость проведения селекции по улучшению откормочных качеств свиней белорусской крупной белой породы.

Частоты встречаемости генотипов и аллелей гена RYR1 представлены в таблице 5.

Во всех племенных предприятиях в геноме животных породы рецессивного генотипа pp гена RYR1 выявлено не было. Установлено

наличие гетерозиготного генотипа Nn в геноме животных из СГЦ «Заднепровский» – 2,7 %.

Таблица 5 – Частотность встречаемости генотипов и аллелей гена RYR1 у ремонтного молодняка белорусской крупной белой породы в базовых племенных предприятиях

Хозяйство	го-лов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		NN	Nn	nn	N	n
СГЦ «Заднепровский»	37	97,3	2,7	-	0,99	0,01
ОАО «Красная Буда»	32	100,0	-	-	1,0	-
ОАО «п/з «Тимоново»	20	100,0	-	-	1,0	-
В среднем	89	98,9	1,1	-	0,99	0,01

*Ген H-FABP.* Результаты тестирования хряков белорусской крупной белой породы по гену H-FABP представлены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Частотность встречаемости генотипов и аллелей гена H-FABP (система D) у хряков белорусской крупной белой породы в базовых племенных предприятиях

Хозяйство	Го-лов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		DD	Dd	dd	D	d
СГЦ «Заднепровский»	43	11,6	41,9	46,5	0,33	0,67
ОАО «Красная Буда»	15	13,3	46,7	40,0	0,37	0,63
ОАО «п/з «Тимоново»	15	6,7	40,0	53,3	0,27	0,73
В среднем	73	10,9	42,5	46,6	0,32	0,68

Таблица 7 – Частотность встречаемости генотипов и аллелей гена H-FABP (система H) у хряков белорусской крупной белой породы в базовых племенных предприятиях

Хозяйство	Го-лов	Частота генотипов, %			Частота аллелей**	
		NN	Nh	hh	H	h
СГЦ «Заднепровский»	43	81,4	11,6	7,0	0,87	0,13
ОАО «Красная Буда»	15	80,0	13,3	6,7	0,87	0,13
ОАО «п/з «Тимоново»	15	73,4	13,3	13,3	0,80	0,20
В среднем	73	79,5	12,3	8,2	0,86	0,14

Установлено, что частота встречаемости генотипов гена H-FABP в геноме свиней белорусской крупной белой породы (43 головы) из СГЦ «Заднепровский» составила (%): DD – 11,6, Dd – 41,9, dd – 46,5, NN – 81,4, Nh – 11,6, hh – 7,0. Частота желательных аллелей d и H достаточно высока – 0,67 и 0,87 долей от единицы соответственно. Частота встречаемости предпочтительного аллеля d гена H-FABP в геноме животных из ОАО «Красная Буда» составляет 0,63, что на 0,04 доли от единицы ниже, чем у аналогов из СГЦ «Заднепровский». В ОАО «Племенной завод «Тимоново» показатели частоты встречаемости желательного

аллеля d в геноме животных породы самая высокая из всех племенных предприятий – 0,73 долей от единицы.

Наши исследования подтверждают, что концентрация желательного аллеля В гена ESR во всех базовых племенных предприятиях республики находится примерно на одном уровне и достаточно высока – от 0,57 (здесь и далее – долей от единицы) (ОАО «Красная Буда») до 0,52 (ОАО «Племенной завод «Тимоново»), что указывает на дальнейшие возможности повышения многоплодия генетическими методами. Эта установленная генетическая особенность породы позволяет проводить селекцию, направленную на повышение многоплодия и жизнеспособности получаемого потомства, как среди свиноматок, так и выдающихся хряков. Частота встречаемости желательного аллеля А гена IGF-2 в геноме животных из базовых племенных предприятий республики несколько различалась и в целом была невысока (0,33). Самый высокий уровень этого аллеля наблюдался в геноме хряков из СГЦ «Заднепровский» – 0,41. У их аналогов из ОАО «Красная Буда» и ОАО «Племенной завод «Тимоново» он составил 0,23 и 0,20 соответственно.

На основе проведённых исследований построены генетические профили свиней белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях республики (рисунки 1-3).

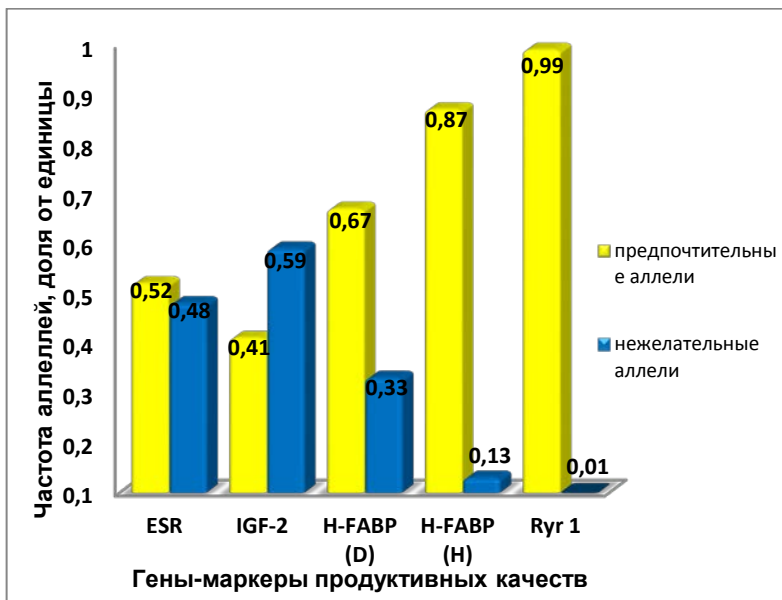


Рисунок 1 – Генетический профиль свиней белорусской крупной белой породы по генам-маркерам продуктивных качеств в СГЦ «Заднепровский»

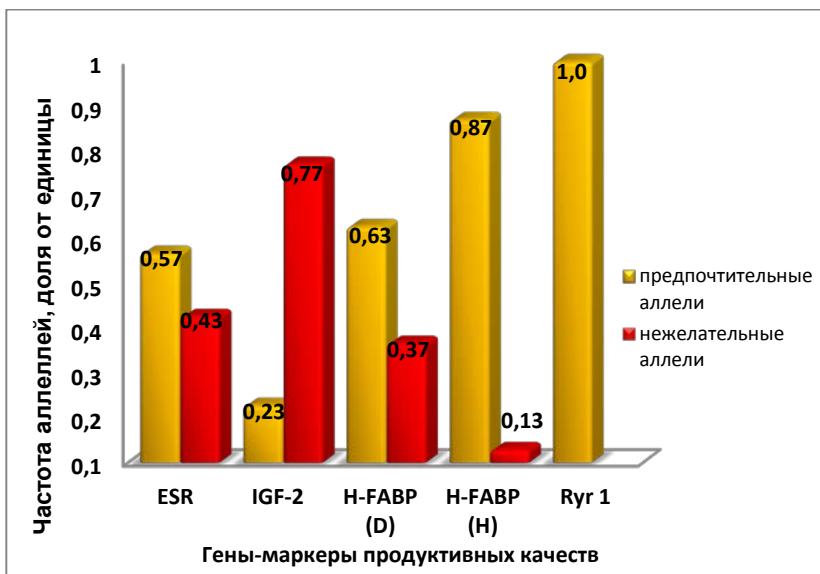


Рисунок 2 – Генетический профиль свиней белорусской крупной белой породы по главным генам-маркерам продуктивных качеств в ОАО «Красная Буда»

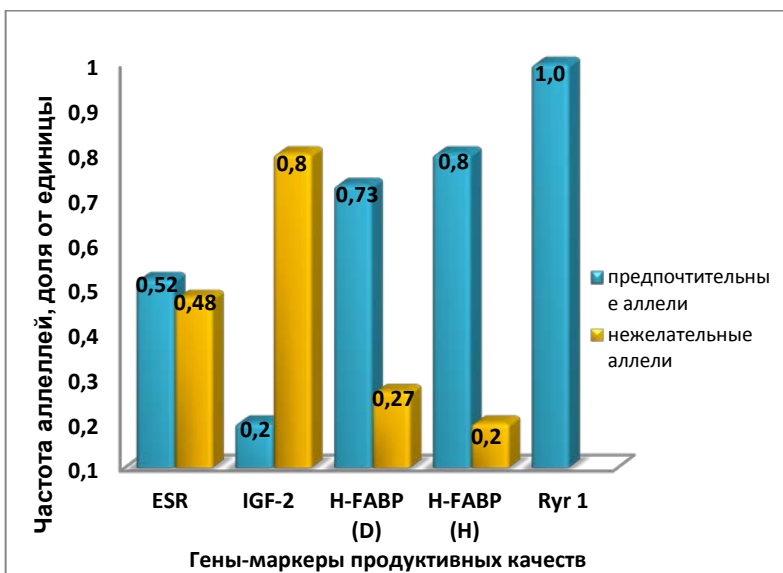


Рисунок 3 – Генетический профиль свиней белорусской крупной белой породы по главным генам-маркерам продуктивных качеств в ОАО «Племенной завод «Тимоново»



Выявлено, что животные белорусской крупной белой породы в большинстве своём являются стрессустойчивыми – концентрация желательного аллеля N составила 0,99 в долях от единицы.

Частота желательных аллелей d и H гена H-FABP, определяющего содержание внутримышечного жира, в геноме животных имеют достаточно высокие значения во всех племенных предприятиях республики – 0,63-0,73 и 0,80-0,87 долей от единицы соответственно.

Таким образом, животные белорусской крупной белой породы имеют достаточно высокую частоту встречаемости предпочтительных аллелей по гену RYR1 (животные являются стрессустойчивыми) и гену H-FABP (имеют сравнительно значительные показатели по содержанию внутримышечного жира), среднюю – по показателям многоплодия (ген ESR) и низкую – по откормочным качествам (ген IGF-2).

Построение генетических профилей позволит разрабатывать программы отбора и подбора родительских пар с учётом генотипов и аллелей генов-маркеров продуктивных качеств.

**Заключение.** В результате генетического тестирования определены частоты встречаемости генотипов и аллелей генов-маркеров продуктивных качеств (RYR 1, ESR, H-FABP, IGF-2) в геноме свиней белорусской крупной белой породы. На основе проведённых исследований построены генетические профили свиней белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях республики.

Установлено, что концентрация желательного аллеля B гена ESR во всех исследованиях находится примерно на одном среднем уровне и составляет от 0,57 (ОАО «Красная Буда») до 0,52 (ОАО «Племенной завод «Тимоново»), что указывает на дальнейшие возможности повышения многоплодия генетическими методами.

Частота встречаемости предпочтительного аллеля A гена IGF-2 в геноме животных несколько различалась и в целом была невысока. Самый значительный уровень этого аллеля наблюдался в геноме хряков из СГЦ «Заднепровский» – 0,41. У их аналогов из ОАО «Красная Буда» и ОАО «Племенной завод «Тимоново» он составил 0,23 и 0,20, соответственно.

Установлено, что животные породы в большинстве своем являются стрессустойчивыми – концентрация желательного аллеля N гена Ryr1 составила 0,99 в долях от единицы. Частота предпочтительных аллелей d и H гена H-FABP, определяющего содержание внутримышечного жира, в геноме свиней имеют достаточно высокие значения во всех племенных предприятиях республики – 0,63-0,73 и 0,80-0,87 долей от единицы соответственно.

Таким образом, установлено, что животные белорусской крупной белой породы имеют достаточно высокую частоту встречаемости предпочтительных аллелей по гену RYR1 (животные являются

стрессустойчивыми) и гену H-FABP (имеют сравнительно высокие показатели по содержанию внутримышечного жира), среднюю – по показателям многоплодия (ген ESR) и низкую – по откормочным качествам (ген IGF-2).

Построение генетических профилей позволит разрабатывать программы отбора и подбора родительских пар с учётом генотипов и аллелей генов-маркеров продуктивных качеств.

#### Литература

1. Лобан, Н. А. Достижения белорусских селекционеров / Н. А. Лобан, О. Я. Василюк, А. С. Чернов // Животноводство России. – 2008. - № 3. – С. 33-34.
2. Лобан, Н. А. Крупная белая порода свиней – методы совершенствования и использования : монография / Н. А. Лобан. – Минск : ПЧУП Бизнесофсет, 2004. – 110 с.
3. Генетические основы селекции животных / В. Л. Петухов [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 448 с.
4. Никитченко, И. Н. Гетерозис в свиноводстве / И. Н. Никитченко. – Ленинград : Агропромиздат, 1987. – 215 с.
5. Степанов, В. И. Достижения популяционной генетики – на службу селекционному процессу / В. И. Степанов, В. А. Коваленко, Н. В. Михайлов // Генетика и селекция животных на Дону. – Ростов-на-Дону, 1997. – С. 12-15.

*Поступила 2.03.2023 г.*

УДК 636.2.034:612.02

Л.В. ГОЛУБЕЦ<sup>1</sup>, А.С. ДЕШКО<sup>2</sup>, И.С. КЫССА<sup>3</sup>, Т.Ю. ДРАГУН<sup>2</sup>,  
М.А. СЕХИНА<sup>2</sup>, Д.Н. ХАРИТОНИК<sup>2</sup>

### **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ООЦИТ-КУМУЛЮСНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЁМ ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ ПУНКЦИИ ФОЛЛИКУЛОВ**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Гродненский государственный аграрный университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*ООО «БелСимекс», а.г. Самохваловичи, Беларусь*

Использование трансвагинальной аспирации ооцитов с их последующим оплодотворением и получением таким образом эмбрионов *in vitro* в значительной мере продиктовано потребностью отрасли племенного животноводства в постоянном генетическом совершенствовании крупного рогатого скота молочных и мясных пород. Это направление приобрело ещё большую важность после внедрения геномной селекции. В технологии прижизненного получения эмбрионов коров *in vitro* качественные и количественные показатели исходной

популяции жизнеспособных ооцитов определяют успешный выход бластоцист, пригодных для последующего эмбриотрансфера или криоконсервации. В представленной работе изложены результаты исследований по изучению морфологических особенностей ооцит-кумулясных комплексов, полученных путём трансвагинальной пункции фолликулов. Анализ полученных данных показывает, что при аспирации количество непригодных ооцитов находилось примерно на одном уровне – 5,8 и 8,2 % в контрольной и опытной группе соответственно. Доля ооцитов со слоем кумулюсных клеток от одного до трёх увеличивалась по сравнению с контролем на 27,1 и 17,7 п. п. соответственно, а с многослойным кумулюсом уменьшалась на 47,2 п. п. При этом уровень ооцитов с многослойным плотным кумулюсом снижался на 10,2 п. п., а уровень с многослойным рыхлым кумулюсом увеличивался на 10,2 п. п.

**Ключевые слова:** OPU, TAO, ооцит, ооцит-кумулясный комплекс, ооплазма, зона пеллюцида, аспирация.

L.V. GOLUBETS<sup>1</sup>, A.S. DESHKO<sup>2</sup>, I.S. KYSSA<sup>3</sup>, T.Y. DRAGUN<sup>2</sup>,  
M.A. SEKHINA<sup>2</sup>, D.N. KHARITONIK<sup>2</sup>

## **MORPHOLOGICAL FEATURES OF OOCYTE-CUMULUS COMPLEXES OBTAINED BY TRANSVAGINAL OOCYTE PICK UP**

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*BelSimex JLLC, Samokhvalovichy agro-town, Republic of Belarus*

The use of transvaginal aspiration of oocytes (TAO) with their subsequent fertilization and thus obtaining embryos *in vitro* is largely dictated by the need of the livestock breeding industry for continuous genetic improvement of dairy and beef cattle. This area has become even more important after the introduction of genomic selection. In the technology of life-time *in vitro* production of bovine embryos, the qualitative and quantitative indicators of the initial population of viable oocytes determine the successful yield of blastocysts suitable for subsequent embryo transfer or cryopreservation. This paper describes the results of studies on the morphological features of oocyte-cumulus complexes obtained by transvaginal oocyte pick up (OPU). Analysis of the data obtained shows that the number of unsuitable oocytes during retrieval was approximately at the same level – 5.8% and 8.2% in the control and experimental groups, respectively. The proportion of oocytes with a layer of cumulus cells from one to three increased compared to the control by 27.1 and 17.7 p.p., respectively, and with a multilayer cumulus decreased by 47.2 p.p. The level of oocytes with a multilayer dense cumulus decreased by 10.2 p.p., and the level with a multilayer loose cumulus increased by 10.2 p.p.

**Key words:** OPU, TAO, oocyte-cumulus complex, ooplasm, pellucid zone, aspiration.

**Введение.** Внедрение эмбриональных биотехнологий в практику

животноводства способствует повышению эффективности племенной работы. Прижизненное получение и трансплантация эмбрионов крупного рогатого скота рассматривается как эффективный метод биотехнологии ускоренного размножения высокопродуктивных самок [1], в котором выделяются два основных эффективных направления – *in vivo* (стимуляция суперовуляции, осеменение, вымывание эмбрионов из рогов матки) и *in vitro* (трансвагинальная аспирация ооцитов, с последующим дозреванием, оплодотворением и культивированием эмбрионов до стадии бластоцисты) Актуальной задачей для обоих направлений является отбор коров-доноров, которые должны соответствовать следующим критериям: иметь высокую племенную ценность, обладать высокой продуктивностью, соответствующей конституцией, способностью к воспроизводству и передаче ценного генотипа максимальному количеству эмбрионов [2, 3, 4].

В период разработки технологии и на первых этапах её внедрения в практику животноводства ооциты получали из яичников, выделенных на конвейере мясокомбинатов или убойных цехов после убоя животного, что являлось серьёзным сдерживающим фактором коммерческого использования разработки и её широкого внедрения в практику селекционно-племенной работы, поскольку дело приходилось иметь с довольно ограниченным количеством доноров и ооцитов: донора можно использовать только один раз и то только после убоя. Поэтому параллельно с развитием и совершенствованием самой технологии велись поиски возможностей получения ооцитов у живых доноров. Поиски завершились разработкой технологии прижизненной аспирации ооцитов, заключающейся в трансвагинальной пункции фолликулов или трансвагинальной аспирации ооцитов – ТАО, по международной классификации Ovum Pick Up (OPU) [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Работа проводится с помощью комплекса оборудования, обеспечивающего визуализацию, яичника и его структур, забор ооцитов из фолликулов и их доставку в принимающую ёмкость. С разработкой и коммерциализацией данной технологии получение эмбрионов в культуре *in vitro* стало неотъемлемой частью селекционных программ развития не только молочного, но и мясного скотоводства во всех странах с развитым племенным животноводством [11]. В целях увеличения числа получаемых эмбрионов и потомства на одного донора необходимы исследования, направленные на успешное развитие программ по производству эмбрионов *in vitro*, что в дальнейшем позволит повысить интенсивность селекции для последующих поколений. Сочетание технологии *in vitro* и геномной оценки с использованием сексированной спермы для молодых тёлочек может стать стратегией минимизации времени, необходимого для получения ремонтного молодняка для замены элитных матерей. Число особей для

такой замены увеличивается за счёт повторных вымываний в ходе программ пересадки эмбрионов, полученных в результате инициирования множественной овуляции и использования процедуры ТАО/ОРУ. Кроме того, такое сочетание будет способствовать уменьшению интервала между поколениями, что может дать удвоение темпов генетических улучшений по сравнению с обычными системами тестирования потомства

Одним из основных факторов, определяющих эффективность получения эмбрионов в культуре *in vitro*, является качество получаемых ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) [11, 13, 14], которое в последующем и определяет вопросы количества и качества получаемых эмбрионов на предимплантационных стадиях. В связи с этим одной из задач нашей работы явилось изучение морфофункциональных характеристик ооцитов, полученных путём трансвагинальной пункции фолликулов.

**Материалы и методика исследований.** Яичники получали на конвейере мясокомбината после убоя животного. После этого они помещались в бытовой термос с физраствором температурой 20-25 °С. После доставки в лабораторию яичники освобождали от жира и соединительной ткани, 2-3 раза промывали солевым раствором Дюльбекко. Выделение ооцитов проводили путём надреза стенки фолликулов стерильным лезвием безопасной бритвы в чашке Петри (Ø90) в среде Дюльбекко с добавлением 1%-ной фетальной сыворотки крупного рогатого скота, 50 ед./мл гентамицина и 1 ед./мл гепарина. Ооциты, полученные после убоя животного, служили контролем. Трансвагинальная пункция фолликулов проводилась с использованием ультразвуковой системы Aloka SSD 500, включающей в себя ультразвуковой сканер Aloka Prosound 2, ультразвуковой излучатель с частотой 7,5 MHz, вакуумную помпу Craft suction unit, держатель ультразвукового излучателя и иглы диаметром 20 g (0,9 мм). Величина вакуума, выраженная в скорости потока жидкости (в нашем случае воды), составляла 25 мл/мин. Локализацию ооцит-кумулюсных комплексов проводили с помощью эмбрионального фильтра EMCON, поиск и оценку качества полученных ооцитов осуществляли под микроскопом Olympus SZ51 при 16- и 90-кратным увеличением соответственно. Биометрическую обработку полученного цифрового материала проводили общепринятыми методами вариационной статистики с использованием компьютерной техники.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Одним из основных показателей жизнеспособности ооцит-кумулюсных комплексов является наличие и состояние кумулюсных клеток, окружающих ооцит, а также состояние ооплазмы и зоны пеллюциды.

Как было отмечено выше, получение ооцит-кумулюсных комплексов из яичников, полученных на мясокомбинате после убоя животного,

проводилось путём надреза стенок фолликулов лезвием безопасной бритвы. В результате этого ооцит вместе с фолликулярной жидкостью вытекает в чашку Петри. При трансвагинальной аспирации забор ооцита проводится путём прокола стеки фолликула иглой с последующим отсасыванием фолликулярной жидкости вместе с ооцитом с помощью вакуумного насоса. Таким образом, в первом случае клетка выходит из фолликула самотоком, во втором клетка забирается принудительно, с усилием, создаваемым вакуумным насосом. Далее клетка, прежде чем попасть в приёмную ёмкость, проходит через трубку, соединяющую иглу с приёмной пробиркой. Таким образом, с одной стороны усилия, создаваемое вакуумом, а с другой – движение по трубке в потоке жидкости могут стать причиной различного рода повреждений клеток кумулюса, окружающих клетку и обеспечивающих её жизнеспособность. Жизнеспособный ооцит-кумуляный комплекс отличного качества представляет собой комплекс наличием не менее трёх слоёв кумулюсных клеток, плотно окружающих ооцит, тёмную, мелкозернистую, равномерно расположенную ооплазму с округлой аппалесцирующей, без каких-либо повреждений, равномерную по толщине зону пеллюцида. Любые отклонения от этой норы снижают качественную оценку её жизнеспособности. Сравнительная характеристика ооцит-кумуляных комплексов представлена в таблицах 1-3.

Как показывает анализ материалов, представленных в таблице 1, количество непригодных ооцитов (без кумулюса) находилось примерно на одном уровне (5,8 и 8,2 %) в контрольной и опытной группе соответственно. Доля ооцитов с одним слоем кумулюсных клеток увеличивалась по сравнению с контролем на 27,1 п. п., с 2-3 слоями на 17,7 п. п., а с многослойным кумулюсом уменьшалась на 47,2 п. п. При этом уровень ооцитов с многослойным плотным кумулюсом снижался на 10,2 п. п., а уровень с многослойным рыхлым кумулюсом увеличивался на 10,2 п. п.

Таблица 1 – Характеристика ОКК по состоянию кумулюса

Показатели		Контроль, n-%	Опыт, n-%
Получено ооцитов, всего		121	73
из них	ооциты без кумулюса	7-5,8	6-8,2
	1 слой кумулюсных клеток	12-9,9	27-37,0
	2-3 слоя кумулюсных клеток	25-20,7	28-38,4
	многослойный кумулюс	77-63,6	12-16,4
в том числе	плотный кумулюс	40-51,9	5-41,7
	Рыхлый кумулюс	37-48,1	7-58,3

Ооциты отличного качества имеют тёмную, плотную, мелкозернистую, равномерно распределенную по зоне пеллюцида ооплазму.

Любые отклонения от данной нормы снижают их качественные характеристики от оценки хорошо до непригодных для дальнейшего использования, в зависимости от характера недостатков. Анализ качественных показателей ооплазмы (таблица 2) показал, что если при аспирации количество ооцитов отличного качества с плотной, тёмной, мелкозернистой, равномерно распределенной ооплазмой и удовлетворительного с тёмной, фрагментированной ооплазмой было несколько выше у ооцитов, полученных после аспирации (52,0 против 47,1 % и 35,6 против 27,3 %), то ооцитов с ооплазмой плохого качества (светлая, равномерно распределённая или фрагментированная ооплазма) было больше в группе клеток, полученных из яичников, полученных с мяскоомбината после убоя животного: 19,0 против 12,3 % и 6,6 против 4,1 % соответственно.

Таблица 2 – Характеристика ОКК по состоянию ооплазмы

Показатели		Контроль, п-%	Опыт, п-%
Получено ооцитов, всего		121	73
в том числе	с плотной, темной, мелкозернистой равномерно распределенной ооплазмой	57-47,1	38-52,0
	с темной, фрагментированной ооплазмой	33-27,3	26-35,6
	со светлой, мелкозернистой, равномерно распределённой ооплазмой	23-19,0	9-12,3
	со светлой фрагментированной ооплазмой	8-6,6	3-4,1

По состоянию зоны пеллюцида каких-либо отклонений о нормы ни в одной из групп не наблюдалось (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика ооцитов по состоянию зоны пеллюцида

Показатели		Контроль, п-%	ТАО, п-%
Получено ооцитов всего		121	73
в том числе	со светлой, равномерной по толщине зоной пеллюцида	121-100	73-100
	с наличием микроповреждений	-	-

**Заключение.** Таким образом, при аспирации ооцитов увеличивалось количество ооцит-кумулясных комплексов с 1-3 слоями кумулюса, а также ооцитов с рыхлым кумулюсом на 27,1 и 17,7 п. п. на 10,2 п. п. соответственно и уменьшалось число клеток с плотным кумулюсом на 10,2 п. п. По состоянию ооплазмы отмечается более высокая доля ооцитов с темной фрагментированной ооплазмой (на 8,3 п. п.) и ооцитов с ооплазмой отличного качества (на 4,9 п. п.), среди клеток, полученных от животных после аспирации, по сравнению с животными

после их убоя на мясокомбинате и более низкая доля ооцитов с ооплазмой неудовлетворительного качества.

#### Литература

1. Кысса, И. С. Ускоренное воспроизводство высокопродуктивных племенных животных в молочном и мясном скотоводстве на основе новых биотехнологических методов : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / Кысса И.С. – Дубровицы, 2000. – 42 с.
2. Эффективность получения ооцитов методом трансвагинальной аспирации у коров-доноров / В. К. Пестис [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2014. – Т. 26 : Зоотехния. – С. 218-225.
3. Карымсаков, Т. Н. Сравнительные результаты приживляемости сексированных эмбрионов, полученные методами *in vivo* и *in vitro* / Т. Н. Карымсаков, Д. М. Бекенов, А. А. Спанов // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 6. – С. 9–11.
5. Ultrasound-guided follicle aspiration: the collection of bovine cumulus-oocyte complexes from ovaries of slaughtered or live cows / S. R. Ashimoto [et al.] // Theriogenology. – 1919. – Vol. 51. – P. 757-765.
5. Bilodeau-Goeseels, S. Effects of oocyte quality on development and transcriptional activity in early bovine embryos / S. Bilodeau-Goeseels, P. Panich // Anim. Reprod. Sci. – 2002. – Vol. 71. – P. 143-155.
6. Blondin, P. Oocyte and follicular morphology as determining characteristics for developmental competence in bovine oocytes / P. Blondin, M. A. Sirard // Mol. Reprod. Dev. – 1995. – Vol. 41. – P. 54-62.
7. Bols, P. Effects of aspiration vacuum and needle diameter on cumulus oocyte complex morphology and developmental capacity of bovine oocytes / P. Bols [et al.] // Theriogenology. – 1996. – Vol. 45. – P. 1001-1014.
8. Callesen, H. Ultrasonically guided aspiration of bovine follicular oocytes / H. Callesen, T. Greve, F. Christensen // Theriogenology. – 1987. – Vol. 27. – P. 217.
9. Transvaginal ultrasound guided follicular aspiration of bovine oocytes / M. C. Pieters [et al.] // Theriogenology. – 1991. – Vol. 35. – P. 857–862.
9. Embryo production by ovum pick up from live donors / C. Galli [et al.] // Theriogenology. – 2001. – Vol. 55. – P. 1341-1357.
10. *In vitro* developmental competence of embryos derived from transvaginal ultrasound oocyte aspiration in cycling cows and from slaughterhouse ovaries / I. Gerz [et al.] // ESDAR Newsletter 6: Proceedings of the 5th Annual Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction. 13-15. September, 2001, Vienna, p. 27.
11. Gordon, I. Laboratory production of cattle embryos : monography / I. Gordon. – Dublin, 2003. – 548 p.
12. Factors affecting oocyte quality and quantity in commercial application of embryotechnologies in the cattle breeding industry / J. S. Merton [et al.] // Theriogenology. – 2003. – Vol. 59. – P. 651-674.
13. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of ovaries / M. C. Pieterse [et al.] // Theriogenology. – 1988. – Vol. 30. – P. 751-762.

Поступила 9.03.2023 г.



Л.В. ГОЛУБЕЦ<sup>1</sup>, Ю.А. ЯКУБЕЦ<sup>2</sup>, А.С. ДЕШКО<sup>2</sup>,  
Е.Л. ГАЙСЕНКО<sup>3</sup>, В.В. КАСНИЦКИЙ<sup>3</sup>

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕЗУЛЬТАТОВ СУПЕРОВУЛЯЦИИ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭМБРИОНОВ В ОАО «ГАСТЕЛЛОВСКОЕ» МИНСКОГО РАЙОНА**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Гродненский государственный аграрный университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*ОАО «Гастелловское», а.г. Сеница, Республика Беларусь*

Трансплантация эмбрионов играет ключевую роль в генетическом совершенствовании и ускоренном создании племенных стад: она позволяет повысить выход племенного молодняка от одной коровы, сократить генерационный интервал и значительно ускорить процесс качественного улучшения популяции крупного рогатого скота, что особенно важно при внедрении в селекционно-племенную работу геномной селекции. Поэтому уже сегодня многие производители племенной продукции получают свой молодняк исключительно через трансплантацию эмбрионов, полученных через суперовуляцию или посредством технологии *in vitro*. В связи с этим, изучена эффективность двухлетней работы по трансплантации эмбрионов в ОАО «Гастелловское» Минского района. По результатам двухлетней работы было произведено 1380 эмбрионов, из которых 79,5 % оказались пригодными для трансплантации. Выход жизнеспособных эмбрионов в весенний период был в целом выше, чем зимой, летом и осенью на 4,6 п. п., 3,8 и 9,8 п. п. соответственно. При среднем показателе выхода жизнеспособных зародышей на донора 4,2-4,3 в зависимости от быка данный показатель колебался от 1,0 до 6,8. Оплодотворяемость яйцеклеток находилась примерно на одном уровне и составляла 80,9-81,6 %.

**Ключевые слова:** доноры, эмбрионы, яйцеклетка, морула, бластоциста, качество, стадия развития.

L.V. GOLUBETS<sup>1</sup>, Y.A. YAKUBETS<sup>2</sup>, A.S. DESHKO<sup>2</sup>,  
E.L. GAYSENOK<sup>3</sup>, V.V. KASNITSKY<sup>3</sup>

## SOME ASPECTS OF THE RESULTS OF SUPEROVULATION AND EMBRYO RETRIEVAL AT JSC “GASTELLOVSKOE”, MINSK DISTRICT

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*JSC “Gastellovskoe”, Senitsa agro-town, Republic of Belarus*

Embryo transfer plays a major role in genetic improvement and accelerated creation of breeding herds: it allows increasing the young breeding cattle production by one cow, reducing the generation interval and significantly accelerating the process of qualitative improvement of the cattle population, which is especially important when introducing genomic selection into selection and breeding work. So, even nowadays, many breeders obtain their young stock exclusively through the embryo transfer applying superovulation or *in vitro* technology. In this regard, the effectiveness of the two-year work on embryo transfer at JSC “Gastellovskoe” of the Minsk region was studied. According to the results of the two-year work, 1,380 embryos were produced, of which 79.5% were suitable for transplantation. The yield of viable embryos in the spring period was generally higher than in winter, summer and autumn by 4.6 p.p., 3.8 and 9.8 p.p., respectively. With an average yield of viable embryos per donor of 4.2-4.3, depending on the bull, this index ranged from 1.0 to 6.8. The oocyte fertilization rate was approximately at the same level and amounted to 80.9-81.6%.

**Keywords:** donors, embryos, oocyte, morula, blastocyst, quality, maturity stage.

**Введение.** История развития трансплантации эмбрионов началась более 130 лет назад, когда в 1891 году учёным Вальтером Хипом впервые была выполнена и описана методика трансплантации эмбрионов ангорских кроликов беременным крольчихам бельгийской породы, в результате чего которой получен смешанный помёт крольчат обоих пород [1]. Опыты по трансплантации эмбрионов на крупных сельскохозяйственных животных начались с овец и коз в 30-х годах прошлого столетия, а первые результативные пересадки эмбрионов крупному рогатому скоту провели в 1950-х годах Джимом Роусоном в Кембриджском университете [2, 3]. Сегодня во всем мире производится и пересаживается реципиентам сотни тысяч эмбрионов крупного рогатого скота [4], а трансплантации эмбрионов стала неотъемлемой частью селекционных программ в странах с развитым молочным и мясным скотоводством [5, 6, 7, 8, 9]. Трансплантация эмбрионов способствует международной кооперации по обмену лучшим генетическим материалом [10], позволяет повысить выход племенного молодняка от одной коровы, сократить

генерационный интервал и значительно ускорить процесс качественного улучшения популяции крупного рогатого скота, что особенно важно в свете интенсивного развития и внедрения в селекционно-племенную работу геномной селекции [5, 8]. В связи с этим, трансплантация эмбрионов стала играть одну из ключевых ролей в генетическом совершенствовании и ускоренном создании племенных стад, заключающемся в том, что в отличие от искусственного осеменения, когда корова приносит одного телёнка в год, данный биотехнологический метод позволяет от одной племенной матки получить за одну суперовуляцию несколько биологически жизнеспособных эмбрионов, что, во-первых, уже на этом уровне, не дожидаясь отёла, позволяет определить пол будущего потомства и отобрать нужный, выявить наследственные заболевания, а их носителя выбраковать, а во-вторых одномоментное получение нескольких телят от одного донора в разы сокращает время и увеличивает шанс получить приплод с высоким селекционным индексом [6]. Поэтому уже сегодня многие, если не большинство производителей племенной продукции получают свой молодняк исключительно через трансплантацию эмбрионов, полученных через суперовуляцию или посредством технологии *in vitro* [11]. В связи с вышесказанным, нами проанализированы результаты и определена эффективность двухлетней работы по трансплантации эмбрионов в ОАО «Гастелловское» Минского района.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в ОАО Гастелловское Минского района в 2019-2020 годах. В качестве доноров использовались лактирующие полновозрастные коровы и тёлки в возрасте 11-12 месяцев. И те, и другие принадлежали голштинской породе. Суперовуляцию вызывали по классической схеме путём 10-кратной внутримышечной инъекции фолликулостимулирующего гормона плюсет в сочетании с аналогом простагандина F<sub>2α</sub> эстрофан. Извлекали эмбрионы на 6-8 дни после первого осеменения с использованием катететоров «Нойштадт» и фосфатно-солевого буфера Дюльбекко. Поиск, оценку качества и стадию развития эмбрионов проводили под микроскопом «Olympus» 61Z при 20- и 90-кратном увеличении соответственно. Материалы исследований обработаны статистически на персональном компьютере с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Как правило, раньше в качестве доноров использовались исключительно коровы. Однако важность вопроса сокращения генерационного интервала сделала насущным вопрос извлечения эмбрионов у тёлок скороспелых пород, таких, например, как голштинская в возрасте 11-12 месяцев, что не только даёт возможность сократить промежуток между поколениями,

но и значительно ускорить оценку родителей по качеству потомства.

В таблице 1 представлены результаты извлечения эмбрионов у коров и тёлочек. Как показывает их анализ, всего было получено 1380 эмбрионов (969 от коров и 411 от тёлочек) и 322 яйцеклетки. Из общего числа эмбрионов жизнеспособными оказались 1097 зародышей, что составило 79,5 % (80,9 % у коров и 76,2 % у тёлочек). Выход жизнеспособных эмбрионов на донора у коров составил 4,3 эмбриона, у тёлочек – 4,2, в том числе отличного и хорошего качества 3,6 и 3,5 соответственно. При этом доля эмбрионов отличного качества в общем количестве пригодных зародышей у тёлочек оказалась на 5,0 п. п. ниже по сравнению с коровами, а уровень оплодотворяемости – на 10,0 п. п. выше (83,7 против 73,7 %). Тем не менее, по качественным показателям эмбриопродукции достоверных различий между донорами корова и донорами тёлочками не отмечено.

Таблица 1 – Качественные показатели эмбриопродукции у коров и тёлочек

Показатели		корова	тёлка	
Получено эмбрионов, всего	всего	969	411	
	на донора	5,3±3,33	5,5±3,21	
в том числе	отличных		488-62,2	179-57,2
	хороших		166-21,2	79-25,2
	удовлетворительных		130-16,6	55-17,6
	итого: пригодных	всего	784-80,9	313-76,2
		на донора	4,3±4,79	4,2±4,48
	дегенерированных	всего	185-19,1	98-23,8
		на донора	1,0±1,88	1,3±1,95
	яйцеклеток	всего	255-26,3	67-16,3
на донора		1,4±2,79	0,9±1,67	

В таблице 2 представлены результаты распределения эмбрионов по стадиям развития. Как видно из представленных данных, основную массу среди эмбрионов заняли поздние морулы (Мо II) – 51,3 %. У коров их доля составила 48,7 %, у тёлочек – 57,8 %. Среди бластоцист лидируют поздние бластоцисты (Бл II) – 49,3 % (46,2 % у тёлочек и 50,2 % у коров) и экспандированные бластоцисты (Бл III) – 26,6 %, (28,0 % у тёлочек и 26,1 % у коров) соответственно. Завершают данный список бластоцисты ранние (Бл I), бластоцисты, выходящие из зоны пеллюцида (Бл IV), и бластоцисты, вышедшие из зоны пеллюцида (Бл V) – 18,7 %, 3,7 и 1,7 % соответственно.

Таблица 2 – Распределение эмбрионов у коров и тёлочек по стадиям развития

Донор	Стадия развития			
	Мо II	Бл I	Бл II	Бл III
Корова	382-48,7	76-18,9	202-50,2	105-26,1
Тёлка	181-57,8	24-18,2	61- 46,2	37-28,0
Итого	563-51,3	100-18,7	263-49,3	142-26,6

В таблицах 3 и 4 представлены данные распределения эмбрионов по качеству и стадиям развития в зависимости от сезона года. Как показывает анализ представленных данных, выход жизнеспособных эмбрионов оказался на 4,6 п. п., 3,8 и 9,8 п. п. выше весной по сравнению с зимой, летом и осенью соответственно. В то же время среднее количество пригодных эмбрионов на донора весной, летом и осенью находилось примерно на одном уровне (4,6; 4,6 и 4,1) и снижалось на 14,6-23,9 % зимой (таблица 3). Аналогичные результаты получены и по выходу эмбрионов отличного качества. Весной летом и осенью доля эмбрионов отличного качества оказалась более высокой и составила 62,6 %, 63,3 и 59,9 %, зимой данный показатель снижался на 10,4 п. п., 11,1 и 7,7 п. п. соответственно. Выход эмбрионов хорошего качества превалировал зимой – 31,3 % и осенью – 25,5 %. Весной и летом данный показатель оказался ниже на 11,2 и 13,1 п. п. и на 5,4 и 7,7,3 п. п. соответственно. Выход дегенерированных эмбрионов наиболее высоким оказался осенью-25,4 %, а самым низким весной – 15,6 %. Зимой и летом данный показатель оставался примерно на одном уровне и составлял 20,2 и 19,4 % соответственно.

Таблица 3 – Качество эмбрионов зависимости от сезона года.

Сезон года	Показатели		всего	на донора
1	2		3	4
зима	получено эмбрионов		168	4,5±3,14
	в том числе	отличных	70-52,2	-
		хороших	42-31,3	-
		удовлетворительных	22-16,4	-
		<b>итого пригодных</b>	<b>134-79,8</b>	<b>3,5±4,7</b>
		дегенерированных	34-20,2	1,0±1,57
яйцеклеток		38-18,4	1,15±1,4	
весна	получено эмбрионов		301	5,5±2,80
	в том числе	отличных	159-62,6	-
		хороших	51-0,1	-
		удовлетворительных	44-7,3	-
		<b>итого пригодных</b>	<b>254-84,4</b>	<b>4,6±4,24</b>
		дегенерированных	47-15,6	0,9±1,36
яйцеклеток		70-18,9	1,40±2,1	

Продолжение таблицы 3

1	2		3	4
лето	получено эмбрионов		490	5,7±3,49
	в том числе	отличных	250-63,3	-
		хороших	72-18,2	-
		удовлетворительных	73-18,5	-
		<b>итого пригодных</b>	<b>395-80,6</b>	<b>4,6±4,86</b>
		дегенерированных	95-19,4	1,1±2,12
яйцеклеток		116-19,1	1,43±2,4	
осень	получено эмбрионов		421	5,6±2,56
	в том числе	отличных	188-59,9	-
		хороших	80-25,5	-
		удовлетворительных	46-14,6	-
		<b>итого пригодных</b>	<b>314-74,6</b>	<b>4,1±4,84</b>
		дегенерированных	107-25,4	1,5±2,3
яйцеклеток		98-18,9	1,38±2,3	

Оплодотворяемость яйцеклеток находилась примерно на одном уровне и составляла 80,9-81,6 %. Распределение эмбрионов по стадиям развития в зависимости от сезона года представлено в таблице 4. Как видно из представленных данных, прослеживается чёткая тенденция снижения доли морул от зимнего сезона к осеннему с 66,7 %, зимой – до 45,6 % осенью и, следовательно, увеличения в этот период доли бластоцист с 33,3 до 54,4 %. Среди бластоцист наблюдалась следующая картина: доля ранних и экспандированных бластоцист увеличивалась с зимы до лета с 5,6 до 20,1 % и с 23,3 до 31,1 % соответственно, с последующей стабилизацией количества ранних бластоцист на уровне 19,6 % и снижением экспандированных до 21,4 % осенью. Уровень поздних бластоцист снижался весной и летом по сравнению с зимой и осенью на 12 и 9,6 п. п. и на 11,2 и 8,7 п. п. соответственно.

Таблица 4 – Распределение эмбрионов по стадиям развития в зависимости от сезона года

Сезон года	Показатели		всего	
1	2		3	
зима	Получено пригодных эмбрионов		129	
	в том числе	Мо II	86-66,7	
		Бл	43-33,3	
		из них	Бл I	10-5,6
			Бл II	24-55,8
			Бл III	10-23,3
			Бл IV	-
Бл V	-			

Продолжение таблицы 4

1	2		3	
весна	Получено пригодных эмбрионов		251	
	в том числе	Мо II	132-52,6	
		Бл	119-47,4	
		из них	Бл I	16-13,4
			Бл II	52-43,7
			Бл III	33-27,7
			Бл IV	12-10,0
Бл V	5-4,2			
лето	Получено пригодных эмбрионов		399	
	в том числе	Мо II	200-50,1	
		Бл	199-49,9	
		из них	Бл I	40-20,1
			Бл II	92-46,2
			Бл III	62-31,1
			Бл IV	4-2,0
Бл V	-			
осень	Получено пригодных эмбрионов		318	
	в том числе	Мо II	145-45,6	
		Бл	173-54,4	
		из них	Бл I	34-19,6
			Бл II	95-54,9
			Бл III	37-21,4
			Бл IV	4-2,3
Бл V	4-2,3			

В таблице 5 представлены результаты по взаимосвязи стадии развития эмбрионов с их качеством.

Таблица 5 – Распределение эмбрионов по стадии развития и качеству

Стадия развития	Качество эмбрионов		
	отличное	хорошее	удовлетворительное
Мо II	245-43,5	186-33,0	132-23,4
Бл I	47-47,0	29-29,0	24-24,0
Бл II	216-82,1	25-9,5	22-8,4
Бл III	136-95,8	4-2,8	2-1,4
Бл IV	19-95,0	-	1-5,0
Бл V	4-44,4	1-11,1	4-44,4

Как показывает анализ приведённых данных, доля эмбрионов отличного качества увеличивается с возрастом эмбриона (за исключением бластоцист, вышедших из зоны пеллюцида) с 43,5 % у поздних морул до 95,8 и 95,0 % у бластоцист экспандированных и бластоцист,

выходящих из зоны пеллюцида. Следовательно, выход эмбрионов хорошего и удовлетворительного качества снижается с 33,8 до 2,8 % и с 23,4 до 5,0 %. Распределение эмбрионов по стадиям развития и качеству в зависимости от используемого быка представлены в таблице 6 и 7.

Таблица 6 – Распределение эмбрионов по стадиям развития в зависимости от быка

Инд. № быка	Осеменено доноров	Получено пригодных эмбрионов		
		всего	всего	
			морул (МоП)	бластоцист (Бл)
763	20	61	27-44,3	34-55,7
749	7	14	4-28,6	10-71,4
746	22	98	67-68,4	31-31,6
717	8	22	15-68,2	7-31,8
701	11	58	21-36,2	37-63,8
718	10	10	3-30,0	7-70,0
811	10	48	16-33,3	32-66,7
810	15	91	52-57,1	39-42,9
809	9	57	11-19,3	46-80,7
808	17	70	45-64,3	25-35,7
812	18	122	52-42,6	70-57,4
870	11	44	20-45,5	24-54,5
871	14	38	26-68,4	12-31,6
873	16	71	42-59,2	29-69,0
<b>ИТОГО</b>		<b>804</b>	<b>401</b>	<b>403</b>

Анализ представленных данных показывает, что в целом выход поздних морул и бластоцист разделился практически пополам, получена 401 морула и 403 бластоцисты. В то же время в разрезе быков выход поздних морул (МоП) колебался от 19 (№ 809) до 68,4 % (№ 746 и 871), а выход бластоцист – от 31,6 (№ 746 и 871) до 80,7 % (№ 809). Среди бластоцист основную долю составили поздние и экспандированные – 77,9 % (48,4 % поздние и 29,5 % экспандированные). В разрезе быков отмечены значительные колебания. Так, по выходу ранних бластоцист они составили 8,1-85,7 %, поздних – 18,7-100 %, экспандированных – 10,0-61,8 %, выходящих из зоны пеллюцида – 6,5-21,9 % и вышедших из зоны пеллюцида – 3,1-20,0 %. При этом бластоцисты, выходящие из зоны пеллюцида, отмечены только у трёх быков, а вышедшие – у двух.

Как и в случае с распределением эмбрионов по стадиям развития, распределение по качеству характеризуется значительными колебаниями в зависимости от используемого быка (таблица 7). Рассматривая такой показатель как средний выход жизнеспособных эмбрионов на



донора, следует отметить, что если в среднем он составлял 4,2-4,3 (см. таблицу 1), то в разрезе быков он колебался от 1,0 до 6,8. При этом у 50 % быков он оказался ниже среднего показателя 4,2-4,3 и у 50 % выше. По выходу отличных эмбрионов колебания составили от 10 до 79,2 %, по хорошим – 2,1-40,9 % и по удовлетворительным – 9,1-70,0 %. Уровень яйцеклеток составлял от 0 до 57,7 %, а уровень оплодотворяемости – от 42,0 до 100 %.

Таблица 7 – Качественные показатели эмбрионов в зависимости от быка

Инд № быка	Осеменоено доноров, п	Получено эмбрионов			Получено яйцеклеток, п-%
		всего, п	из них пригодных		
			всего, п-%	на донора, п-%	
763	20	73	61-83,6	3,0±1,52	26-35,6
749	7	15	14-93,3	2,0±0,9	1-6,7
746	22	129	98-76,0	4,5±1,9	11-8,5
717	8	36	22-61,1	2,8±,2	9-25,0
701	11	64	58-90,6	5,3±1,8	22-34,4
718	10	36	10-27,8	1,0±0,76	-
811	10	54	48-88,9	4,8±2,13	7-12,9
810	15	115	91-79,1	6,1±3,69	33-28,7
809	9	86	57-66,3	6,3±2,82	26-30,2
808	17	80	70-8,5	4,1±2,00	30-37,5
812	18	158	122-77,2	6,8±3,28	19-12,0
870	11	56	44-78,6	4,0±1,83	20-35,7
871	14	52	38-73,1	2,7±1,30	30-57,7
873	16	103	71-68,9	4,4±1,61	8-7,7

**Заключение.** Таким образом, в реальных условиях производства за два года было получено 1380 эмбрионов – 969 от коров и 411 от тёлочек. Из 1380 эмбрионов 1097 (79,5 %) оказались качественными (784 или 80,9 % у коров и 313 или 76,2 % у тёлочек). Более половины среди эмбрионов заняли поздние морулы – 51,3 %. У тёлочек их доля составила 57,8 %, у коров – 48,7 %. Среди бластоцист лидирующие позиции заняли поздние бластоцисты – 49,3 % (46,2 % у тёлочек и 50,2 % у коров) и экспандированные – 26,6 % (28,0 % у тёлочек и 26,1 % у коров).

Выход жизнеспособных эмбрионов в целом оказался на 4,6 п. п., 3,8 и 9,8 п. п. выше весной по сравнению с зимой, летом и осенью. Доля эмбрионов отличного качества и средний выход пригодных эмбрионов на донора снижались в зимний период по сравнению с весенне-осенним на 10,4 п. п., 11,1 и 7,7 п. п. и на 14,6-23,9 % соответственно. Оплодотворяемость яйцеклеток находилась примерно на одном уровне и составляла 80,9-81,6 %. Установлена тенденция снижения выхода поздних морул с 66,7 % зимой до 45,6 % осенью и увеличения в этот период доли

бластоцист с 33,3 до 54,4 %.

Доля ранних и экспандированных бластоцист увеличивалась с 5,6 и 23,3 % зимой до 20,1 и 31,1 % летом с последующей стабилизацией количества ранних бластоцист на уровне 19,6 % и снижением экспандированных до 21,4 % осенью. Уровень поздних бластоцист снижался весной и летом по сравнению с зимой и осенью на 12, и 9,6 п. п. и на 11,2 и 8,7 п. п. соответственно.

Отмечено увеличение выхода эмбрионов отличного качества по мере увеличения их возраста (за исключением бластоцист, вышедших из зоны пеллюцида) с 43,5 % у поздних морул до 95,8 и 95,0 % у бластоцист экспандированных и бластоцист, выходящих из зоны пеллюцида, и, как следствие, снижение выхода эмбрионов хорошего и удовлетворительного качества с 33,8 до 2,8 % и с 23,4 до 5,0 % соответственно.

Если в целом по быкам выход МоП и Бл разделился пополам (401 морула и 403 бластоцисты), то в разрезе отдельных особей выход поздних морул колебался от 19 до 68,4 %, а выход бластоцист – от 31,6 до 80,7 %. Среди бластоцист основную долю составили поздние и экспандированные бластоцисты – 77,9 % (48,4 % поздние и 29,5 % экспандированные). По выходу ранних бластоцист колебания в зависимости от быка составили 8,1-85,7 %, поздних – 18,7-100 %, экспандированных – 10-61,8 %, выходящих из зоны пеллюцида – 6,5-21,9 % и вышедших из зоны пеллюцида – 3,1-20,0 %. При среднем показателе выхода зародышей на донора 4,2-4,3 данный показатель в зависимости от быка колебался от 1,0 до 6,8. При этом у 50 % быков он оказался ниже среднего показателя 4,2-4,3 и у 50 % выше. По выходу отличных эмбрионов колебания составили от 10 до 79,2 %, по хорошим – 2,1-40,9 % и по удовлетворительным – 9,1-70,0 %. Уровень яйцеклеток составлял от 0 до 57,7 %, а уровень оплодотворяемости – от 42,0 до 100 %.

#### Литература

1. Heape, W. Preliminary note on the transplantation and growth of mammalian ova within a uterine foster mother / W. Heape // *Proceedings of the Royal Society*. – 1891. – Vol. 48. – P. 457-459. DOI 10.1098/rspl.1890.0053

2. Betteridge, K. J. A history of farm animal embryo transfer and some associated techniques / K. J. Betteridge // *Anim. Reprod. Sci.* – 2003. – Vol. 79. – P. 203-244.

3. Bó, G. A. Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle / G. A. Bó, R. J. Mapletoft // *Theriogenology*. – 2014. – Vol. 81. – P. 38-48.

4. Viana, J. H. M. 2020 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. World embryo industry grows despite the Pandemic / J. H. M. Viana // *Embryo Technology Newsletter*. – 2021. – Vol. 39(4).

5. Christensen, L. G. Use of embryo transfer in future cattle breeding schemes / L. G. Christensen // *Theriogenology*. – 1991. – Vol. 35. – P. 141-156.

6. Fonseca-Zangirolamo, A. applications of embryo transfer biotechnology in dairy cattle / A. Fonseca-Zangirolamo, A. Kemmer Souza, L. Zamparone Bergamo // *Spermova*. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 29-32. DOI 10.18548/asp/0006.03.

7. Gadisa, M. Review on embryo transfer and its application in animal production / M.

Gadisa, W. Furgasa, M. Duguma // Asian Journal of Medical Science Research & Review. – 2019. – Vol. 1(1). – P. 4-12.

8. Gengler, N. Impact of biotechnology on animal breeding and genetic progress / N. Gengler, T. Druet // Biotechnology in Animal Husbandry / Springer. – Dordrecht, 2001. – P. 33-45.

9. Gordon, I. Reproductive technologies in farm animals / I. Gordon. – 2nd Edition. Dublin, 2017. – 351 p.

10. Thibier, M. Embryo transfer: A comparative biosecurity advantage in international movements of germplasm / M. Thibier // Rev. Sci. Tech. – 2011. – Vol. 30. – P. 177-188.

11. Hasler, J. F. The current status and future of commercial embryo transfer in cattle / J. F. Hasler // Anim. Reprod. Sci. – 2003. – Vol. 79. – P. 245-264.

Поступила 9.03.2023 г.

УДК 636.15.082(476)

М.А. ГОРБУКОВ, Ю.И. ГЕРМАН, В.И. ЧАВЛЫТКО, А.Н. РУДАК,  
А.И. ГЕРМАН, С.В. СЕМЧЕНКО

## **ПАРАМЕТРЫ ЛОШАДЕЙ БЕЛОРУССКОЙ УПРЯЖНОЙ ПОРОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Мониторинг племенного коневодства Беларуси показывает, что, несмотря на сокращение общей численности пользовательного конепоголовья, имеющиеся племенные ресурсы сохраняются. Лошади белорусской упряжной породы востребованы не только в племенной работе, но и в социальной жизни общества – для отдыха, туризма, конного спорта и т. д. В статье представлены материалы исследований, целью которых было оценить качество лошадей белорусской упряжной породы и перспективы их дальнейшего улучшения в новых условиях использования. Установлено, что лошади в субъектах племенного коневодства по всем качественным показателям превышают стандарты породы. Исходя полученных данных, разработаны модельные показатели жеребцов и кобыл в планируемых новых условиях их использования, в том числе в массовом конном спорте, досуговом коневодстве.

**Ключевые слова:** лошади, белорусская упряжная порода, качественные показатели оценки, досуговое коневодство, отбор, признаки.

M.A. GORBUKOV, YU.I. GERMAN, V.I. CHAVLYTKO, A.N. RUDAK,  
A.I. GERMAN, S.V. SEMCHENKO

## PARAMETERS OF THE BELARUSIAN HARNESS HORSE BREED AND PROSPECTS FOR ITS FURTHER USE

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Monitoring of thoroughbred horse breeding in Belarus shows that, despite the reduction in the total number of commercial horse breeding stock, the available breeding resources are preserved. Horses of the Belarusian harness breed are in demand not only in breeding work, but also in the social life – for recreation, tourism, equestrian sports, etc. This paper contains the materials of research, the purpose of which was to assess the quality of the Belarusian harness horse breed and the prospects of its further improvement under the new conditions of use. It has been established that the horses kept at thoroughbred breeding farms exceed the breed standards in all quality indicators. Based on the data obtained, model indicators of stallions and mares have been developed for the planned new conditions of their use, including in mass equestrian sports and leisure horse breeding.

**Keywords:** horses, Belarusian harness breed, quality indicators, leisure horse breeding, selection, traits.

**Введение.** В соответствии с данными Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в 17 субъектах племенного коневодства нашей страны имеется 1860 лошадей, в том числе 30 жеребцов-производителей и 274 кобылы белорусской упряжной породы. Значительное количество белорусских упряжных лошадей с документально подтверждённым происхождением принадлежат различным сельскохозяйственным организациям и индивидуальным коневладельцам. При соблюдении ряда условий племенного законодательства можно обеспечить участие данного конепоголовья в целенаправленном селекционном процессе [1]. Установлено, что после утверждения породы в 2000 году племенная работа была направлена на совершенствование хозяйственно-полезных качеств, повышение конкурентоспособности и племенной ценности породного массива [2, 3, 4, 5]. Мониторинг племенного коневодства Беларуси показывает, что, несмотря на продолжающееся сокращение общей численности пользовательного конепоголовья (в основном из-за снижающейся потребности в гужевом транспорте и живой тягловой силе), имеющиеся племенные ресурсы сохраняются. Так, всё более необходимыми лошади белорусской упряжной породы оказываются не только в качестве племенных улучшателей, но и в социальной жизни общества – для отдыха, туризма, конного спорта, обслуживания частных подворий, иппотерапии и пр. [6]. С учётом

установленной востребованности лошадей породы актуальными являются задачи племенной работы, которые определяют решение как перспективных, так и краткосрочных проблем в организации селекционного процесса, также необходим анализ современного конепоголовья и определение перспектив на будущее.

Цель исследований – определить современное состояние лошадей белорусской упряжной породы и динамику их качества в процессе разведения, разработать модельные показатели жеребцов и кобыл в планируемых новых условиях их использования.

**Материал и методика исследований.** Исследования выполняли в субъектах племенного коневодства Беларуси – ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», ОАО «Кухчицы», ОАО «Агрокомбинат «Мир», ОАО «Полесская нива», КСУП «Племзавод Кореличи», РСУП «Совхоз «Лидский», ОАО «Краковка», ОАО «Новоселки-Лучай», КУП СХП «Освейский» и в других хозяйствах различных форм собственности.

Объектом исследований были жеребцы-производители и племенные кобылы белорусской упряжной породы. Предметом исследований – основные показатели селекционируемых признаков исследованного конепоголовья, их динамика в процессе реализации селекционной программы и факторы, обуславливающие дальнейшие направления улучшения лошадей белорусской упряжной породы.

Совершенствование лошадей в хозяйствах осуществляли путём чистопородного их разведения по линиям, разработки и реализации селекционных программ, планов индивидуальных подборов жеребцов и кобыл. Селекционные группы лошадей формировали путём их поэтапной оценки и отбора, закрепления кобыл за лучшими производителями, оценки и направленного выращивания молодняка. Обработку и анализ полученных результатов проводили с использованием общепринятых алгоритмов вариационной статистики.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Установлено, что лучшие из оценённых жеребцов-производителей породы используются в ОАО «Новоселки-Лучай» Поставского района. Здесь средний индекс племенной ценности производителей наиболее высокий в нашей стране – 101,7 %. Жеребцы-производители хорошего качества имеются также в племхозах Брестской области – ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района (4 гол.), ОАО «Полесская нива» Столинского района (7 гол.) с оценкой по 8,4-8,7 баллов, индексом племенной ценности 100,3-101,55 %. Средняя оценка производителей в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области (n=8) – 8,6 баллов, индекс племенной ценности – 101,3 %. Средние показатели всех отобранных и используемых в субъектах племенного коневодства жеребцов-производителей (n=30) следующие: высота в холке – 158,5 см, обхват груди – 197,6 см,

средняя оценка признаков – 8,5 баллов, средний индекс племенной ценности – 101,1 %. Установлено, что в КФХ и прочих сельхозпредприятиях белорусские жеребцы имели комплексную оценку 8,2 балла с индексом племенной ценности 99,9 %.

В субъектах племенного коневодства оценено по комплексу признаков и отобрано в селекционные группы 208 кобыл белорусской упряжной породы (таблица 1). Как видно из приведённых данных, все отобранные матки высокого качества. Наиболее рослые используются в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» (157,2 см), РСУП «Совхоз «Лидский» (156,4 см), ОАО «Агрокомбинат «Мир» (156,1 см). Отмечены очень хорошие показатели обхвата груди. Несомненно, все отобранные матки по указанному показателю превышают породный стандарт (182,0 см). Средний показатель по данному признаку в субъектах племенного коневодства – 194,4 см, а в крестьянско-фермерский (КФХ) и прочих хозяйствах – 193,3 см. Лучшие показатели обхвата груди оказались у кобыл ОАО «Новоселки-Лучай» – 201,3 см, ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» – 198,8 см, ОАО «Полесская нива» – 199,7 см.

По результатам отбора высшая оценка оказалась у маток из ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и ОАО «Полесская нива» – 8,4 балла. У этих же кобыл и наиболее высокая оценка по индексу племенной ценности – соответственно 103,3-103,5 %. Средняя оценка по комплексу признаков кобыл в субъектах племенного коневодства – 7,9 баллов, средний индекс их племенной ценности – 102,5 %. Средняя оценка кобыл в КФХ и прочих сельскохозяйственных предприятиях – 7,3 балла, средний индекс племенной ценности – 100,6 %.

Таким образом, все отобранные кобылы белорусской упряжной породы могут быть использованы в дальнейшей работе и формировании селекционных групп высококачественных маток.

В связи с востребованностью в современных условиях лошадей белорусской упряжной породы, пригодных к использованию в досуговом коневодстве, массовом конном спорте, где необходимым элементом работы является их способность к производительному движению на различных аллюрах и преодолению препятствий, актуальной проблемой на современном этапе развития белорусского коннозаводства является оценка лошадей породы по спортивной работоспособности.

Проанализировали результаты испытаний по работоспособности двухлетнего молодняка в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» (жеребчики – 8 гол., кобылки – 5 гол.). Установлено, что у молодняка был нормальный (61,5 %) и удлинённый (32,5 %) шаг, резвая (61,5 %) и замедленная (32,5 %) рысь. Галоп с подведением ног под корпус отмечен у 32,5 % испытанного молодняка.

Таблица 1 – Результаты оценки племенных кобыл белорусской упряжной породы по комплексу признаков и отбора в селекционные группы

№ п/п	Хозяйство	п	Высота в холке, см	Обхват груди, см	происхождение	Оценка признаков, баллы			Средняя оценка ИПЦ, %
						тип	промеры	экстерьер	
1	ОАО «Агрокомбинат «Мир»	47	156,1±0,7	193,1±1,2	7,7±0,1	7,8±0,1	8,4±0,2	7,8±0,1	102,5±0,1
2	ОАО «Полесская нива»	26	156,1±0,8	199,7±1,2	8,1±0,1	8,3±0,1	9,1±0,2	8,1±0,1	103,5±0,2
3	Брестская область	73	156,2±0,8	196,4±2,7	7,9±0,2	8,1±0,2	8,8±0,3	7,9±0,1	103,0±0,4
4	ОАО «Новосёлки-Лучай»	14	153,3±0,7	201,3±1,1	7,8±0,1	7,7±0,1	8,7±0,2	7,9±0,1	102,6±0,3
4	КУП СХП «Освейский»	26	152,4±0,4	187,3±0,4	6,9±0,1	7,6±0,1	8,1±0,1	7,3±0,1	101,1±0,1
4	Витебская область	40	152,8±0,4	194,3±5,7	7,3±0,4	7,6±0,1	8,4±0,2	7,6±0,2	101,8±0,6
5	КСУП «Племзавод Кореличи»	22	155,6±0,9	197,3±1,6	8,1±0,1	8,4±0,1	8,9±0,2	7,8±0,1	103,3±0,2
6	РСУП «Совхоз «Лидский»	14	156,4±1,1	194,8±2,6	7,6±0,1	8,3±0,1	9,0±0,2	8,1±0,1	103,1±0,2
7	КСУП «Краковка»	10	149,9±0,9	183,5±1,1	6,9±0,1	7,9±0,2	7,1±0,3	7,6±0,1	101,4±0,2
7	Гродненская область	46	153,9±1,8	191,8±3,7	7,5±0,3	8,2±0,1	8,3±0,5	7,8±0,1	102,6±0,5
8	ГП «ЖодиноАгроПлем Элита»	44	157,2±0,6	198,8±1,2	8,2±0,1	7,9±0,7	9,3±0,1	8,1±0,1	103,3±0,2
9	ОАО «Кухчиць»	5	152,6±0,9	192,1±1,4	6,5±0,2	7,8±0,2	8,1±0,3	7,6±0,1	101,2±0,4
9	Минская область	49	154,9±1,9	195,4±2,7	7,3±0,7	7,8±0,1	8,7±0,5	7,8±0,2	102,5±0,2
Итого:	субъекты племенного коневодства	208	154,4±0,6	194,4±0,9	7,5±0,1	7,9±0,1	8,5±0,1	7,7±0,1	102,5±0,2
КФХ и прочие с.х. предприятия		66	154,3±0,8	193,3±1,4	6,9±0,2	7,1±0,06	8,2±0,23	7,3±0,08	100,6±0,2
Стандарт породы			150,0	182,0	7,0	7,0	7,0	7,0	100,0

Таким образом, большинство жеребчиков и кобылок имеют шаг, характерный для лошадей как упряжных, так и верховых пород, в основном резвую рысь, недостаточно развитый галоп.

Определена длина шага (м) жеребчиков и кобылок при движении шагом ( $0,79\pm 0,02-0,81\pm 0,04$ ), рысью ( $1,36\pm 0,07-1,53\pm 0,11$ ), а также скорость их движения (м/с) шагом ( $1,47\pm 0,05-1,50\pm 0,02$ ), рысью ( $4,78\pm 0,16-4,52\pm 0,31$ ), галопом ( $6,30\pm 0,29-6,73\pm 0,21$ ). Установлено также, что у жеребчиков шаг более длинный, чем у кобылок, но это не оказало адекватного влияния на скорость их передвижения.

Выделены следующие основные фазы прыжка лошадей: группировка, отталкивание, полёт, приземление. Индивидуальными особенностями, обеспечивающими качественный прыжок, являются следующие: длина разбега (15,0-17,0 м), расстояние от точки отталкивания лошади до препятствия (60,0-105,0 см), величина угла вылета ( $64,6-70,9^\circ$ ). Во время испытаний максимальная высота прыжка была 75,0-100,0 см, потенциальный запас – до 7,5 см. Положительно коррелируют с параметрами преодоления препятствия высота в холке ( $r=0,72$ ), косая длина туловища ( $r=0,53$ ), обхват груди ( $r=0,41$ ), длина предплечья ( $r=0,49$ ), длина голени ( $r=0,37$ ). Положительная взаимосвязь установлена также между высотой прыжка и расстоянием от точки отталкивания до препятствия ( $r=0,53$ ), длиной разбега ( $r=0,26$ ).

Выявлено, что на максимальную высоту прыжка оказывают положительное влияние в фазе отталкивания такие углы сочленения, как отвеса ( $r=0,13$ ), подъёма ( $r=0,15$ ), локтевой ( $r=0,03$ ). В фазе приземления положительное влияние оказывают углы сочленений холки ( $r=0,56$ ).

Приведённые данные свидетельствуют о значительном влиянии на величину прыжка вертикальных движений головы и шеи, о наличии у молодняка признаков, обеспечивающих не только успешное выполнение тяговых, упряжных работ, но и производительные движения шагом, рысью, преодоление высотных препятствий. По достигнутым показателям молодняк в основном удовлетворяет нормативам лёгкого класса (любительский уровень соревнований по конному спорту с высотой преодоления препятствий 80-90 см). Необходима системная технологическая и селекционная работа по выявлению лошадей с указанными качествами и их активному использованию.

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского, ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского, КСУП «Краковка» Ошмянского районов определены этологические особенности лошадей белорусской упряжной породы (58 голов молодняка), использованные в качестве тестов их стрессочувствительности в моделируемых экспериментальных условиях. По особенностям двигательных реакций жеребчиков и кобылок дифференцированы 4 этологических типа. Наиболее



стрессоустойчивыми оказались лошади, не изменявшие пищевые рефлексии при воздействии сильного раздражителя – 43 головы (74,1 %). Стрессочувствительные лошади (3 гол. или 5,9 %) выделены в нулевую группу и оказались худшего качества по сравнению со сверстниками, отставали в росте.

Таким образом, в белорусской упряжной породе хорошо развивается молодняк, устойчивый к эмоциональному стрессу. Тестирование его по данному признаку целесообразно проводить в доотъемный период при групповом содержании [9].

Исследована современная генеалогическая структура подконтрольного конепоголовья. Установлено, что в породе используются лошади 6 заводских линий: 9 Баян I, 34 Голубь I, 42 Заветный I, 81 Орлик I, 84 Ранок, 16 Бор Лесной. Среди кобыл выделено 3 матки линии 3 Анода I. Наибольшее количество жеребцов и кобыл учтено в линиях 84 Ранка – соответственно 26,2 и 14,4 %, 16 Бора Лесного – 21,4 и 14,2 %, в субъектах племенного животноводства лошадей линии 84 Ранка – 20,0 и 18,8 %, линии 16 Бора Лесного – 36,6 и 18,0 %. Выделено в подконтрольном массиве и достаточно много лошадей нелинейной группы – потомков производителей, не входящих в указанную структуру. Здесь учтено 19,3 % жеребцов, 42,9 % маток.

Установлено, что все лошади заводских линий высокого качества, они удовлетворяют современным стандартам, являются племенным ядром породы, будут использованы при разработке эффективных индивидуально-групповых сочетаний и производства востребованной продукции.

По результатам исследований фактических показателей развития селекционируемых признаков у потомства, полученного от внутрилинейных подборов и кроссов линий проанализирована эффективность использования различных вариантов сочетаемости жеребцов и кобыл. У жеребцов и кобыл в возрасте 3 года и старше определили высоту в холке, обхват груди, а также показатели оценки за происхождение, выраженность желательного типа, промеры, экстерьер.

Установлено, что на различных этапах работы с породой результативность используемых сочетаний жеребцов и кобыл была неодинаковой. В период завершения пороодообразовательного процесса и на этапе подготовки материала к апробации лучшие результаты дали внутрилинейные сочетания с умеренными инбридингами на родоначальников (средняя оценка фенотипа – 8,4-8,5 баллов). Худшие результаты были от подборов к жеребцам генеалогического комплекса нелинейных маток (8,0-8,2 баллов). На современном этапе селекции основными в подборах являются кроссы различных линий. В связи с отсутствием внутрилинейных инбредных сочетаний качество кроссов при получении

производителей оценивалось в сравнении с общепородными стандартами и используемыми вариантами. Все сочетания пар при получении жеребцов оказались эффективными, так как средняя оценка их фенотипа превышает 8,0 баллов и варьирует от 8,25±0,33 баллов (кросс 81 Орлик × 16 Бор Лесной; 81 Орлик × нелинейные) до 8,79±0,26 баллов (кросс 16 Бор Лесной × 84 Ранок, 9 Баян, 3 Анод, нелинейные матки). Таким образом, установлено, что использование в подборках жеребцов линии 16 Бор Лесной с матками других линий дало наиболее высокие результаты. Выделены лучшие производители, зарекомендовавшие себя наиболее качественным потомством и имеющие среднюю оценку по комплексу признаков более 9,0 баллов:

- Гарпун 2, 2009 г. (Шмель – Горка), л. 9 Баяна, 168-223-22,0 см, 9,0 баллов, ИПЦ 101,73 %; Тополек, 2017 г. (Цветок – Табуретка), л. 16 Бора Лесного, 164-170-210-23 см, 9,25 балла, ИПЦ 103,79 % (СПК «Новосёлки-Лучай Поставского района»);

- Крепыш, 2019 (Цветок – Капля), л. 16 Бора Лесного, 166-175-190-23,0 см, ИПЦ 101,78 %; Мох, 2015 г. (Хоккей 40 – Малышка), л. 16 Бора Лесного, 156-176-199-23 см, 9,0 баллов, ИПЦ 102,13 %; Гудок, 2018 г. (Консул – Гордость 18), л. 34 Голубя, 167-170-189-22 см, 9,0 баллов, ИПЦ 102,13 % (ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района);

- Лисёнок, 1998 г. (Гусар – Березка 192), л. 16 Бора Лесного, 162-178-212-22 см, 9,2 балла, ИПЦ 102,70 %; Гаспадар, 1998 (Памир – Герань 13), л. 84 Ранка, 158-172-201-22,5 см, 9,2 балла, ИПЦ 102,60 % (ОАО «Полесская нива» Столинского района).

Анализ современного состояния племенного коневодства Беларуси, качества используемых лошадей свидетельствует о том, что жеребцы и кобылы отечественной белорусской упряжной породы в субъектах племенного коневодства отличаются показателями работоспособности, обеспечивающими возможность их использования в досуговом коневодстве, массовом конном спорте. Испытанные лошади оказались достаточно производительными при движении шагом, рысью, преодолении препятствий.

Моделирование экстерьерно-конституциональных особенностей племенного конепоголовья на ближайшую перспективу основано на установленной их генетической обусловленности и осуществляется с использованием индивидуальных подборов, разрабатываемых ежегодно по каждому из объектов племенного коневодства. Это позволяет получать жеребцов и кобыл необходимого качества. Эффективность индивидуальных сочетаний существенно повышается, если имеются результаты анализа предшествующих подборов, лучшие из которых повторяются и обуславливают необходимые фенотипические изменения. Это подтверждается данными таблицы 2, в которой приведены

показатели изменений основных промеров лошадей и их оценки за 12-летний период использования предшествующей программы. Несмотря на сокращение численности племенных, показатели оценки по комплексу признаков, как жеребцов, так и кобыл улучшились.

Таблица 2 – Изменения качества лошадей белорусской упряжной породы за предшествующий период

Дата оценки	Высота в холке, см	Обхват груди, см	Оценка признаков, баллы					Средний ИПЦ, %
			прорисхождение	тип	промеры	экстерьер	средняя	
2010 г.	156,0 ±0,3	193,5 ±0,9	8,0 ±0,3	8,0 ±0,2	8,5 ±0,3	7,9 ±0,2	8,1 ±0,5	-
2022 г.	159,7 ±0,9	198,4 ±1,6	8,2 ±0,1	8,4 ±0,1	9,3 ±0,1	8,2 ±0,1	8,5 ±0,6	101,1 ±0,2
2010 г.	151,2 ±0,6	189,0 ±0,8	6,7 ±0,3	6,7 ±0,3	7,7 ±0,3	7,1 ±0,3	7,1 ±0,1	-
2022 г.	154,4 ±0,6	194,4 ±0,9	7,5 ±0,1	7,9 ±0,1	8,5 ±0,1	7,7 ±0,1	7,9 ±0,1	102,5 ±0,2

Так, средняя оценка по комплексу признаков жеребцов-производителей возросла на 0,4 балла, оценка племенных кобыл улучшена на 0,8 баллов. Достоверно улучшены другие показатели. Исходя из того, что расчётный ежегодный прирост высоты в холке составляет 0,2 см, обхвата груди – 0,3 см, есть основания моделировать на предстоящий 10-летний период функционирования разработанной программы совершенствования лошадей белорусской упряжной породы увеличения данных показателей у племенных жеребцов и кобыл не менее чем на 2-3 см или сохранение достигнутых до настоящего времени параметров экстерьера. Результаты мониторинга реализованного молодняка свидетельствуют о том, что на ближайшую перспективу нет необходимости в существенном изменении сложившегося типа породы. Возможности его верхово-упряжного использования вполне могут быть реализованы в рамках сложившихся за многие десятилетия экстерьерно-конституциональных форм и в связи с наличием у них генетически обусловленных признаков лошади универсального назначения при результативном движении под всадником шагом, рысью, галопом, преодолении высотных препятствий. Установлено, что указанные качества лошадей белорусской упряжной породы ещё далеко не реализованы, а поэтому сохранение сформированного типа сравнительно крупной, гармонично сложенной, удлинённого формата лошади является целевой задачей дальнейшего преимущественно чистопородного её разведения. Обусловлено это и наличием в породе генетических структур (выведенные линии «16

Бор Лесной», «84 Ранок»), которые целесообразно более активно использовать в селекционном процессе и в технологических решениях создания белорусского универсала. Лучшие лошади данных и других линий сочетают оптимальные показатели развития экстерьерно-конституциональные особенности с универсальной работоспособностью, хорошими двигательными-прыжковыми качествами. В перспективе лошади породы должны иметь пропорциональную некрупную голову, средних размеров спину, широкую, глубокую грудную клетку, прочные конечности, крепкую конституцию. Оригинальные масти – буланая, соловая, мышастая, гнедая – обуславливают нарядность, привлекательность лошадей.

Учитывая актуальную необходимость выращивания лошадей с выраженными верхово-двигательными качествами, большое значение имеет наличие установленных корреляционных связей экстерьерно-конституциональных признаков лошадей с показателями их работоспособности и другими факторами, определяющими результативность селекционного процесса. Отбор в селекционные группы лошадей, способных эффективно преодолевать препятствия, целесообразно осуществлять с использованием следующих промеров, положительно коррелирующих с указанными признаками: высота в холке ( $r = 0,72$ ); косая длина туловища ( $r = 0,53$ ); обхват груди ( $r = 0,41$ ); длина предплечья ( $r = 0,49$ ); длина пясти ( $r = 0,36$ ); длина голени ( $r = 0,37$ ).

На современном начальном этапе тестирования прыжковых качеств лошадей белорусской упряжной породы выделены следующие признаки, в наибольшей степени характеризующие силу прыжка и являющиеся сравнительно доступными для объективного измерения:

- высота прыжка, обусловленная такими признаками прыгучести, как длина разбега, расстояние от точки отталкивания до препятствия, величина угла вылета, потенциальный запас прыжка;
- стиль прыжка, характеризуемый положением головы, шеи, предплечья, сгибанием передних конечностей в запястном, плечевом суставе, положением спины, задних конечностей, обеспечивающих рациональную технику преодоления препятствия.

Максимальную высоту преодоления препятствий определяют путём фактических измерений достигнутой в полёте высоты. Потенциальный запас прыжка – по расстоянию между нижней точкой груди лошади и планкой во время фазы полета. Чем больше указанное расстояние, тем более высоким оказывается потенциальный запас прыжка. В повседневной практике спортивного коневодства данный показатель оценивается субъективно и не имеет цифрового выражения. В связи с невозможностью использовать измерительные приборы для определения указанного расстояния, его рассчитывают путём компьютерной обработки

фотографий прыжка лошади с учётом предварительных замеров отдельных статей экстерьера.

Для обеспечения рационального прыжка лошади белорусской упряжной породы предлагаются следующие параметры:

- длина разбега, м –  $15,75 \pm 0,46$  (15,0-17,0);
- расстояние от точки отталкивания до препятствия, см –  $81,85 \pm 7,21$  (60,00-105,00);
- величина угла вылета, градусы –  $67,75 \pm 0,91$  (64,64-70,96);
- максимальная высота прыжка, см –  $90,00 \pm 2,50$  (75,00-100,00);
- потенциальный запас, см –  $3,37 \pm 1,43$  (1,00-7,50).

Оценка лошадей по работоспособности – мероприятие трудоёмкое, а в ряде хозяйств пока невыполнимое из-за отсутствия специалистов и технических условий реализации данного мероприятия. Вместе с тем, указанная оценка возможна и у индивидуальных коневладельцев, количество которых постоянно увеличивается.

Специфической особенностью, выполняемой в настоящее время и в планируемой перспективе селекционной работы с белорусской упряжной породой, является отсутствие классировки оцениваемого конеполовья. По каждому из признаков отбора жеребца или кобылы (происхождение, выраженность типа (типичность), промеры, экстерьер, работоспособность, качество потомства) выставляется балл, определяется средняя оценка и индекс племенной ценности, который наиболее эффективно характеризует значение лошади в селекционном процессе.

Постоянно осуществляемым мероприятием при создании селекционных групп лошадей является определение генетических параметров селекционируемых признаков – коэффициентов наследуемости, повторяемости, корреляции. Наиболее высокие показатели наследуемости селекционируемых признаков оказались в парах мать-дочь, мать матери – мать; сравнительно низкие – в парах мать-сын. В связи с этим, отбор лошадей по фенотипу с последующей оценкой их по качеству потомства – необходимое условие для формирования селекционных групп породы в субъектах племенного коневодства.

**Заключение.** Селекция лошадей белорусской упряжной породы, апробированной в 2000 году, осуществляется по разрабатываемым селекционным программам в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Качество лошадей за прошедший период улучшено. Установлены параметры как традиционных признаков отбора жеребцов и кобыл, так и способность их к производительному движению шагом, рысью, преодолению препятствий. Обоснованы критерии отбора лошадей на ближайшую перспективу, в том числе и возможность их использования в массовом конном спорте, досуговом коневодстве. Это обеспечивает востребованность и

конкурентоспособность, разводимого конепоголовья со следующими параметрами хозяйственно-полезных признаков:

- жеребцы: высота в холке – 158,0 см и выше; обхват груди – 197,0 см и выше; оценка признаков (происхождение – 8,0 баллов, тип – 8,0, экстерьер – 8,2 балла и более);

- кобылы: высота в холке – 154,0 см; обхват груди – 194,0 см и выше; оценка признаков (происхождение – 7,5 балла, тип 7,9, экстерьер – 7,7 балла и более);

- скорость движения шагом – 1,47-1,52 м/сек;

- скорость движения рысью – 4,38-4,68 м/сек;

- высота прыжка – 70,0-90,0 см и более.

### Литература

1. Зоотехнические правила о порядке использования племенной продукции (материала), о порядке мечения племенного животного, племенного стада, о порядке создания и использования генофондных стад, банков спермы и эмбрионов : утв. Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 30.08.2013 № 42 (в редакции Постановления 17.08.2022 № 85) // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – 2007-2023. – Режим доступа: [https://mshp.gov.by/ru/documents\\_plem-ru/view/zootexnicheskie-pravila-o-porjadke-ispolzovaniya-plemennoj-produktsii-materiala-o-porjadke-mecheniya-pleme-752/](https://mshp.gov.by/ru/documents_plem-ru/view/zootexnicheskie-pravila-o-porjadke-ispolzovaniya-plemennoj-produktsii-materiala-o-porjadke-mecheniya-pleme-752/)

2. Горбуков, М. Белорусский универсал / М. Горбуков, Ю. Герман, А. Герман // Конный мир. – 2018. - № 11. - С. 42-47.

3. Перспективы использования и методы разведения лошадей белорусской упряжной породы / М. А. Горбуков [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2010. – Вып. 13, ч. 2. – С. 85-91.

4. Разведение и использование лошадей белорусской упряжной породы / М. А. Горбуков [и др.] // Экологические и селекционные проблемы племенного коневодства : науч. тр. – Брянск, 2010. – Вып. 3. – С. 59-60.

5. Качество лошадей белорусской упряжной породы различных классов распределения в вариационном ряду / М. А. Горбуков [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2012. – Вып. 15, ч. 2. – С. 166-172.

6. Сохранение аборигенных пород лошадей Беларуси как неоспоримый фактор развития биоразнообразия / Ю. И. Герман [и др.] // Аборигенные породы лошадей – национальное достояние России : сб. науч. тр. IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, д. Морщининская, 21-24 июня 2022 года. – Архангельск, 2022. – С. 103-116.

7. Программа совершенствования лошадей белорусской упряжной породы на период до 2015 года / М. А. Горбуков [и др.]. – Жодино, 2010 – 61 с.

8. Новые возможности использования лошадей белорусской упряжной породы / М. А. Горбуков [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2019. - № 3. – С. 8-10.

9. Рудак, А. Н. Этологические характеристики и динамика развития лошадей белорусской упряжной породы различной стрессочувствительности / А. Н. Рудак, М. А. Горбуков // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Красноярск, 14-15 мая 2020 г. – Красноярск, 2020. – С. 339-343.

10. Горбуков, М. А. Влияние методов получения лошадей белорусской упряжной породы на оценку их признаков / М. А. Горбуков // Конкурентоспособное производство продукции животноводства в Республике Беларусь : сб. работ Междунар. науч.-практ. конф. – Жодино, 1998. – С. 19-20.

*Поступила 10.03.2023 г.*

И.Ф. ГРИДЮШКО, О.Я. ВАСИЛЮК

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВИНЕЙ БЕЛОРУССКОЙ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Для оценки генетической структуры и изучения динамики популяционно-генетических процессов в популяциях животных широко используются методы молекулярно-генетического анализа использование которых позволит сохранить и совершенствовать уникальные особенности белорусской чёрно-пёстрой породы свиней. В статье представлены материалы микросателлитного анализа свиней белорусской чёрно-пёстрой породы в КСУП «Племзавод "Ленино"», СГЦ «Вихра» и ОАО «СГЦ "Заречье"», проводимого с целью определения гетерозиготности или генетического разнообразия популяции, степени инбридинга животных в линиях. Свиньи белорусской чёрно-пестрой породы имеют пять локусов (SO005, SO386, SO355, SO155 и SW857) из девяти с подтверждённым достоверным отклонением от состояния генетического равновесия. Наибольшее количество «приватных» аллелей идентифицировано среди животных, разводимых в ОАО «СГЦ "Заречье"». Хряки с установленными «приватными» аллелями в микросателлитных локусах достоверно подтверждают свою линейную принадлежность и являются продолжателями одноименных линий. Это даёт основание рассматривать эти аллели в качестве маркерных для данных линий и использовать в селекции и сохранении породы.

**Ключевые слова:** селекция, свиньи, белорусская чёрно-пёстрая порода, генетическое тестирование, микросателлиты, локусы, аллели.

I.F. GRIDYUSHKO, O.Y. VASILYUK

## GENETIC TRAITS OF THE BELARUSIAN BLACK-AND-WHITE PIG BREED

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Methods of molecular genetic analysis are widely used to assess the genetic structure and study the dynamics of population genetic processes in populations of animals, which will allow to preserve and improve the unique traits of the Belarusian Black-and-White breed of pigs. This paper contains materials of microsatellite analysis of the Belarusian Black-and-White breed at KSUP Plemzavod Lenino, SGC Vikhra and OJSC SGC Zarechye, carried out to determine heterozygosity or genetic diversity of the population, the degree of inbreeding of animals in the lines. The Belarusian Black-

and-White pigs have five loci (SO005, SO386, SO355, SO155 and SW857) out of nine with confirmed significant deviation from the state of genetic equilibrium. The greatest number of “private” alleles was identified among the animals bred in OJSC SGC Zarechye. Boars with determined “private” alleles at microsatellite loci reliably confirm their linear affiliation and are considered to be successors of the same-name lines. This gives reason to consider these alleles as marker alleles for these lines and use them in breed selection and preservation.

**Keywords:** selection, pigs, Belarusian Black-and-White breed, genetic testing, microsatellites, loci, alleles.

**Введение.** Во многих странах мира для оценки генетической структуры, а также изучения динамики популяционно-генетических процессов в популяциях домашних животных, широко используются преимущества методов молекулярно-генетического анализа. В частности, в странах ЕС действует программа PiGMa, координирующая оценку генетического разнообразия европейских пород и линий свиней. Основным инструментом в работах европейских исследователей выступают высокополиморфные генетические маркеры – микросателлиты [1]. Микросателлиты, или короткие tandemные (простые) повторы, – варьирующие участки (локусы) в ядерной ДНК и ДНК органелл (митохондрий и пластид), состоящие из tandemно повторяющихся мономеров длиной меньше 9 пар оснований и образующие поля менее 1 тысячи пар оснований, являются широко распространёнными молекулярными маркерами в генетических и геномных исследованиях [2].

Генетическая оценка линий, из которых состоит белорусская чёрно-пёстрая порода свиней, позволит эффективно проводить селекционно-племенную работу, как с самими линиями, так и с породой в целом, с целью сохранения и совершенствования её уникальных породных особенностей (высокая адаптационная способность к технологиям, применяемым в республике, отличные вкусовые качества и технологические свойства свинины). В связи с этим, большое значение приобретают исследования по оценке генетического разнообразия линий белорусской чёрно-пёстрой породы, разводимых в генофондном предприятии, направленные на их сохранение как основных структурных единиц породы, а также сохранение белорусской чёрно-пёстрой породы свиней как уникальной породы, выведенной в Беларуси.

Целью работы являлась оценка на основе микросателлитного анализа генетического разнообразия линий и популяций свиней белорусской чёрно-пёстрой породы.

**Материалы и методика исследований.** Исследования по генетическому тестированию проводились на свиньях белорусской чёрно-пёстрой породы, которые разводились в КСУП «Племзавод "Ленино"», СГЦ «Вихра» и ОАО «СГЦ "Заречь»». Из оставшейся популяции свиней,



содержащейся в ОАО «СГЦ "Заречье"», протестированы основные хряки различных линий. В качестве биологического материала использовали пробы ушной ткани. Выделение ДНК осуществляли с помощью колонок Nexttec (Nexttec™ Biotechnologie GmbH, Германия) согласно протоколу фирмы-изготовителя. Мультиплексный анализ, включающий 9 STR-локусов (SO155, SO355, SO386, SO005, SW72, SW951, SO101, SW240, SW857), выполняли с использованием методик ВИЖ. Обработку данных капиллярного электрофореза осуществляли путём перевода длин фрагментов в числовое выражение на основании сравнения их подвижности со стандартом ДНК.

Биометрическая обработка материалов исследований проведена методами вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому [3] с использованием пакета программы Microsoft Excel с плагином GenAIEx v. 6.5 [4].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Проведена оценка генотипов линий свиней белорусской черно-пестрой породы по ДНК-микросателлитам. В исследованных популяциях установлен 51 аллель по 9 микросателлитным локусам. Наибольшей вариабельностью характеризовались локусы SO005 (11 аллелей) и SW857 (7 аллелей), а наименьшей (по 4 аллеля) – локусы SO386, SW951, SO101 и SW72. У хряков, используемых в ОАО «СГЦ "Заречье"», наибольшей вариабельностью характеризовался локус SO005 (6 аллелей), а наименьшей – SW951 (2 аллеля) (таблица 1). При этом общее количество аллелей составило 33. Число аллелей в локусах различных линий варьировало от 1 до 6.

Таблица 1 – Количество аллелей по микросателлитным локусам MC в линиях свиней белорусской черно-пестрой породы в СГЦ «Заречье»

Линия хряков	Кол-во хряков	Локус MC								
		SO155	SO005	SW72	SW951	SO386	SO355	SW240	SW857	SO101
Корелич 913	6	3	6	3	2	3	4	4	4	4
Застон 5085	5	3	5	3	2	3	3	4	4	3
Макет 9343	2	2	4	2	2	3	4	3	4	2
Тик 3037	2	3	3	2	1	2	3	3	4	3
Весёлый 1317	3	3	4	2	1	3	3	3	4	3

В среднем количество аллелей в локусах составляло: в линии Корелича 913 – 3,7; Застона 5085 – 3,3; Макета 9343 – 2,9; Тика 3037 – 2,7; Весёлого 1317 – 2,9 (таблица 2). Таким образом, наиболее генетически гетерогенными являются линии Корелич 913 и Застон 5085, наименее – Тик 3037.

Таблица 2 – Среднее количество аллелей по 9 микросателлитным локусам МС и их полиморфизм в линиях свиней белорусской черно-пестрой породы в СГЦ «Заречье»

Линия хряков	Среднее количество аллелей, (M±m)	Полиморфизм локусов, %
Корелич 913	3,7±0,37	100
Застон 5085	3,3±0,29	100
Макет 9343	2,9±0,31	100
Тик 3037	2,7±0,29	88,9
Весёлый 1317	2,9±0,31	88,9

Проведённые исследования генома у хряков белорусской чёрно-пестрой породы показали полиморфизм используемых ДНК-микросателлитов. Все локусы полиморфны в линиях Корелича 913, Застона 5085 и Макета 9343. В линиях Тика 3037 и Весёлого 1317 данный показатель составил 88,9 %.

Для характеристики аллелофонда определяли среднее число аллелей (Na), число эффективных (Ne) и «приватных» (Pr) аллелей в расчёте на локус, число информативных аллелей или аллелей с частотой встречаемости более 5 %. Показатели аллельного разнообразия в отношении среднего числа аллелей, числа эффективных, информативных, и приватных аллелей по всем исследованным маркерам представлены на рисунке 1.

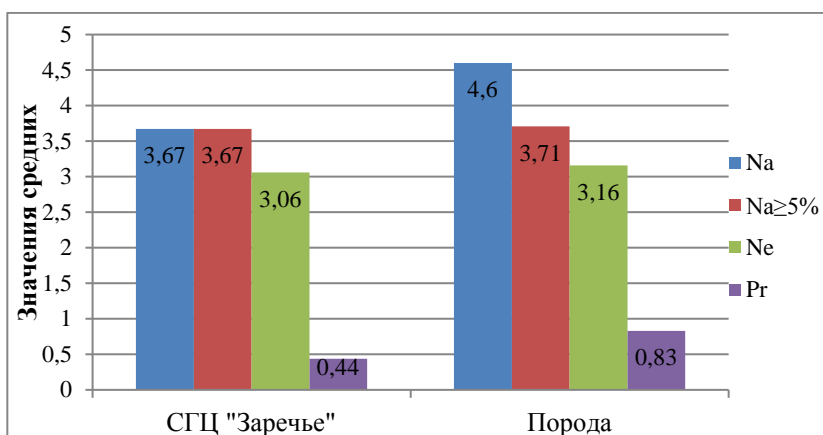


Рисунок 1 – Показатели аллельного разнообразия хряков белорусской чёрно-пестрой породы на основе 9 STR-локусов

Популяция свиней белорусской чёрно-пестрой породы из СГЦ «Заречье» представлена основными хряками пяти линий, в то время как

порода состоит из десяти линий и двух родственных групп, что отразилось на результатах аллельного разнообразия. Среднее число аллелей ( $N_a$ ) варьировало от  $3,67 \pm 0,47$  в ОАО «СГЦ "Заречье"» до  $4,60 \pm 0,49$  в породе. Различия составили 9,3 %. Такая же закономерность наблюдалась в отношении эффективного числа аллелей ( $N_e$ ) и информативных аллелей ( $N_{a \geq 5\%}$ ) на локус: свиньи породы имели максимальные значения показателей ( $N_e = 3,16 \pm 0,26$ ,  $N_{a \geq 5\%} = 3,71 \pm 0,25$ ), в то время у свиной из СГЦ «Заречье» имели значения данных показателей были меньше ( $N_e = 3,06 \pm 0,47$ ,  $N_{a \geq 5\%} = 3,67 \pm 0,47$ ).

Хряки белорусской чёрно-пестрой породы характеризовались наличием уникальных (приватных Pr) аллелей. В СГЦ «Заречье» «приватные» аллели выявлены у хряков линии Макет 9343 в локусах SO005 и SO355. В породе Pr аллели определены у хряков линий Копыль, Славный, Весёлый и родственной группы Застон в локусах SO155, SO005 и SO101. Максимальные значения показателя отмечены в породе ( $Pr = 0,83 \pm 0,22$ ), в СГЦ «Заречье» этот показатель находится на среднем уровне ( $Pr = 0,44 \pm 0,24$ ).

В целом, максимальный уровень аллельного разнообразия выявлен у хряков общей популяции породы, о чём свидетельствуют наибольшие значения всех показателей ( $N_a = 4,60 \pm 0,49$ ,  $N_e = 3,16 \pm 0,26$ ,  $N_{a \geq 5\%} = 3,71 \pm 0,25$  и  $Pr = 0,83 \pm 0,22$ ), в сравнении со свиньями из ОАО «СГЦ "Заречье"» ( $N_a = 3,67 \pm 0,47$ ,  $N_e = 3,06 \pm 0,47$ ,  $N_{a \geq 5\%} = 3,67 \pm 0,47$  и  $Pr = 0,44 \pm 0,24$ ).

Одна из актуальных задач в свиноводстве – разработка приёмов контроля чистопородности племенных животных. Современные технологии промышленного производства свинины основаны на получении эффекта гетерозиса от скрещивания специализированных пород. Известно, что эффект гетерозиса по воспроизводительным качествам будет наивысшим при сочетании чистых линий. В то же время необходимы новые методы оценки гетерогенности подборов родительских пар, направленных на обеспечение стабильной передачи потомству продуктивных признаков при снижении их вариабельности. В этой связи к числу перспективных приёмов можно отнести использование микросателлитов – tandemно расположенных коротких не кодирующих повторяющихся последовательностей ДНК.

При проверке соотношения частот генотипов к генетическому равновесию Харди-Вайнберга (таблица 3), по всей выборке в породе, два локуса имели высоко-достоверные отклонения ( $P < 0,001$ ) от состояния генетического равновесия: SO005 и SO386.

Статистически значимое отклонение у свиной белорусской чёрно-пестрой породы отмечено в локусах SO355 ( $P < 0,01$ ), SO155 и SW857 ( $P < 0,05$ ). Вместе с тем, свиньи белорусской чёрно-пестрой породы

имели большее количество локусов (пять) с подтверждённым достоверным отклонением от состояния генетического равновесия, что указывает на высокий генетический потенциал, позволяющий проводить селекцию на линейном уровне в породе.

Таблица 3 – Результаты теста на соответствие генетическому равновесию Харди-Вайнберга свиней белорусской черно-пестрой породы

Показатель	Локус MC								
	SO155	SO005	SW72	SW951	SO386	SO355	SW240	SW857	SO101
Уровень достоверности	*	***	ns	ns	***	**	ns	*	ns

Примечание: ns – не достоверно; \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Данные о фактической и ожидаемой степени гетерозиготности в исследованных линиях свиней белорусской чёрно-пёстрой породы представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Фактическая и ожидаемая степени гетерозиготности в исследуемых линиях свиней белорусской чёрно-пёстрой породы в СГЦ «Заречье»

Линия хряков	Степень гетерозиготности		
	наблюдаемая*, Ho (M±m)	ожидаемая, He (M±m)	отклонения, Fis (M±m)
Застон 5085	0,556±0,099	0,573±0,059	0,039±0,114
Тик 3037	0,667±0,144	0,528±0,074	-0,233±0,190
Корелич 913	0,667±0,062	0,594±0,050	-0,130±0,063
Весёлый 1317	0,741±0,134	0,543±0,073	-0,361±0,168
Макет 9343	0,778±0,088	0,569±0,056	-0,378±0,104

Примечание: \* последовательность линий дана в порядке увеличения наблюдаемой степени гетерозиготности.

Выявлено, что наблюдаемая степень гетерозиготности у исследованных линий свиней породы варьировала в пределах от 0,556±0,099 (л. Застона 5085) до 0,778±0,088 (л. Макета 9343). Животные л. Корелича 913 характеризовались наибольшим значением ожидаемой гетерозиготности ( $He=0,594±0,050$ ), в то время как хряки л. Тика 3037 имели наименьшее значение показателя ( $He=0,528±0,074$ ). В исследованных линиях хряков, за исключением линии Застона 5085, наблюдалось снижение ожидаемой степени гетерозиготности от наблюдаемой, хотя достоверных различий между фактической и ожидаемой степенями гетерозиготности выявлено не было.

В таблице 5 приведены результаты анализа генетического разнообразия исследуемого стада племенных свиней белорусской чёрно-пёстрой породы, которые разводятся в ОАО «СГЦ "Заречье"».

Таблица 5 – Показатели генетического разнообразия исследуемой популяции свиней в белорусской чёрно-пёстрой породе на основе 9 STR-локусов

Популяция	Наблюдаемая гетерозиготность, (H <sub>o</sub> ) (M±m)	Ожидаемая гетерозиготность, (H <sub>e</sub> ) (M±m)	Коэффициент инбридинга (F <sub>is</sub> ) (M±m)
СГЦ «Заречье»	0,667±0,058	0,618±0,040	-0,101±0,097
В среднем по породе	0,666±0,058	0,663±0,049	-0,003±0,040

Наблюдаемая степень гетерозиготности в исследованных группах свиней белорусской чёрно-пёстрой породы находилась практически на одном уровне – 0,667 и 0,666. При этом популяция свиней из СГЦ «Заречье» характеризовалась минимальным значением ожидаемой гетерозиготности (H<sub>e</sub>=0,618±0,040). На смещение генетического разнообразия в сторону избытка гетерозигот у племенных свиней основного стада СГЦ «Заречье» указывают отрицательные значения коэффициента инбридинга (F<sub>is</sub>= -0,101±0,097).

Показатели наблюдаемой гетерозиготности оказались выше, чем ожидаемой, что может свидетельствовать об определённом уровне «чистокровности» исследованных животных в популяции и генеалогической оригинальности линий в породе.

Среди свиней белорусской чёрно-пёстрой породы, относительно значений ожидаемой и наблюдаемой степени гетерозиготности, существенных отличий выявлено не было. При этом порода в целом характеризуется незначительным (0,3 %) избытком гетерозигот (рисунок 2).

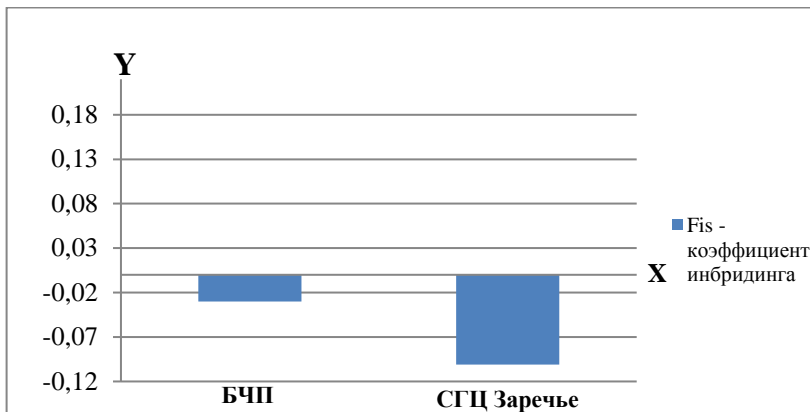


Рисунок 2 – Дефицит («+») / избыток («-») гетерозигот в изучаемых популяциях свиней белорусской чёрно-пёстрой породы на основе 9 STR-локусов

Количество гетерозиготных особей среди хряков-производителей в ОАО «СГЦ "Заречье"» составляет 10,1 %, что указывает на возможность проведения селекционной работы по совершенствованию существующих линий и созданию новых родственных групп в породе.

**Заключение.** Проведена оценка генотипов линий свиней белорусской чёрно-пёстрой породы по ДНК-микросателлитам.

Микросателлитный анализ позволил определить гетерозиготность или генетическое разнообразие популяции, степень инбридинга животных в линиях. В исследованных популяциях и линиях по 9 использованным микросателлитам (SO155, SO355, SO386, SO005, SW72, SW951, SO101, SW240, SW857) отмечен 51 аллель. Наибольшей вариабельностью характеризовались локусы SO005 (11 аллелей) и SW857 (7 аллелей), а наименьшей (по 4 аллеля) – локусы SO386, SW951, SO101 и SW72. У хряков, используемых в ОАО «СГЦ "Заречье"», наибольшей вариабельностью характеризовался локус SO005 (6 аллелей), а наименьшей – SW951 (2 аллеля). При этом общее количество аллелей составило только 33. Уровень аллельного разнообразия у свиней из ОАО «СГЦ "Заречье"» составил –  $N_a$  (среднее число аллелей) =  $3,67 \pm 0,47$ ,  $N_e$  (число эффективных аллелей) =  $3,06 \pm 0,47$ ,  $N_{a \geq 5\%}$  (число информативных аллелей) =  $3,67 \pm 0,47$  и  $P_r$  (число «приватных» аллелей) =  $0,44 \pm 0,24$ .

Свиньи белорусской чёрно-пестрой породы имеют пять локусов (SO005, SO386, SO355, SO155 и SW857) из девяти с подтверждённым достоверным отклонением от состояния генетического равновесия. Наибольшее количество «приватных» аллелей идентифицировано среди животных, разводимых в ОАО «СГЦ "Заречье"» – 3 из 7 во всей породе. Причём, максимальное их количество выявлено в локусе SO005 – 3, а также по одному в локусах SO155, SO101, SO355 и SW951. Хряки с установленными «приватными» аллелями в микросателлитных локусах достоверно подтверждают свою линейную принадлежность и являются продолжателями одноименных линий. Это даёт основание рассматривать эти аллели в качестве маркерных для данных линий и использовать в селекции и сохранении породы.

#### Литература

1. Nidup, K. Genetic diversity of domestic pigs as revealed by microsatellites: a mini-review / K. Nidup, C. Moran // *Genomics and Quantitative Genetics*. – 2011. – Vol. 2. – P. 5–18.
2. Популяционно-генетическая характеристика свиней пород крупная белая, ландрас и дюрок с использованием микросателлитов / В. Р. Харзинова [и др.] // *Зоотехния*. – 2018. - № 4. – С. 2-7.
3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Высшэйшая школа, 1973. – 320 с.
4. Peakall, R.. GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update / R. Peakall, P. E. Smouse // *Bioinformatics*. – 2012. – Vol. 28. – P. 2537-2539. DOI: 10.1093/bioinformatics/bts460.

*Поступила 2.03.2023 г.*

С.Л. КАРПЕНЯ, В.Н. ПОДРЕЗ, А.М. КАРПЕНЯ, Л.В. АНТИПОВА

## **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЁЛОК РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Одним из факторов эффективного развития молочного скотоводства является увеличение поголовья высокопродуктивных линий, животные которых характеризуются высоким уровнем молочной продуктивности и пригодностью к машинному доению. В связи с этим целью исследований было провести анализ молочной продуктивности и племенной ценности коров-первотёлочек разного происхождения. Установлено, что первотёлочки в стаде являются потомками 15-ти быков-производителей зарубежной селекции (США и Канада). Коровы-первотёлочки линии Рефлекшн Соверинга 198998 по удою, количеству молочного жира и молочного белка превысили средние показатели по стаду на 0,4 %, 1,1 и 0,3 % соответственно. Средняя живая масса первотёлочек была 543 кг, коэффициент молочности – 1896 кг. Наиболее высокие комплексные индексы по молочной продуктивности наблюдались у дочерей быков Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (113,1 %), Колосс 750459 (112,7 %) и Данфи 750523 (111,7 %) линии Рефлекшн Соверинга 198998.

**Ключевые слова:** молочная продуктивность, первотёлочки, порода, генотип, линия, племенная ценность, комплексный индекс.

S.L. KARPENIA, V.N. PODREZ, A.M. KARPENIA, L.V. ANTIPOVA

## **MILK PRODUCTIVITY AND BREEDING VALUE OF FIRST-CALF HEIFERS OF DIFFERENT ORIGIN**

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus*

One of the factors for effective development of dairy cattle breeding is the increase in the number of highly productive lines, the animals of which are characterized by a high level of milk productivity and suitability for machine milking. In this connection, the purpose of the research was to analyze the milk productivity and breeding value of first-calf heifers of different origin. It has been established that the first-calf heifers in the herd are descendants of 15 stud bulls of foreign selection (USA and Canada). The first-calf heifers of the Reflection Sovereign 198998 line exceeded the herd averages by 0.4%, 1.1% and 0.3% in milk yield, milk fat and milk protein, respectively. The average live weight of the first-calf heifers was 543 kg, milkability index was 1896 kg. The highest complex indices for milk productivity were observed in

daughters of Motocross 750585 bulls of the Vis Aidiala 933122 line (113.1 %), Colossus 750459 (112.7 %) and Dunphy 750523 (111.7 %) of the Reflection Sovereign 198998 line.

**Keywords:** Milk productivity, first-calf heifers, breed, genotype, line, breeding value, complex index.

**Введение.** В составе агропромышленного комплекса Республики Беларусь особое место занимает молочное скотоводство, что обусловлено его значительным удельным весом в производстве совокупной продукции сельского хозяйства. Основным путём увеличения производства молока в республике является повышение продуктивности коров. Значительная часть поголовья дойных коров на фермах и комплексах страны имеет достаточно высокий генетический потенциал, который не всегда возможно реализовать по целому ряду причин (кормление, содержание, воспроизводство и др.). Одним из факторов эффективного развития молочного скотоводства является увеличение поголовья высокопродуктивных линий, животные которых характеризуются высоким уровнем молочной продуктивности и пригодностью к машинному доению [1, 2, 3].

Планомерная работа в каждом конкретном хозяйстве республики на базе научно-технического прогресса, внедрения интенсивных технологий и рациональных форм организации производства будет способствовать росту продуктивности животных и снижению себестоимости продукции [4, 5, 6].

Главная цель селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве заключается в дальнейшем повышении генетического потенциала животных. Совершенствование стада коров молочных пород в направлении повышения продуктивности зависит, главным образом, от качества вводимых первотёлок. Отобранные для дальнейшего использования животные должны быть лучшими по происхождению и молочной продуктивности [6, 7, 8].

Цель исследований – провести анализ молочной продуктивности и племенной ценности коров-первотёлок разного происхождения.

**Материал и методы исследований.** Исследования проведены в ордена Ленина СПК «Лариновка» Оршанского района в 2020 году.

Изучению подлежала молочная продуктивность коров-первотёлок различной линейной принадлежности. Материалом для исследований служили данные компьютерной программы «База данных крупного рогатого скота «Племенное дело».

В ходе исследований сформировали генеалогическую структуру стада, дали характеристику по молочной продуктивности коров-первотёлок разного происхождения и живой массы. Рассчитали коэффициент молочности, абсолютную, относительную и комплексный индекс



племенной ценности животных разных линий.

Коэффициент молочности рассчитывали по формуле (1):

$$KM = \frac{Y}{ЖМ} \times 100, \quad (1)$$

где М – коэффициент молочности; Y – удой, кг; ЖМ – живая масса, кг.

Абсолютную племенную ценность коров определяли по отклонению показателей величины удою (кг), молочного жира (кг) и белка (кг) от средних величин по хозяйству на 2020 год с учётом коэффициентов наследуемости и межстадных различий.

Расчёт по этим признакам производился по формуле 2:

$$A = h^2 \times (P_K - \bar{P}) + h_c^2 \times (\bar{P} - B), \quad (2)$$

где A – индекс племенной ценности коровы по удою за 240–305 дней лактации;  $h^2$  – коэффициент наследуемости по удою, равный 0,25, по количеству молочного жира – 0,4, по количеству молочного белка – 0,3;  $P_K$  – удой, молочный жир и белок за лактацию оцениваемой коровы;  $\bar{P}$  – средний удой, молочный жир, коров в оцениваемой популяции, закончивших аналогичную лактацию и отелившихся в том же году (удой составил 5310 кг, молочный жир – 212 кг, молочный белок – 189 кг);  $h_c^2$  – межстадная генетическая изменчивость, равная 0,1; B – средний удой, молочный жир, молочный белок за 2020 год в Республике Беларусь (удой – 5310 кг, жир – 212 кг, белок – 189 кг).

Относительную племенную ценность определяли по величине абсолютной племенной ценности коровы, выраженной в процентах, и рассчитанной по формуле 3:

$$I_{II} = \frac{A + B}{B} \times 100, \quad (3)$$

На основе частных продуктивных индексов мы рассчитывали комплексный индекс по молочной продуктивности по формуле 4:

$$I_K = 0,6 I_y + 0,2 I_{ж} + 0,2 I_{б}, \quad (4)$$

где  $I_K$  – комплексный продуктивный индекс;  $I_y$  – индекс по удою коровы;  $I_{ж}$  – индекс по молочному жиру;  $I_{б}$  – индекс по молочному белку; 0,6; 0,2; 0,2 – весовые коэффициенты.

Полученный цифровой материал обработан биометрически методом ПП Excel и Statistica. Из статистических показателей рассчитывали среднюю арифметическую (M) и ошибку средней арифметической (m) с определением степени достоверности разницы между группами (td). В работе приняты следующие обозначения уровня значимости: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В практике животноводства имеются доказательства того, что молочная продуктивность коров в значительной степени зависит от породной и линейной

принадлежности животных. Систематическая работа с линиями позволяет решать целый ряд вопросов селекции, даёт возможность проследить формирование наследственности животных, взаимное влияние линий и семейств, характер наследования отдельных признаков, помогает предвидеть степень устойчивости наследственности и сочетаемости пар. Метод разведения по линиям в сочетании с правильным выращиванием и хорошим кормлением даёт возможность получать животных с желательными качествами.

Генеалогическую структуру обуславливают производители, использовавшиеся для осеменения маточного поголовья. В СПК «Лариновка» стадо коров-первотёлок состоит из животных двух линий, представленных быками-производителями зарубежной селекции (США и Канада). Линия Вис Айдиала 933122, представленная дочерями девяти быков (53,0 %), и Рефлекшн Соверинга 198998 – потомками шести производителей (47,0 %).

Сила влияния генетических факторов на молочную продуктивность животных неодинакова. В связи с этим, проанализирована молочная продуктивность коров-первотёлок разных линий (таблица 1).

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров-первотёлок разных линий, М±m

Линия	Кличка быка-производителя	n	Удой, кг	МДЖ, %	КМЖ, кг	МДБ, %	КМБ, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
Вис Айдиала 933122	Бартон 750505	5	10512±411	3,62±0,03	381±13,6	3,29±0,01	346±14,0
	Денсити 750392	5	8489±886	3,66±0,02	310±32,1	3,30±0,03	281±30,2
	Мантик 750520	22	10264±297	3,61±0,01	371±10,3	3,33±0,07	342±12,5
	Мотокрос 750585	60	10961±175**	3,61±0,01	395±6,2**	3,32±0,03	364±7,0**
	Оманни 750358	6	9154±738	3,70±0,01	338±26,8	3,23±0,05	297±27,0
	Росс 750348	10	8137±358	3,71±0,01	302±13,5	3,17±0,04	258±10,7
	Сантана 750475	15	10279±292	3,73±0,03*	382±8,7	3,21±0,02	330±9,7
	Фейсоф 750419	8	8816±662	3,74±0,01***	329 ±24,2	3,21±0,02	283±207
	Фикс 750584	47	10354±212	3,61±0,01	374±7,7	3,38±0,04	350±8,9
В среднем по линии		178	10259±120	3,64±0,01	373±4,2	3,31±0,02	340±4,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Рефлекшн Соверинга 198998	Бонифай 750480	26	9967±306	3,73±0,02**	371±10,6	3,40±0,09	338±12,5
	Галоп 750518	29	10430±226	3,61±0,01	376±7,8	3,31±0,01	345±7,5
	Данфи 750523	37	10796±239*	3,60±0,01	388±8,2	3,20±0,01	345±7,8
	Донни 750413	9	8323±286	3,78±0,04**	315±12,4	3,37±0,13	282±18,1
	Кикбол 750460	20	9988±241	3,81±0,01***	380±8,4	3,21±0,01	321±7,5
	Колосс 750459	37	10720±254*	3,75±0,01	402±8,6**	3,40±0,06	367±13,9
В среднем по линии	158	10332±118	3,70±0,01	381±4,1	3,31±0,02	342±4,9	
В среднем по стаду	336	10293±84	3,66±0,01	377±2,9	3,31±0,01	341±3,4	

Наибольшими удоями характеризовались дочери быков Мотокрос 750585 (10961 кг) линии Вис Айдиала 933122 и Данфи 750523 (10796 кг) линии Рефлекшн Соверинга 198998. Удой дочерей быка Мотокрос 750585 был выше на 6,5 % ( $P \leq 0,01$ ), у дочерей быка Данфи 750523 линии Рефлекшн Соверинга 198998 – на 4,9 % ( $P \leq 0,05$ ) среднего по стаду. У коров линии Рефлекшн Соверинга 198998 массовая доля жира в молоке была выше на 0,04 п. п. средней по стаду. У дочерей быков Кикбол 750460 линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Фейсоф 750419 линии Вис Айдиала 933122 массовая доля жира была выше на 0,15 п. п. ( $P \leq 0,01$ ), у дочерей быка Донни 750413 – на 0,12 п. п. ( $P \leq 0,01$ ), Бонифай 750480 – на 0,07 п. п. ( $P \leq 0,01$ ) линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Сантана 750475 – на 0,07 п. п. ( $P \leq 0,05$ ) линии Вис Айдиала 933122, чем средняя по стаду.

У дочерей быков Бонифай 750480 и Колосс 750459 Рефлекшн Соверинга 198998 массовая доля белка была выше среднего по стаду на 0,09 п. п. Наименьшая массовая доля белка наблюдается у дочерей быка Росс 750348 линии Вис Айдиала 933122: она меньше на 0,14 п. п. среднего по стаду.

Количество молочного жира и молочного белка являются важными показателями, так как это главные признаки оценки молочной продуктивности при комплексной оценке животного. Они зависят от удоя и массовой доли жира и белка в молоке. По количеству молочного жира и белка в молоке наблюдалась такая же закономерность, как по удою и массовой доле жира и белка в молоке.

Высокая молочная продуктивность коров-первотёлок связана с большим физиологическим напряжением всего организма, поэтому они должны быть хорошо развитыми, иметь крепкую конституцию и состояние здоровья. Существует оптимальная для каждой породы скота,

популяции живая масса коров, при которой достигается наиболее высокая молочная продуктивность.

Живая масса коров-первотёлок по законченной лактации и коэффициент молочности представлены в таблице 2. Средняя живая масса первотёлок стада составляла 543 кг. Наибольшую живую массу имели дочери быка Донни 750413 линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Оманни 750358 линии Вис Айдиала 933122 – 638 и 597 кг соответственно, что на 95 кг ( $P \leq 0,001$ ) и 54 кг выше средней по стаду.

Таблица 2 – Живая масса и относительная молочность коров-первотелок,  $M \pm m$

Линия	Кличка быка-производителя	n	Средняя живая масса, кг	Коэффициент молочности, кг
Вис Айдиал 933122	Бартон 750505	5	541±9	1942
	Денсити 750392	5	528±59	1609
	Мангик 750520	22	513±17	2001
	Мотокрос 750585	60	595±12	1844
	Оманни 750358	6	597±39	1533
	Росс 750348	10	532±16	1530
	Сантана 750475	15	554±23	1855
	Фейсоф 750419	8	590±22	1495
	Фикс 750584	47	537±13	1927
В среднем по линии		178	553±6	1856
Рефлекшн Соверинг 198998	Бонифай 750480	26	531±9	1877
	Галоп 750518	29	537±10	1942
	Данфи 750523	37	515±6	2095
	Донни 750413	9	638±12***	1305
	Кикбол 750460	20	565±14	1767
	Колосс 750459	37	548±8	1958
В среднем по линии		158	538±4	1920
В среднем по стаду		336	543±3	1896

Коэффициент молочности коров-первотёлок в хозяйстве высокий: в среднем по стаду – 1896 кг. Этот показатель у дочерей быка Данфи 750523 линии Рефлекшн Соверинга 198998 составил 2095 кг, что выше, чем среднее по стаду на 199 кг.

Таким образом, по коэффициенту молочности все коровы относятся к молочному типу.

Для оценки по продуктивности используются селекционные признаки, присущие данному виду сельскохозяйственных животных, для молочного крупного рогатого скота это, прежде всего, удой, содержание жира и белка в молоке. Нами рассчитаны индексы племенной ценности коров согласно зоотехническим правилам [9].

Абсолютная племенная ценность коров-первотёлок по удою, количеству молочного жира и белка в молоке приводится в таблице 3.

Таблица 3 – Абсолютная племенная ценность коров-первотёлок по селекционируемым признакам, М±m

Линия	Кличка быка-производителя	n	Абсолютная племенная ценность, кг		
			по удою	по КМЖ	по КМБ
Вис Айдиал 933122	Бартон 750505	5	576±102,7	19±5,4	18±4,2
	Денсити 750392	5	70±221,6	-9±12,9	-2±9,1
	Мантик 750520	22	514±74,2	15±4,1	16±3,8
	Мотокрос 750585	60	688±43,8	25±2,5	23±2,1
	Оманни 750358	6	236±184,4	2±10,7	3±8,1
	Росс 750348	10	-18±89,5	-12±5,4	-9±3,2
	Сантана 750475	15	517±73,1	20±3,5	13±2,9
	Фейсоф 750419	8	152±165,6	-2±9,7	-2±6,2
Фикс 750584	47	536±53,0	16±3,1	19±2,7	
Рефлекшн Соверинг 198998	Бонифай 750480	26	439±76,5	15±4,3	15±3,8
	Галоп 750518	29	555±56,4	17±3,1	17±2,2
	Данфи 750523	37	647±59,8	22±3,3	17±2,3
	Донни 750413	9	28±71,5	-7±5,0	-2±5,4
	Кикбол 750460	20	45±60,3	19±3,4	10±2,3
	Колосс 750459	37	628±63,4	27±3,4	24±4,2

Установлено, что максимальная абсолютная племенная ценность по удою была у дочерей быка Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (688 кг) и Данфи 750523 линии Рефлекшн Соверинга 198998 (646 кг), по количеству молочного жира – у дочерей быка Колосс 750459 линии Рефлекшн Соверинга 198998 (27 кг) и Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (25 кг), по количеству молочного белка – у дочерей быка Колосс 750459 линии Рефлекшн Соверинга 198998 (24 кг) и Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (23 кг). Абсолютная племенная ценность с отрицательным значением по всем трём показателям молочной продуктивности была у дочерей быка Росс 750348 линии Вис Айдиала 933122 (-18 кг по удою, -12 кг по количеству молочного жира и -9 кг по количеству молочного белка).

На основании показателей абсолютной племенной ценности рассчитывается относительная племенная ценность коров-первотёлок по основным селекционируемым признакам (таблица 4).

Наиболее высокая относительная племенная ценность по всем трём селекционируемым признакам отмечалась у дочерей быка Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122. Относительную племенную ценность менее 100 % по всем селекционируемым признакам имеют дочери быка Росс 750348 линии Вис Айдиала 933122.

Таблица 4 – Относительная племенная ценность коров-первотёлок селекционируемым признакам, М±m

Линия	Кличка быка-производителя	n	Относительная племенная ценность, %		
			по удою	по КМЖ	по КМБ
Вис Айдиал 933122	Бартон 750505	5	111,3±2,0	109,4±2,7	109,7±2,3
	Денсити 750392	5	101,4±4,4	95,5±6,3	98,9±5,0
	Мантик 750520	22	110,1±1,5	107,4±2,0	109,0±2,1
	Мотокрос 750585	60	113,5±0,9	112,2±1,2	112,6±1,2
	Оманни 750358	6	104,6±3,6	101,0±5,3	101,5±4,5
	Росс 750348	10	99,6±1,8	93,9±2,7	95,0±1,8
	Сантана 750475	15	110,2±1,4	109,7±1,7	107,1±1,6
	Фейсоф 750419	8	103,0±3,3	99,2±4,8	99,1±3,4
Рефлекшн Соверинг 198998	Фикс 750584	47	110,5±1,0	108,1±1,5	110,3±1,5
	Бонифай 750480	26	108,6±1,5	107,5±2,1	108,3±2,1
	Галоп 750518	29	110,9±1,1	108,5±1,5	109,5±1,2
	Данфи 750523	37	112,7±1,2	110,9±1,6	109,6±1,3
	Донни 750413	9	100,6±1,4	96,4±2,4	99,0±3,0
	Кикбол 750460	20	108,7±1,2	109,2±1,7	105,4±1,2
	Колосс 750459	37	112,3±1,2	113,5±1,7	113,1±2,3

На основе частных продуктивных индексов нами рассчитан комплексный индекс по молочной продуктивности (рисунок 1).

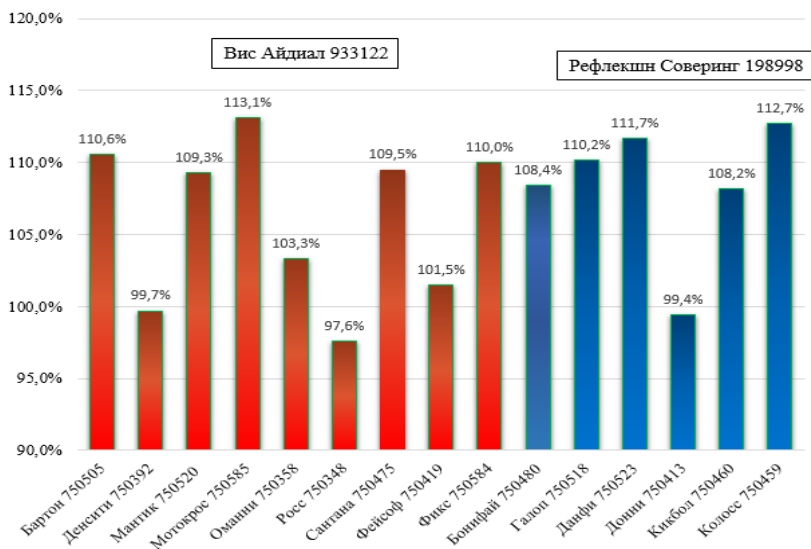


Рисунок 1 – Комплексный индекс по молочной продуктивности коров-первотёлок разных генотипов, %

Наиболее высокие комплексные индексы по молочной продуктивности коров-первотелок были у дочерей быков Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (113,1 %), Колосс 750459 (112,7 %) и Данфи 750523 (111,7 %) линии Рефлекшн Соверинга 198998; а самый низкий – у дочерей быка Росс 750348 линии Вис Айдиала 933122 (97,6 %).

**Заключение.** 1. Стадо коров-первотёлок представлено двумя линиями голштинского происхождения – Вис Айдиала 933122 и Рефлекшн Соверинга 198998. Первотёлки в стаде являются потомками 15 быков-производителей (все быки зарубежной селекции – США и Канада). У коров-первотёлок линии Рефлекшн Соверинга 198998 установлен наибольший удой (10332 кг), количество молочного жира (381 кг) и количество молочного белка (342 кг), что превысило средние показатели по стаду на 0,4 %, 1,1 и 0,3 % соответственно. Средняя живая масса первотелок стада была 543 кг, коэффициент молочности – 1896 кг.

2. Наиболее высокие комплексные индексы по молочной продуктивности коров-первотёлок наблюдались у дочерей быков Мотокрос 750585 линии Вис Айдиала 933122 (113,1 %), Колосс 750459 (112,7 %) и Данфи 750523 (111,7 %) линии Рефлекшн Соверинга 198998; а самый низкий – у дочерей быка Росс 750348 линии Вис Айдиал 933122 (97,6 %).

#### Литература

1. Актуальные проблемы повышения эффективности производства молока в сельскохозяйственных организациях Брестской области / А. С. Сайганов [и др.]. – Минск, 2015. – 167 с.
2. Продуктивные качества и естественная резистентность организма ремонтных бычков в зависимости от генотипа / М. М. Карпеня [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2015. – Т. 51, вып. 2. – С. 126–129.
3. Экономика молочно-продуктового подкомплекса АПК // BARGU.by – Новости Беларуси и мира [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://bargu.by/3067-ekonomika-molochnoproductovogo-podkompleksa-apk.html>. - Дата доступа : 05.05.2021.
4. Волотович, Л. В. Хозяйственно-полезные признаки коров-первотёлок разной линейной принадлежности / Л. В. Волотович, К. Л. Медведева // Студенты – науке и практике АПК : материалы 105-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – С. 250.
5. Использование комплексной оценки и продуктивных качеств коров-первотёлок для создания высокопродуктивных стад / А. В. Коробко [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – Т. 57, вып. 1. – С. 86–90.
6. Сравнительный анализ молочной продуктивности коров-первотёлок для создания высокопродуктивных стад / А. В. Коробко [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 90–94.
7. Племенная работа в скотоводстве : учеб.-методич. пособие для студентов по спец. «Зоотехния» / В. И. Шляхтунов [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2007. – 72 с.
8. Шейко, И. П. Стратегия развития животноводства Беларуси / И. П. Шейко, А. В. Маклахов // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф., Вологда-Молочное, 28 февраля – 1 марта 2018 г. – Вологда-Молочное : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2018. –

С. 12-27.

9. Об утверждении зоотехнических правил по определению продуктивности племенных животных и определению племенной ценности животных : Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, № 81 от 30.11.2006. // Белзакон.NET [Электрон. ресурс]. – 2023. – Режим доступа: [https://belzakon.net/Законодательство/Постановление\\_Министерства\\_сельского\\_хозяйства\\_и\\_продовольствия\\_РБ/2006/73538](https://belzakon.net/Законодательство/Постановление_Министерства_сельского_хозяйства_и_продовольствия_РБ/2006/73538).

*Поступила 9.03.2023 г.*

УДК 636.2.082.31:591.391

Л.Л. ЛЕТКЕВИЧ, А.И. ГАНДЖА, В.П. СИМОНЕНКО,  
И.В. КИРИЛЛОВА, Е.Д. РАКОВИЧ, Н.В. ЖУРИНА,  
М.А. КОВАЛЬЧУК

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕРМИЕВ БЫКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕДУРЫ ИКСИ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь.*

Одна из распространённых причин снижения оплодотворяющей способности – неправильная морфология сперматозоидов. В связи с этим необходим строгий отбор сперматозоидов для оплодотворения по морфологическим показателям, который снижает частоту анеуплоидий по половым хромосомам. В статье представлены материалы исследований, в результате которых разработана классификация оценки прижизненной жизнеспособности спермиев быка, пригодных к ИКСИ, и выделены рекомендуемые параметры, включающие использование капацизированной вне организма спермы, оценённой в 0 баллов на присутствие посторонней микрофлоры, т. е. свободной от флоры или с единичными клетками в нескольких полях зрения, степенью подвижности и поступательным движением уровня А (активно подвижные с поступательным движением), без проксимальных и дистальных капель, без дефектов головки, тела и хвостика спермия и индексом тератозооспермии 1,0-1,3.

**Ключевые слова:** сперматозоид, капацигация, подвижность, скорость, траектория, амплитуда, индекс тератозооспермии.



L.L. LETKEVICH, A.I. GANDZHA, V.P. SIMONENKO,  
I.V. KIRILLOVA, E.D. RAKOVICH, N.V. ZHURINA,  
M.A. KOVALCHUK

## CLASSIFICATION OF BOVINE SPERMATOZOA DURING THE ICSI PROCEDURE

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

One of the common causes of decreased fertility is abnormal sperm morphology. Therefore, a rigorous selection of spermatozoa for fertilization according to morphological parameters is required to reduce the frequency of sex chromosome aneuploidies. The paper contains the materials of research, as a result of which a classification for assessing the intravital viability of bovine spermatozoa suitable for ICSI was developed, and recommended parameters were highlighted, including the use of sperm capacitated in vitro, rated at 0 points for the presence of foreign microflora, i.e. free from flora or with single cells in several fields of view, a degree of motility and translational movement of level A (actively motile with translational movement), without proximal and distal drops, without defects in the head, body and tail of the sperm, having a teratozoospermia index of 1.0-1.3.

**Keywords:** spermatozoon, capacitation, motility, speed, trajectory, amplitude, teratozoospermia index.

**Введение.** Изменённая морфология сперматозоидов препятствует правильному слиянию цитоплазмы яйцеклетки и сперматозоида либо ведёт к рецепторной дисфункции, а нарушения в организации ядер у морфологически аномальных сперматозоидов снижают их оплодотворяющую способность [1]. Установлено, что мужской геном экспрессируется у эмбрионов уже на стадии 4-8 бластомеров. На этой стадии развития эмбрион начинает развиваться согласно программе диплоидного генома и постепенно проявляются аномалии развития, обусловленные нарушениями в кариотипе сперматозоида [2]. Согласно приведённой концепции, необходим строгий отбор сперматозоидов для оплодотворения по морфологическим показателям. Такая методика уже развита в мировой клинической практике и получила название ИМСИ (усовершенствованная технология интрацитоплазматической инъекции – ИКСИ, основанная на микроинъекции тщательно отобранного морфологически нормального сперматозоида в цитоплазму яйцеклетки). По литературным данным, использование метода ИМСИ снижает частоту анеуплоидий по половым хромосомам. Данная технология связана со значительно меньшим риском получения эмбрионов с хаотичным набором хромосом, что ведёт к уменьшению числа отмен переносов в циклах

вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) [3].

Присутствие бактериальных штаммов приводит к увеличению доли аннексина (некротического маркера). Кроме того, в присутствии *S. haemolyticus*, *B. ureolyticus* или лейкоцитов наблюдалось значительное увеличение процентного содержания погибших сперматозоидов. Таким образом, в присутствии медиаторов воспаления наблюдается гибель сперматозоидов. Эти результаты показывают, что наличие таких диагнозов как бактериоспермия и лейкоспермия может выступать непосредственной причиной репродуктивной дисфункции или дополнительным негативным фактором, ухудшающим прогноз наступления беременности как естественным путём, так и с использованием ВРТ [4, 5].

В этой связи цель работы заключалась в разработке классификации сперматозоидов быка на предмет пригодности к ИКСИ.

**Материал и методика исследований.** Исследования проведены в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» в 2022 году. Замороженную сперму быков-производителей голштинизированной породы оттаивали в водяной бане, подвергали исследованию, либо помещали в 1 мл среды для капацитации и оставляли на 1 час в CO<sub>2</sub>-инкубаторе для проведения *swim up* процедуры.

На предмет пророста питательной среды Тиродe M изучали добавление 0,02 мл капацитированной свежеполученной или заморожено-оттаянной спермы быков. Степень пророста среды оценивали визуально под микроскопом при увеличении в 400 раз в баллах: 0 – отсутствие или наличие единичной флоры, 1 – до 50 % пророста среды в поле зрения, 2 – 50-100 % пророста среды в поле зрения на разных временных этапах опыта (в момент постановки на культивирование (0 ч), через 24, 48, 72, 96 и 120 часов).

Для определения количества морфологических аномалий спермиев быков до и после капацитации каплю спермы после специальной подготовки исследовали под микроскопом (увеличение в 400 раз), подсчитывали 200 клеток, учитывая отдельно нормальные и патологические клетки [6]. Определяли индекс тератозооспермии. Нормой считаются значения в интервале от 1,0 до 1,6.

Анализ биологических параметров жизнеспособности спермы проводили с помощью системы Sperm Vision™ Professional. Оценку проводили по следующим показателям: концентрация сперматозоидов; общая подвижность сперматозоидов, прямолинейно-поступательное движение; расстояние кривой пути; расстояние среднего пути; расстояние прямой пути; криволинейная скорость; средняя скорость по траектории; прямолинейная скорость; линейность; прямолинейность; колебание;

частота биения головки; амплитуда бокового смещения головки и изменение количества спермиев с различными аномалиями их развития: наличие проксимальных капель (аномалии головки спермия), наличие дистальных капель (аномалии тела спермия), наличие изогнутых либо изломанных хвостиков (аномалии хвостика спермии) [6, 7, 8, 9, 10].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** При оценке качества спермиев на начальном этапе решающее значение имеет отсутствие патогенной и условно-патогенной микрофлоры в биологическом материале. Наличие данной микрофлоры оказывает негативное влияние не только на процесс оплодотворения при искусственном осеменении самок, но и на развитие зародышей. Однако в большинстве случаев это нивелируется защитными силами организма и, в частности, репродуктивной системой, что делает практически невозможной работу клеточных репродуктивных технологий вне организма. Использование спермы с наличием посторонней микрофлоры лишает возможности получения потомства от выдающихся животных. Дополнительное применение антибиотиков и фунгицидов, с одной стороны, нежелательно, так как несёт дополнительную токсическую нагрузку на гаметы и ранние зародыши, вплоть до появления мутаций. С другой стороны, как показала практика, с помощью данных средств всё равно не удаётся справиться с нежелательными микроорганизмами в питательных средах. Не помогает и многократное отмывание гамет культуральной средой. Этот приём лишь на короткое время помогает снизить концентрацию лишней флоры, которая затем даёт быстрый «взрывоопасный» рост в благоприятных условиях CO<sub>2</sub>-инкубатора. Кроме того, немаловажным является то, что для своего активного роста и развития микроорганизмы интенсивно используют питательные вещества среды, выделяя токсичные продукты жизнедеятельности, что также негативно сказывается на жизнеспособности гамет. Выход из этой ситуации остаётся один – это возможная прижизненная санация репродуктивной системы быков-производителей, которая проводится на племпредприятиях Республики Беларусь согласно ветеринарно-санитарным мероприятиям. Однако необходимо учитывать, что регламент этих мероприятий и контроль за ними распространяется на использование спермы для искусственного осеменения. Поэтому при работе с клеточными репродуктивными технологиями приходится работать с тем материалом, который имеем, а перед использованием заморожено-оттаянной спермы необходимо проводить её тестирование на присутствие микрофлоры. И не обязательно патогенная или условно-патогенная флора может вызвать «застаение» среды. Вполне безобидная флора для организма в благоприятных искусственно созданных условиях может создать катастрофические последствия для эксперимента и поставить под угрозу выполнение поставленных целей

и задач. Нами не ставилась задача идентификации присутствующих микроорганизмов в биологическом материале, с которым мы работаем. В этой связи мы не проводили посева на агар-агаре или бульоне, а использовали наши питательные среды для ЭКО, в которых очень хорошо, как оказалось, растут и размножаются нежелательные микроорганизмы (таблица 1). Степень пророста среды оценивали визуально под микроскопом при увеличении в 400 раз в баллах (0, 1, 2).

Таблица 1 – Пророст питательной среды Тироде М с добавлением 0,02 мл капцитированной спермы быка

Время культивирования, ч	Количество опытов		Пророст в баллах					
	свежеполученная, п	заморожено-оттаянная, п	0		1		2	
			свежеполученная, п-%	заморожено-оттаянная, п-%	свежеполученная, п-%	заморожено-оттаянная, п-%	свежеполученная, п-%	заморожено-оттаянная, п-%
0	10	101	10-100,0	88-87,1	-	13-12,9	-	-
24	10	101	8-80,0	40-39,6	2-20,0	41-40,6	-	20-19,8
48	10	101	6-60,0	35-34,7	4-40,0	38-37,6	-	28-27,7
72	10	101	3-30,0	36-35,6	7-70,0	33-32,7	-	32-31,7
96	10	101	2-20,0	29-28,7	6-60,0	30-29,7	2-20,0	42-41,6
120	10	101	2-20,0	26-25,7	4-40,0	24-23,8	4-40,0	51-50,5

Всего проведён анализ 111 опытов, один опыт – это один цикл культивирования биоматериала в замкнутом пространстве лунки или чашки Петри. Анализ проведённых исследований показал, что в момент постановки на культивирование 100,0 % свежеполученной капцитированной спермы оказалось чистой, в то время как заморожено-оттаянной – 87,1 %, что на 12,9 п. п. ниже. В 12,9 % экспериментов с заморожено-оттаянной спермой отмечено 50,0 % обсеменённости в поле зрения микроскопа. 100,0 % обсеменённости не наблюдалось ни в одном эксперименте. Через 24 часа культивирования картина стала меняться во всех опытных группах. Чистыми оказались 80,0 % образцов со свежеполученной и 39,6 % с заморожено-оттаянной спермой быков. У 20,0 % со свежей и у 40,6 % с оттаянной спермой наблюдался пророст на уровне 1 балла, а у 19,8 % с оттаянной – 2 баллов. Через 48 часов инкубации отсутствие пророста отмечено в 60,0 % сред со свежей и 34,7 % с деконсервированной спермой, 1 балл пророста – у 40,0 и 37,6 % образцов, 2 балла – у 0 и 27,7 % соответственно. 72 часа: 0 баллов пророс – 30,0 и 35,6 %, 1 балл – 70,0 и 32,7 %, 2 балла – 0 и 31,7 % соответственно. Через 96 часов: 0 баллов пророс – 20,0 и 28,7 %, 1 балл – 60,0 и 29,7 %, 2 балла – 20,0 и 41,6 % соответственно. Через 120 часов культивирования: 0 баллов пророс – 20,0 и 25,7 %, 1 балл – 40,0 и 23,8 %, 2 балла – 40,0 и 50,5 % соответственно. Проведение эксперимента в дальнейшем временном

отрезке более 120 часов не представляется целесообразным, хотя в практике экстракорпорального оплодотворения ооцитов коров наблюдались проросты в питательных средах и через 192 и через 216 часов эксперимента. Анализ представленных данных показывает, что, как правило, первые проросты появляются через 20-24 часа и в последующем они проявляются только более интенсивно. Образцы спермы с проростами использовать в технологии ИКСИ и других вспомогательных репродуктивных технологиях не рекомендуется, так как прогноз исхода их, как правило, отрицательный.

Таким образом, на начальном этапе исследований перед использованием в клеточных репродуктивных технологиях сперму быков-производителей необходимо обязательно тестировать на наличие посторонней микрофлоры, агрессивной в культуральных средах и токсичной для гамет. Использовать только сперму свободную от флоры или с единичными клетками в нескольких полях зрения.

Жизнеспособность спермиев в большей степени характеризуется их подвижностью, характером движения и возможностью сохранять подвижность во временном отрезке. На основе исследования функциональных показателей подвижности спермиев нами принята классификация четырёх уровней предварительной прижизненной оценки: А – активно подвижные с поступательным движением, В – малоподвижные с поступательным движением, С – малоподвижные с отсутствием поступательного движения, Д – неподвижные.

Проведён мониторинг 200 произвольно выбранных спермиев в каждом из четырёх образцов спермы быков на двух этапах подготовки к оплодотворению: после капацитации и после оплодотворения согласно четырём уровням подвижности. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты мониторинга спермы быков по подвижности

№ образца	Этап оценки спермиев	Уровни подвижности, n-%			
		А	В	С	Д
1	после капацитации	172-86,0	12-6,0	11-5,5	5-2,5
	после оплодотворения	41-20,5	59-29,5	48-24,0	52-26,0
2	после капацитации	168-84,0	10-5,0	18-9,0	4-2,0
	после оплодотворения	32-16,0	55-27,5	52-26,0	61-30,5
3	после капацитации	173-86,5	8-4,0	12-6,0	7-3,5
	после оплодотворения	38-19,0	43-21,5	38-19,0	81-40,5
4	после капацитации	171-85,5	10-5,0	6-3,0	13-6,5
	после оплодотворения	23-11,5	34-17,0	31-15,5	112-56,0

Как показали результаты исследований, после прохождения процедуры капацитации 84,0-86,0 % сперматозоидов активно и поступательно двигаются, количество малоподвижных спермиев с

поступательным движением составило 4,0-6,0 %, малоподвижных с отсутствием движения – 3,0-9,0 %, неподвижных – 2,0-6,5 %. После прохождения процедуры оплодотворения ситуация в опытных группах изменилась кардинально, что является закономерным процессом. Величины показателей составили: 11,5-20,5 %, 17,0-29,5, 15,5-26,0 и 26,0-56,0 % соответственно.

Как показывает анализ проведённых исследований, после завершения процедуры капацитации у 84,0-86,0 % спермиев наблюдается активная подвижность с выраженным поступательным движением, которая сохраняется у 11,0-20,5 % спермиев и спустя 18-20 часов. Таким образом, из данной популяции спермиев класса А имеется возможность неограниченного предварительного выбора гамет для клеточных репродуктивных технологий и ИКСИ в том числе.

На основании проведённых исследований нами разработана классификация жизнеспособности спермиев, пригодных к ИКСИ, включающая следующие показатели: присутствие посторонней микрофлоры в образце, подвижность и поступательное движение спермиев, присутствие проксимальных и дистальных капель, дефекты головки, тела и хвостика, индекс тератозооспермии (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация жизнеспособности спермиев, пригодных к ИКСИ

Показатель	Параметры	Рекомендуемые параметры
Присутствие посторонней микрофлоры в образце	Баллы: 0, 1, 2 через 24-48 часов культивирования в среде Тироде	0
Подвижность и поступательное движение спермиев	Уровни: А, В, С, Д	А
Присутствие проксимальных и дистальных капель	+ или –	–
Дефекты головки, тела и хвостика	+ или –	–
Индекс тератозооспермии	1,0 – 1,6	1,0-1,3

**Заключение.** Разработана классификация жизнеспособности спермиев быка, пригодных к ИКСИ и выделены рекомендуемые параметры, включающие использование капацитированной вне организма спермы, оцененной в 0 баллов на присутствие посторонней микрофлоры, т. е. свободной от флоры или с единичными клетками в нескольких полях зрения, степенью подвижности и поступательным движением уровня А (активно подвижные с поступательным движением), без проксимальных и дистальных капель, без дефектов головки, тела и хвостика спермия и индексом тератозооспермии 1,0-1,3.

## Литература

1. Мужское бесплодие и нарушение структурной организации хроматина сперматозоидов / О. А. Воробьёва [и др.] // Проблемы репродукции. – 2005. – Т. 6. – С. 56–62.
2. Баранов, В. С. Цитогенетика эмбрионального развития человека / В. С. Баранов. – СПб., 2007. – 640 с.
3. Intracytoplasmic morphologically selected sperm injection results in improved clinical outcomes in couples with previous ICSI failures or male factor infertility: a meta-analysis / A. S. Setti [et al.] // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2014. – Vol. 183. – P. 96-103. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2014.10.008
4. Can apoptosis and necrosis coexist in ejaculated human spermatozoa during in vitro semen bacterial infection? / M. Franzek [et al.] // 98 Journal of Assisted Reproduction and Genetics. – 2015. – Vol. 32, № 5. – P. 771-779. DOI: 10.1007/s10815-015-0462-x
5. Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных / А. П. Студенцов [и др.]. – Москва : КолосС, 2011. – 440 с.
6. Биологические показатели спермы быков-производителей in vitro / В. П. Симоненко [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2021. – Вып. 24, ч. 1. – С. 70-77.
7. Ball, P. J. H. Reproduction in cattle / P. J. H. Ball, A. R. Peters. – 3th ed. – Oxford : Blackwell Publishing Ltd, 2004. – 250 p.
8. Показатели подвижности спермы быков на разных этапах подготовки к оплодотворению in vitro / А. И. Ганджа [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр., посвящ. памяти д-ра с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси Василия Михайловича Голушко. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 21-28.
9. Показатели подвижности спермиев быков-производителей / А. И. Ганджа [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIV Междунар. науч.-практ. конф. к 70-летию образования университета, г. Гродно, 14 мая, 20 мая 2021 г. – Гродно : ГГАУ, 2021. – С. 103-104.
10. Фёдорова, И. Д. Принципы отбора сперматозоидов по морфологическим, биохимическим и физиологическим признакам для проведения внутрицитоплазматической инъекции сперматозоидов в ооцит / И. Д. Федорова, Е. М. Шильникова, А. М. Гзгзян // Журнал акушерства и женских болезней. – 2012. – Т. LXI, вып. 3. – С. 123-131.

*Поступила 11.01.2023 г.*

УДК 636.2.082.31:591.391

Л.Л. ЛЕТКЕВИЧ, В.П. СИМОНЕНКО, А.И. ГАНДЖА,  
И.В. КИРИЛЛОВА, Е.Д. РАКОВИЧ, Н.В. ЖУРИНА,  
М.А. КОВАЛЬЧУК

## **УСЛОВИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕРМАТОЗОИДОВ БЫКОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИНТРАЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ ИНЪЕКЦИИ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В статье представлены данные работы, цель которой заключалась в

изучении условий подготовки сперматозоидов быка для проведения интрацитоплазматической инъекции. В результате исследований определены условия успешной подготовки заморожено-оттаянной спермы быков голштинизированной породы для проведения интрацитоплазматической инъекции. Установлено, что использование в культуральной среде для капацитации на основе Тиродэ крезацина в концентрации 3 мг/мл или рекомбинантного человеческого лактоферрина в концентрации 1 мг/мл обеспечивает отсутствие после завершения процедуры капацитации у 100 % спермиев проксимальных капель, у 94,6-95,2 % спермиев дистальных капель, у 99,6-100 % изогнутых хвостиков, а также получение 85,5-86,5 % морфологически нормальных спермиев без дефектов головки, тела и хвостика и показатели общей подвижности гамет на уровне 68-77 % с сохранением оптимальных параметров скорости, траектории движения и колебания.

**Ключевые слова:** сперматозоид, капацитация, подвижность, скорость, траектория, амплитуда, тератозооспермия.

L.L. LETKEVICH, V.P. SIMONENKO, A.I. GANDZHA,  
I.V. KIRILLOVA, E.D. RAKOVICH, N.V. ZHURINA,  
M.A. KOVALCHUK

## CONDITIONS FOR PREPARATION OF BOVINE SPERMATOOZOA FOR INTRACYTOPLASMIC INJECTION

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

This paper presents the data of the work, the purpose of which was to study the conditions for preparation of bovine spermatozoa for intracytoplasmic injection. As a result of the research, the conditions for successful preparation of frozen-thawed semen of Holsteinized bulls for intracytoplasmic injection were determined. It has been established that the use of a culture medium for capacitation based on Tyrodé's solution containing cresacin at a concentration of 3 mg/ml or recombinant human lactoferin at a concentration of 1 mg/ml ensures the absence of proximal drops in 100% of spermatozoa after capacitation, distal drops in 94.6-95.2% of spermatozoa, curved tails in 99.6-100% of spermatozoa, as well as obtaining 85.5-86.5% of morphologically normal spermatozoa without defects in the head, body and tail, and overall gamete motility indices at the level of 68-77%, while maintaining the optimal parameters of speed, trajectory and amplitude.

**Keywords:** spermatozoon, capacitation, motility, speed, trajectory, amplitude, teratozoospermia.

**Введение.** Качество половых клеток является одним из наиболее важных факторов развития полноценного зародыша и определения вероятности успеха во вспомогательных репродуктивных технологиях. Трудно получить эмбрионы хорошего качества, а чаще это и вовсе не



представляется возможным, из гамет плохого качества или плохо подготовленных к процедуре оплодотворения. Получение же ограниченного количества жизнеспособных спермиев даже при создании оптимальных условий капацитации решается внедрением технологии интрацитоплазматической инъекции, когда для оплодотворения одной яйцеклетки используется один сперматозоид [1, 2, 3].

Имеются предположения, что изменённая морфология сперматозоидов препятствует правильному слиянию цитоплазмы яйцеклетки и сперматозоида либо ведёт к рецепторной дисфункции. В литературе существуют указания на корреляцию между нарушениями в организации ядер у морфологически аномальных сперматозоидов и их способностью к оплодотворению [4, 5, 6]. Присутствие бактериальных штаммов приводит к увеличению доли аннексина (некротического маркера) и процентного содержания погибших сперматозоидов [7].

В этой связи цель работы заключалась в изучении условий подготовки сперматозоидов быка для проведения интрацитоплазматической инъекции.

**Материал и методика исследований.** Исследования проведены в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» в 2022 году. Замороженную сперму быков-производителей голштинизированной породы оттаивали в водяной бане, подвергали исследованию либо помещали в 1 мл среды для капацитации и оставляли на 1 час в CO<sub>2</sub>-инкубаторе для проведения *swim up* процедуры. Для определения влияния условий капацитации на качество спермы в среду капацитации добавляли крезацин в концентрации 3 мг/мл или рекомбинантный человеческий лактоферрин (рчЛФ) в концентрации 1 мг/мл или эпибрасинолид в концентрации  $2 \times 10^{-8}$  моль/л.

Для определения количества морфологических аномалий (дефекты формы, размеров, деформации и др.) спермиев быков до и после капацитации каплю спермы после специальной подготовки исследовали под микроскопом (увеличение в 400 раз), подсчитывали 200 клеток, учитывая отдельно нормальные и патологические сперматозоиды [8]. Определяли индекс тератозооспермии [9]. Нормой считаются значения в интервале от 1,0 до 1,6.

Анализ биологических параметров жизнеспособности спермы проводили с помощью системы Sperm Vision™ Professional. Оценку проводили по следующим показателям: концентрация сперматозоидов; общая подвижность сперматозоидов, прямолинейно-поступательное движение; расстояние кривой пути; расстояние среднего пути; расстояние прямой пути; криволинейная скорость; средняя скорость по траектории; прямолинейная скорость; линейность; прямолинейность; колебание;

частота биения головки; амплитуда бокового смещения головки и изменение количества спермиев с различными аномалиями их развития: наличие проксимальных капель (аномалии головки спермия), наличие дистальных капель (аномалии тела спермия), наличие изогнутых, либо изломанных хвостиков (аномалии хвостика спермии) [10].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Результаты изучения влияния условий капацитации на качество спермы быков вне организма представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние условий капацитации на качество спермы быков вне организма

Показатель, единица измерения	Этап оценки спермы	Концентрация, млрд/мл	Отсутствие аномалий, млн/мл-%		
			проксимальных капель	дистальных капель	изогнутых хвостиков
Контроль	после капацитации	0,0550	47,315-99,0	21,101-95,2	40,562-97,0
	после оплодотворения	0,0410	40,500-99,0	23,223-97,7	40,110-98,0
Крезацин, 3 мг/мл	после капацитации	0,0421	42,114-100	39,827-94,6	41,931-99,6
	после оплодотворения	0,0564	56,431-100	49,406-87,6	56,421-100
рчЛФ, 1 мг/мл	после капацитации	0,0143	14,308-100	13,613-95,2	14,307-100
	после оплодотворения	0,0675	67,298-99,7	65,745-97,4	67,521-100
Эпибрасинолид, $2 \times 10^{-8}$ моль/л	после капацитации	0,0154	15,472-100	14,722-95,6	15,440-96,0
	после оплодотворения	0,0187	18,760-99,0	15,989-85,5	18,703-97,0

Анализ концентрации спермиев в 1 мл показал, что имеются незначительные отличия между опытными группами в сравнении с контролем. Так, если в контроле после оплодотворения концентрация спермиев снизилась на 25,5 п. п. по сравнению с данными после капацитации, то использование крезацина и лактоферрина поменяло картину на противоположную – после оплодотворения количество спермиев установлено более чем после капацитации на 25,4 и 78,8 п. п. соответственно. Использование эпибрасинолида подтвердило аналогичную

тенденцию: наблюдался рост на 17,7 п. п. Наличие проксимальных капель не имело существенных различий как между опытными группами и контролем, так и внутри опытных групп. Значение показателя находилось в пределах 99,0-100 %. Отсутствие дистальных капель наблюдалось после капацитации у 99,0 % клеток в контроле и у 100 % клеток в трёх опытах. После оплодотворения цифровые значения этого показателя составили 99,0 % в контроле, 100 % с крезацином и эпибрасинолидом и 99,7 % – с рчЛФ. Не замечено изогнутых хвостиков у 97,0 % спермиев в первой части эксперимента в контроле, в опыте с крезацином – у 99,6 %, с лактоферрином – у 100 %, эпибрасинолидом – у 96,0 % клеток. После проведение процедуры оплодотворения вне организма неожиданно незначительно изменился данный показатель в плане улучшения: в контроле – до 98,0 %, в трёх опытных группах – до 100 %, 100 и 97,0 % соответственно.

На следующем этапе исследований нами изучено влияние условий капацитации на морфологические показатели, характеризующие жизнеспособность спермиев быков-производителей, в частности наличие морфологических аномалий гамет быков (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние условий капацитации на морфологические показатели спермы быков

Показатель, ед. измерения	Этап оценки спермы	Нормальные спермии, п-%	Дефекты спермиев, п-%			Индекс тератозооспермии
			головки	тела	хвостика	
Контроль	после капацитации	167-83,5	13-39,4	10-30,3	16-48,5	1,2
	после оплодотворения	167-83,5	13-39,4	11-33,3	16-48,5	1,3
Крезацин, 3 мг/мл	после капацитации	173-86,5	10-37,0	9-33,3	18-66,7	1,2
	после оплодотворения	180-90,0	5-25,0	6-30,0	9-45,0	1,2
рч ЛФ, 1 мг/мл	после капацитации	166-83,0	14-41,2	12-35,3	18-52,9	1,3
	после оплодотворения	167-83,5	12-36,4	10-30,3	24-72,7	1,4
Эпибрасинолид, 2x10 <sup>-8</sup> моль/л	после капацитации	164-82,0	14-38,9	12-33,3	25-69,4	1,4
	после оплодотворения	163-81,5	17-45,9	15-40,5	26-70,3	1,6

Нормальных спермиев в процентном соотношении после капацитации и после оплодотворения в контроле получено по 83,5 %, в трёх

опытных группах – 86,5 и 90,0 %, 83,0 и 83,5 %, 82,0 и 81,5 % соответственно. Дефекты головок спермиев наблюдались у 39,4 % клеток контроля и 37,0 и 25,0 %, 41,2 и 36,4 %, 38,9 и 45,9 % опытных групп соответственно. Анализ дефектов тела выявил тенденцию роста их количества после оплодотворения в контроле с 30,3 до 33,3 %. В опытах наблюдались незначительные изменения с 33,3 до 3,0 %, с 35,3 до 30,3 %. И лишь в опыте с эпибрассинолидом отмечен рост с 33,3 до 40,5 %. Существенных изменений в ходе процедуры капацитации и оплодотворения в дефектах хвостиков спермиев не выявлено: контроль составил по 48,5 %, экспериментальные группы – 66,7 и 45,0 %, 52,9 и 72,7 %, 69,4 и 70,3 %. Индекс тератозооспермии в контроле составил 1,2 и 1,3, в опытах –1,2-1,2; 1,3-1,4 и 1,4-1,6 соответственно. Из представленных данных видно, что использование эпибрассинолида негативно сказалось на данном показателе.

Анализ показателей движения спермиев быков вне организма в зависимости от используемых биостимуляторов показал значительное снижение этих характеристик после оплодотворения в сравнении с аналогичными после капацитации, что вполне закономерно и объясняется функциональными и временными факторами (таблица 3). Однако между опытными группами наблюдались существенные отличия, как между ними, так и контролем. Если в контроле снижение общей подвижности спермиев через 18-20 часов культивирования составило 7,7 % от показателя после капацитации, то с применением крезацина – 14,3 %, лактоферрина – 14,7 %, а эпибрассинолида – 4,8 % соответственно.

Таблица 3 – Влияние условий капацитации на показатели движения спермиев быков вне организма

Показатели	Контроль		Крезацин, 3 мг/мл		рЧЛФ, 1 мг/мл		Эпибрассинолид, $2 \times 10^{-8}$ моль/л	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общая подвижность, %	65,0	5,0	77,0	11,0	68,0	10,0	63,0	3,0
Подвижность прямолинейно-поступательная, %	45,0	8,0	47,0	17,0	39,0	9,0	22,0	4,0
Расстояние кривой (DCL), мкм	24,68	4,22	35,21	6,1	33,69	12,15	20,60	3,10
Расстояние среднего пути (DAP), мкм	17,98	8,62	19,10	11,27	18,61	10,69	12,75	4,46
Расстояние прямой (DSL), мкм	9,47	2,92	8,88	2,12	14,24	3,98	9,80	1,21

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Криволинейная скорость (VCL), мкм/сек.	41,71	18,90	48,91	25,19	74,21	35,62	51,85	19,35
Средняя скорость по траектории (VAP), мкм/сек.	41,36	17,02	46,19	18,71	41,15	15,23	31,79	11,65
Прямолинейная скорость (VSL), мкм/сек.	27,21	11,41	23,25	9,11	31,52	12,75	24,76	9,38
Линейность (LIN = VSL/VCL), %	46,0	17,0	49,0	22,00	41,0	25,0	47,0	19,0
Прямолинейность (STR=VSL/VAP), %	73,0	24,0	88,0	21,0	75,0	27,0	77,0	19,0
Колебание (WOB = VAP/VCL), %	55,0	17,0	57,0	13,0	54,0	19,0	61,0	9,0
Частота биения головки (BCF), биений/сек.	23,30	5,60	25,95	6,00	29,43	7,30	29,35	7,80
Амплитуда бокового смещения головки (ALH), мкм	3,61	1,29	4,18	1,52	2,88	1,72	2,36	1,50

Примечание: \* 1 – после капацитации, 2 – после оплодотворения

Прямолинейно-поступательная подвижность спермиев изменялась аналогично и в контроле составила 17,8 %, с крезацином – 36,1 %, с лактоферрином – 23,1 %, с эпибрасинолидом – 18,2 % от цифровых значений показателя после капацитации. Такой показатель как расстояние кривой в контроле снизился с 24,68 до 4,22 мкм и в опытных с 35,21 до 6,1 мкм, с 33,69 до 12,15 мкм, с 20,6 до 3,1 мкм соответственно. Расстояние среднего пути, пройденное сперматозоидом в поле зрения, изменилось в контроле с 17,98 до 8,62 мкм, опытных группах – с 19,10 до 11,27 мкм, с 18,61 до 10,69 мкм, с 12,75 до 4,46 мкм соответственно. Расстояние прямой в контроле снизилось с 9,47 до 2,92 мкм, в опытных – с 8,88 до 2,12 мкм, с 14,24 до 3,98 мкм, с 9,8 до 1,21 мкм соответственно.

Криволинейная скорость движения спермиев наблюдалась самая низкая в контроле, как после капацитации, так и после завершения оплодотворения, – 41,71 и 18,90 мкм/сек. соответственно. В опыте с лактоферрином отмечены самые высокие значения показателя – 74,21 и 35,62 мкм/сек., с крезацином – 48,91 и 25,19 мкм/сек., а с эпибрасинолидом – 51,85 и 19,35 мкм/сек. соответственно. Средняя скорость движения спермиев по траектории в контроле составила 41,36 мкм/сек. после капацитации и 17,02 мкм/сек. после оплодотворения, с использованием крезацина – 46,19 и 18,71 мкм/сек., лактоферрина – 41,15 и 15,23 мкм/сек., а эпибрасинолида – 31,79 и 11,65 мкм/сек. Ситуация с

прямолинейной скоростью движения гамет выглядела следующим образом: контроль – 27,21 и 11,41 мкм/сек., с крезацином – 23,25 и 9,11 мкм/сек., с лактоферрином – 31,52 и 12,75 мкм/сек. и с эпибрасинолидом – 24,76 и 9,38 мкм/сек. Такой показатель, как линейность в контроле составил 46,0 и 17,0 %, в опытных группах – 49,0 и 22,0 %, 41,0 и 25,0 %, 47,0 и 19,0 % соответственно. Прямолинейность в контроле – 73,0 и 24,0 %, в опытных – 88,0 и 21,0 %, 75,0 и 27,0 %, 77,0 и 19,0 % соответственно. Показатель «колебание» в контроле – 55,0 и 17,0 %, в опытных – 57,0 и 13,0 %, 54,0 и 19,0 %, 61,0 и 9,0 % соответственно. Частота биения головки спермиев в контроле составила 23,30 и 5,60 биений/сек., в опытных – 25,95 и 6,00 биений/сек., 29,43 и 7,30 биений/сек., 29,35 и 7,80 биений/сек. соответственно. Анализ показателя бокового смещения головки спермия выявил следующую картину: контроль – 3,61 и 1,29 мкм, с крезацином – 4,18 и 1,52 мкм, с лактоферрином – 2,88 и 1,72 мкм, с эпибрасинолидом – 2,36 и 1,50 мкм соответственно.

**Заключение.** Установлены условия успешной подготовки заморожено-оттаянной спермы быков голштинизированной породы для проведения интрацитоплазматической инъекции, заключающиеся в использовании в культуральной среде для капацитации на основе Тироде крезацина в концентрации 3 мг/мл или рекомбинантного человеческого лактоферрина в концентрации 1 мг/мл, обеспечивающие отсутствие после завершения процедуры капацитации у 100 % спермиев проксимальных капель, у 94,6-95,2 % спермиев дистальных капель, у 99,6-100 % изогнутых хвостиков; получение 85,5-86,5 % морфологически нормальных спермиев без дефектов головки, тела и хвостика; показателей общей подвижности гамет на уровне 68-77 % с сохранением оптимальных параметров скорости, траектории движения и колебания. Данные показатели могут служить морфологическими и функциональными маркерами при селекции спермиев в клеточных репродуктивных технологиях и, в частности, технологии интрацитоплазматической инъекции.

#### Литература

1. Цитологические, цитогенетические показатели гамет, физиологическое состояние яичников коров и жизнеспособность полученных эмбрионов / В. П. Симоненко [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2020. – Вып. 23, ч. 1. – С. 13-21.
2. Application of intracytoplasmic sperm injection to the embryo production in aged cows / F. Magata [et al.] // J. Vet. Med. Sci. – 2019. – Vol. 81(1). – P. 84–90.
3. Kolbe, T. Birth of a piglet derived from an oocyte fertilized by intracytoplasmic sperm injection (ICSI) / T. Kolbe, W. Holtz // Animal Reproduction Science. – 2000. – Vol. 64. – P. 97–101.
4. Мужское бесплодие и нарушение структурной организации хроматина сперматозоидов / О. А. Воробьева [и др.] // Проблемы репродукции. – 2005. – Т. 6. – С. 56–62.
5. Баранов, В. С. Цитогенетика эмбрионального развития человека / В. С. Баранов. – СПб., 2007. – 640 с.

6. Фертильность сперматозоидов и состояние хроматина: методы контроля (обзор) / В. А. Багиров [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 2. – С. 3-13.

7. Can apoptosis and necrosis coexist in ejaculated human spermatozoa during in vitro semen bacterial infection? / M. Franzek [et al.] // 98 Journal of Assisted Reproduction and Genetics. – 2015. – Vol. 32, № 5. – P. 771-779. DOI: 10.1007/s10815-015-0462-x

8. Ball, P. J. H. Reproduction in cattle / P. J. H. Ball, A. R. Peters. – 3th ed. – Oxford : Blackwell Publishing Ltd, 2004. – 250 p.

9. Клещев, М. А. Оценка морфологических аномалий сперматозоидов у быков – производителей / М. А. Клещев, В. Л. Петухов, Л. В. Осадчук // Эффективное животноводство. – 2018. - № 3. – С. 69-71.

10. Биологические показатели спермы быков-производителей in vitro / В. П. Симоненко [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2021. – Вып. 24, ч. 1. – С. 70-77.

*Поступила 11.01.2023 г.*

УДК 636.13:575.174.015.3

А.Н. РУДАК, А.И. ГЕРМАН, Ю.И. ГЕРМАН, М.А. ГОРБУКОВ

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ДНК ЛОШАДЕЙ ВЕРХОВЫХ ПОРОД С ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В настоящее время внедрение в практику разведения лошадей верховых пород новых разработок на основе ДНК-тестирования является актуальным. Их использование способствует не только росту показателей воспроизводства, но и решению сложнейшей задачи тиражирования и сохранения уникальных генотипов лошадей, отвечающих возросшим требованиям их многогранного использования в различных дисциплинах конного спорта. Статья посвящена изучению связи полиморфизма микросателлитных локусов ДНК лошадей верховых пород с их работоспособностью. Установлено, что лошади верховых пород с оценкой спортивных качеств выше 7,5 баллов характеризуются достоверно более высокой частотой встречаемости аллелей ASB17<sup>G</sup>, ASB23<sup>I</sup>, CA425<sup>I</sup>, HMS2<sup>M</sup>, HMS2<sup>H</sup>, HMS3<sup>I</sup> и HMS3<sup>Q</sup> в соответствующих микросателлитных локусах. Также выявлен также ряд аллелей снижающих спортивные качества лошадей. Полученные данные могут быть использованы в качестве маркеров для отбора перспективных лошадей для конного спорта.

Ключевые слова: лошади верховых пород, работоспособность, локусы микросателлитов ДНК, частота аллеля.

**RELATIONSHIP BETWEEN POLYMORPHISM  
OF MICROSATELLITE DNA LOCI AND PERFORMANCE  
OF RIDING HORSES**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

At present, the introduction of new developments based on DNA testing into the practice of riding horse breeding is urgent. Their use contributes not only to increasing reproduction rates, but also to solving the most difficult problem of replication and preservation of unique genotypes of horses that meet the increased requirements for their multi-faceted use in various equestrian disciplines. This paper is devoted to the study of the relationship between polymorphism of microsatellite DNA loci and performance of riding horses. It has been established that the frequency of alleles ASB17G, ASB23J, CA425I, HMS2M, HMS2H, HMS3J and HMS3Q in the corresponding microsatellite loci is significantly higher in riding horses with athletic performance score over 7.5. Also, a number of alleles that reduce the athletic performance of horses have been identified. The data obtained can be used as markers for selecting promising horses for equestrian sports.

**Key words:** riding horses, performance, microsatellite DNA loci, frequency of alleles.

**Введение.** На формирование продуктивности сельскохозяйственных животных оказывают влияние как генетические, так и паратипические (внешние) факторы, поэтому селекционная работа основывается на оценке животных фенотипическими и генетическими методами. Однако при традиционной оценке по фенотипу истинный генетический потенциал их может быть занижен или необъективно оценён. В связи с этим, одной из основополагающих задач генетики сельскохозяйственных животных является разработка методов объективной оценки генотипов и прогнозирование их продуктивности на ранних стадиях онтогенеза [1, 2, 3].

В коневодстве одним из главных селекционируемых признаков является работоспособность лошадей, которая имеет свою специфику в группах пород разной специализации. Как и другие качественные признаки, работоспособность лошадей определяется аддитивным взаимодействием многих генов и факторами внешней среды. Влияние генотипа на работоспособность лошадей достаточно существенно, при этом действие генов может варьировать по своей силе и значимости, поэтому несомненный интерес представляет выявление вариантов генов, которые могут служить генетическими маркерами высокой работоспособности лошадей [4, 5].



В настоящее время назрела необходимость в изучении влияния полиморфизма микросателлитных локусов ДНК на величину показателей хозяйственно-полезных качеств лошадей верховых пород отечественной селекции. Внедрение в практику разведения лошадей верховых пород новых разработок на основе ДНК-тестирования должно способствовать не только росту показателей воспроизводства, как наиболее значимой экономической категории в коневодстве, но и решению сложнейшей задачи тиражирования и сохранения уникальных генотипов лошадей, отвечающих возросшим требованиям их многогранного использования в различных дисциплинах конного спорта [6, 7, 8, 9, 10]. С учётом вышеуказанного исследования по данной проблеме являются весьма актуальными и необходимыми.

Целью работы являлось изучение связи полиморфизма микросателлитных локусов ДНК лошадей верховых пород с их работоспособностью.

**Материал и методика исследований.** Исследования выполнялись в Учреждении «Республиканский центр Олимпийской подготовки конного спорта и коневодства» Минского района Минской области.

Работоспособность лошадей верховых пород определялась на основании протокола оценки их двигательных и прыжковых качеств во время заводских испытаний.

ДНК-анализ проводили в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» согласно методике мультиплексного генотипирования по 17 микросателлитным локусам, рекомендованным ISAG: АНТ4, АНТ5, АSB2, АSB17, АSB23, СА425, HMS1, HMS2, HMS3, HMS6, HMS7, НТG4, НТG6, НТG7, НТG10, VHL20, LEX3. Для проведения ДНК-анализа были отобраны пробы биоматериала (волосы с луковичами) от каждой лошади (n=61).

Анализ полученных в результате электрофоретического разделения фрагментов ДНК данных и определение размеров выявленных аллелей исследуемых локусов и соответствующих генотипов животных проводили с использованием программного обеспечения Gene Mapper 4.1 (Applied Biosystems, США) [11].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Для выявления генов-маркеров проанализированы результаты оценки частоты встречаемости аллелей в микросателлитных локусах ДНК лошадей верховых пород с учетом их спортивной работоспособности (рисунки 1-6). Лошади были дифференцированы на 2 группы в зависимости от оценки их спортивных качеств: оценка работоспособности выше 7,5 баллов и ниже 7,5 баллов.

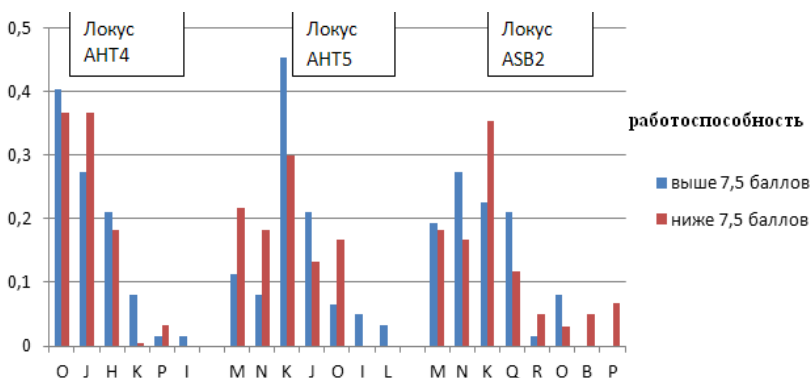


Рисунок 1 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусах АНТ4, АНТ5, АСВ2 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

Установлено, что лошади верховых пород с оценкой спортивных качеств 7,5 баллов и выше характеризуются более высокой частотой встречаемости аллеля О ( $0,403 \pm 0,06$ ) и Н ( $0,210 \pm 0,05$ ) в локусе АНТ4, а также наличием аллеля I с частотой  $0,016 \pm 0,01$ . У лошадей с оценкой спортивных качеств ниже 7,5 баллов наблюдалось увеличение концентрации аллеля J ( $0,367 \pm 0,06$ ) и аллеля Р ( $0,033 \pm 0,01$ ) по сравнению с более работоспособными сверстниками (различия недостоверны).

Выявлено, что по локусу АНТ5 лошади, имеющие оценку спортивных качеств 7,5 баллов и выше, характеризуются большей частотой встречаемости аллеля К ( $0,452 \pm 0,06$ ), J ( $0,24 \pm 0,05$ ), наличием аллеля I ( $0,05 \pm 0,03$ ). Указанный локус у лошадей с работоспособностью ниже 7,5 баллов оказался наименее полиморфным и характеризовался наличием 5 аллелей. К аллелям, обуславливающим низкую спортивную работоспособность, следует отнести М ( $0,217 \pm 0,05$ ) и N ( $0,183 \pm 0,05$ ).

По локусу АСВ2 лошади с оценкой спортивных качеств 7,5 и выше характеризуются меньшим аллельным разнообразием по сравнению с лошадьми менее работоспособной группы (не встречались аллели В и Р, низкая концентрация аллеля R). Частота встречаемости аллелей N, Q и О у них была выше и составила  $0,274 \pm 0,05$ ,  $0,210 \pm 0,05$  и  $0,081 \pm 0,03$  соответственно. У лошадей с низкой оценкой спортивных качеств отмечено увеличение частоты встречаемости аллеля К ( $0,353 \pm 0,06$ ), R ( $0,05 \pm 0,03$ ), наличие аллелей В ( $0,05 \pm 0,03$ ) и Р ( $0,067 \pm 0,03$ ).

Частота встречаемости аллеля N в локусе АСВ17 у лошадей с высокими спортивными качествами оказалась достоверно выше по сравнению с лошадьми менее работоспособной группы (при  $p \geq 0,001$ ) и составила  $0,355 \pm 0,06$ . Также лошади данной группы отличаются наличием

аллелей O ( $0,06\pm 0,03$ ) и I ( $0,016\pm 0,02$ ), отсутствием в генотипе аллелей H, F, S, наличие которых отмечено у лошадей с оценкой спортивных качеств 7,5 баллов и ниже.

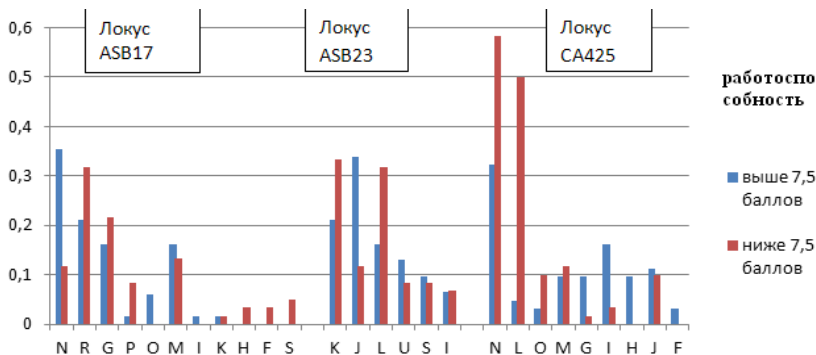


Рисунок 2 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусах ASB17, ASB23, CA425 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

В локусе ASB23 наблюдаются достоверные различия по частоте встречаемости аллеля J и L между исследуемыми лошадьми обеих групп. У лошадей с высокой оценкой спортивной работоспособности частота встречаемости аллеля J составила  $0,339\pm 0,06$ , что достоверно выше (при  $P\geq 0,01$ ) по сравнению со второй группой, где частота встречаемости данного аллеля была в 2,9 раза ниже ( $0,117\pm 0,04$ ). Лошади с оценкой спортивных качеств менее 7,5 баллов характеризуются более высокой частотой встречаемости аллеля K ( $0,333\pm 0,06$ ) и L ( $0,317\pm 0,06$  при  $P\geq 0,05$ ).

Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусе CA425 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств показал, что имеются достоверные различия по частоте встречаемости аллелей N и I между лошадьми обеих исследуемых групп. Так, частота встречаемости аллеля N у лошадей с оценкой спортивных качеств 7,5 баллов и ниже была достоверно выше (при  $p\geq 0,01$ ) и составила  $0,583\pm 0,06$ . В то же время лошади данной группы достоверно уступали по концентрации аллеля I ( $0,033\pm 0,02$ ) животным с оценкой 7,5 баллов и выше, где указанный показатель находится на уровне  $0,161\pm 0,05$  (при  $p\geq 0,05$ ).

Анализ данных рисунка 3 свидетельствует о том, что в одном из наименее полиморфных локусов – HMS1 у лошадей с высокой работоспособностью присутствует аллель L с частотой  $0,081\pm 0,03$  и аллель I ( $0,065\pm 0,03$ ). Наличие указанных аллелей в генотипе лошадей с низкой

работоспособностью не обнаружено.

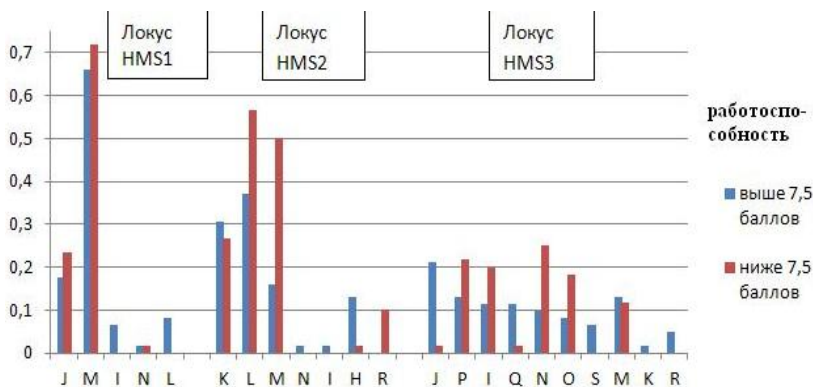


Рисунок 3 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусах HMS1, HMS2, HMS3 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

Показатели спортивной работоспособности лошадей верховых пород зависят от наличия и частоты встречаемости определённых аллелей в локусе HMS2. Частота встречаемости аллеля М и Н у лошадей с оценкой спортивных качеств более 7,5 баллов была достоверно выше по сравнению с лошадьми второй группы и составила  $0,161 \pm 0,05$  и  $0,129 \pm 0,04$  (при  $p \geq 0,05$ ) соответственно. Также в указанной группе отмечено отсутствие аллеля R, частота которого у лошадей с оценкой менее 7,5 баллов достаточно высокая и составляет  $0,100 \pm 0,04$ . Частота встречаемости аллеля L у них также достоверно выше по сравнению с лошадьми первой группы и составила  $0,567 \pm 0,06$  (при  $p \geq 0,05$ ).

Локус HMS3 у лошадей обеих исследуемых групп оказался достаточно информативным. В микросателлитном профиле лошадей с высокой работоспособностью выявлена достоверно более высокая концентрация аллеля J –  $0,210 \pm 0,05$  (при  $P \geq 0,001$ ) и аллеля Q –  $0,113 \pm 0,04$  (при  $p \geq 0,05$ ), здесь также установлен ряд аллелей (S, R, K), которые отсутствуют у животных менее работоспособной группы. Выявлены достоверные различия по частоте встречаемости аллеля N. У лошадей с оценкой ниже 7,5 баллов его частота была достоверно выше и составила  $0,250 \pm 0,06$  (при  $P \geq 0,05$ ). Концентрация аллелей P ( $0,217 \pm 0,05$ ), I ( $0,200 \pm 0,05$ ), O ( $0,183 \pm 0,05$ ) также была довольно высокой (различия недостоверны).

Анализ данных, представленных на рисунке 4, показал, что лошади исследуемых групп различаются наличием аллеля J и различной частотой встречаемости аллелей O ( $0,226 \pm 0,05$ – $0,117 \pm 0,04$ ) и M ( $0,194 \pm 0,05$ –

0,333±0,06). Незначительные отличия наблюдаются по частоте встречаемости аллеля Р (0,452±0,06-0,417±0,06) и К (0,097±0,04-0,100±0,04) в указанном микросателлитном локусе.

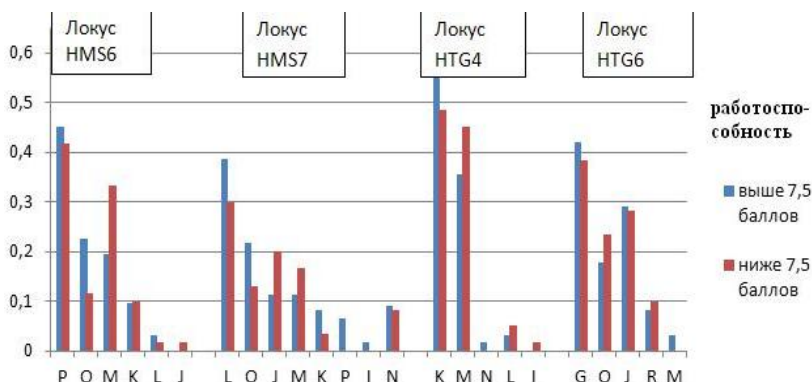


Рисунок 4 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусах HMS6, HMS7, HTG4, HTG6 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

Установлено, что у лошадей верховых пород, оценённых по спортивной работоспособности 7,5 баллами и выше, частота аллелей L и O была несколько выше (0,387±0,06 и 0,217±0,05 соответственно) по сравнению с лошадьми менее работоспособной группы, где частота аналогичных аллелей составила 0,300±0,06 и 0,129±0,04 (различия недостоверны). У животных второй группы наблюдается более высокая концентрация аллелей J и M – 0,200±0,05 и 0,167±0,05 соответственно. Следует отметить также отсутствие у лошадей данной группы аллелей Р и I.

Локус HTG4 у лошадей оказался не таким информативным, так как он является одним из наименее полиморфных наряду с локусом HTG6. Установлено, что лошади с оценкой спортивной работоспособности 7,5 баллов и выше характеризовались большей частотой встречаемости аллеля К (0,597±0,06) и наличием редкого аллеля N (0,016±0,02). Животные противоположной группы имели большую частоту встречаемости аллеля М (0,450±0,06) и L (0,032±0,02), а также наличие в генотипе аллеля I (0,017±0,02).

Лошади обеих исследуемых групп по микросателлитному локусу HTG6 различаются наличием аллеля М (0,032±0,02). По частоте встречаемости других аллелей значительных отличий не наблюдается, за исключением большей частоты аллеля О у животных, оценённых по работоспособности ниже 7,5 баллов.

Как показывают данные рисунка 5, по локусу HTG7 группы

исследуемых лошадей достоверно различаются частотой встречаемости аллеля O и N. У лошадей с оценкой спортивной работоспособности ниже 7,5 баллов отмечено наличие аллеля I ( $0,017 \pm 0,02$ ), а также большая концентрация аллеля O ( $0,550 \pm 0,06$ ) по сравнению с животными другой исследуемой группы ( $0,484 \pm 0,06$ ). Частота встречаемости аллеля N у лошадей группы высокой работоспособности была в 1,7 раза выше по сравнению с аналогичным показателем у лошадей с низкой оценкой спортивных качеств и составила  $0,226 \pm 0,05$ .

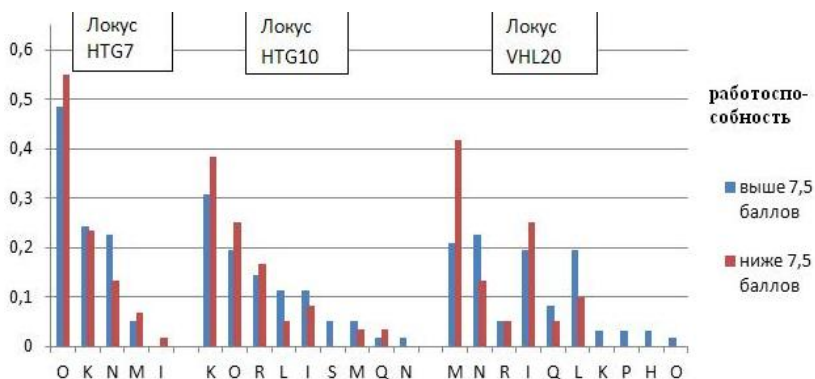


Рисунок 5 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусах HTG7, HTG10, VHL20 у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

Локус HTG10 у лошадей с высокой оценкой спортивной работоспособности отличается наличием 9 аллелей, в то время как у лошадей противоположной исследуемой группы выявлено только 7 (не встречались аллели S и N). У животных менее работоспособной группы преобладали аллели K ( $0,383 \pm 0,06$ ), O ( $0,250 \pm 0,06$ ), R ( $0,167 \pm 0,05$ ) и Q ( $0,05 \pm 0,03$ ). Установлено, что лошади с оценкой спортивной работоспособности 7,5 баллов и выше характеризуются большей частотой встречаемости аллелей L ( $0,113 \pm 0,04$ ), I ( $0,113 \pm 0,04$ ) и M ( $0,05 \pm 0,03$ ).

Следует отметить, что локус VHL20 у лошадей верховых пород является одним из наиболее полиморфных. Так, у лошадей с высокой оценкой спортивной работоспособности здесь выявлено 10 аллелей. Частота встречаемости аллеля M у лошадей с оценкой спортивных качеств ниже 7,5 баллов была достоверно выше по сравнению с лошадьми первой группы и составила  $0,417 \pm 0,06$  (при  $p \geq 0,001$ ). Лошади данной исследуемой группы также отличаются большей частотой встречаемости аллеля I ( $0,250 \pm 0,05$ ), отсутствием аллелей K, P, H и O.

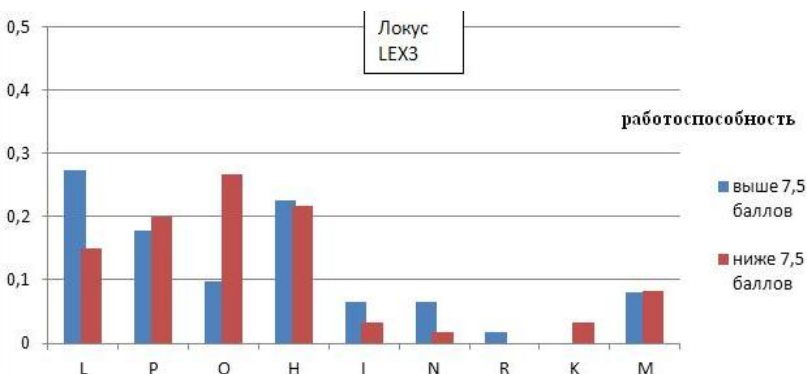


Рисунок 6 – Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей в локусе LEX3у лошадей верховых пород с дифференцированной оценкой спортивных качеств

Установлено, что у лошадей, обладающих невысокими спортивными качествами, частота встречаемости аллеля O достоверно выше по сравнению с животными первой группы и составляет  $0,267 \pm 0,06$  (при  $p \geq 0,05$ ), они также отличались низкой концентрацией аллелей N ( $0,017 \pm 0,02$ ) и I ( $0,033 \pm 0,02$ ), отсутствием в генотипе аллеля R. Невысокой частотой встречаемости отмечен аллель K, отсутствующий у лошадей с оценкой спортивных качеств более 7,5 баллов.

**Заключение.** Таким образом, в ходе проведённых исследований установлено, что лошади верховых пород с оценкой спортивных качеств выше 7,5 баллов характеризуются достоверно более высокой частотой встречаемости аллелей ASB17<sup>G</sup> ( $0,355 \pm 0,06$ ), ASB23<sup>J</sup> ( $0,339 \pm 0,06$ ), CA425<sup>I</sup> ( $0,161 \pm 0,05$ ), HMS2<sup>M</sup> ( $0,161 \pm 0,05$ ), HMS2<sup>H</sup> ( $0,129 \pm 0,04$ ), HMS3<sup>I</sup> ( $0,210 \pm 0,05$ ) и HMS3<sup>Q</sup> ( $0,113 \pm 0,04$ ) в соответствующих микросателлитных локусах. Выявлен также ряд аллелей снижающих спортивные качества лошадей. Это аллели АНТ4<sup>J</sup>, ASB17<sup>G</sup>, ASB23<sup>L</sup>, CA425<sup>N</sup>, HMS2<sup>L</sup>, HMS3<sup>N</sup>, НТГ4<sup>M</sup>, НТГ6<sup>O</sup>, НТГ7<sup>O</sup> и VHL20<sup>M</sup>.

Результаты исследований доказывают, что полученные данные могут быть использованы в качестве маркеров для отбора перспективных лошадей для конного спорта.

#### Литература

1. Васильева, О. К. Влияние генетических и паратипических факторов на качественные признаки молочной продуктивности высокопродуктивных коров черно-пестрой породы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.01 / О. К. Васильева; ГНУ ВНИИГРЖ. – Санкт-Петербург, 2006. – 24 с.
2. Калашникова, П. А. Проблемы использования методов анализа ДНК в генетической экспертизе племенных животных / П. А. Калашникова // Материалы Международной конференции. – Дубровицы : ВИЖ, 2002. – С. 46-51.

3. Шейко, И. П. Задачи селекционно-племенной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных / И. П. Шейко, Н. А. Попков // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 38–44.

4. Анализ интенсивности генетической дифференциации новых селекционных форм в коневодстве с использованием маркеров, ассоциированных с признаками мясной продуктивности / А. М. Зайцев [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 1. – С. 27-29.

5. Демин, В. А. Наследуемость показателей спортивной работоспособности у лошадей русской верховой породы / В. А. Демин, Е. В. Рябова // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : материалы 65-й междунар. науч.-практ. конф., 20-21 мая 2017 г. – Рязань, 2014 – С. 84-86.

6. Методы маркер-зависимой селекции / Н. Зиновьева [и др.] // Животноводство России. – 2006. – № 3. – С. 29-31.

7. Молекулярно-генетические исследования сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ : учебное пособие / Л. В. Гетманцева [и др.] ; Донской ГАУ. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 119 с.

8. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева [и др.] // Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 8-10.

9. Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных / М.А. Леонова [и др.] // Молодой учёный. – 2013. – № 12(59). – С. 612-614.

10. Храброва, Л. А. Использование ДНК-технологий в коневодстве / Л. А. Храброва // Эффективное животноводство. – 2015. – № 6 (115). – С. 13-17.

11. Технология генотипирования лошадей по микросателлитным локусам ДНК: мет. рекомендации / И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2016. – 18 с.

*Поступила 24.02.2023 г.*

УДК 636.4.082.22:004.424.23

Н.М. ХРАМЧЕНКО, А.В. РОМАНЕНКО, К.В. НЕВАР

## **ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ТОЧНОСТЬ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКИ (НА ПРИМЕРЕ СВИНОВОДСТВА)**

*Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В свиноводстве, в отличие от молочного скотоводства, система производства товарной продукции состоит из разных уровней племенной работы: ядро, множители и промышленные производители. Для оптимизации расчёта экономического веса необходимо использовать методику, позволяющую разделить вклад конкретного уровня племенного предприятия, породы и пола свиней в прибыль, получаемую от производства товарного животного. В связи с этим проведён анализ изменения точности селекционного индекса в зависимости от исходных селекционно-генетических параметров и агрегатного генотипа. В исследованиях использовался комплексный индекс, предложенный для хряков-производителей, включающий два признака: среднесуточный прирост (ССП) и



толщину шпика (ТШ). Выявлена нелинейная зависимость надёжности и коэффициентов наследуемости, при которой увеличение надёжности составило от 5 до 13 % точности по мере роста коэффициентов наследуемости на 10 %, что свидетельствует о более надёжной оценке по признакам с высокой наследуемостью. Установлено, что экономический вес признаков оказывает влияние только на размерность разрабатываемого индекса.

**Ключевые слова:** селекционный индекс, агрегатный генотип, экономическая ценность, свиньи.

M.M. KHRAMCHANKA, A.V. ROMANENKO, K.V. NEVAR

## **INFLUENCE OF SELECTION AND GENETIC PARAMETERS ON THE ACCURACY OF INDEX ESTIMATION (BY THE EXAMPLE OF PIG BREEDING)**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

In pig breeding, in contrast to dairy cattle breeding, the system of commercial production consists of different levels of breeding work: nucleus, multipliers and industrial producers. To optimize the calculation of economic value, it is necessary to use a methodology that allows us to divide the contribution of a particular level of breeding enterprise, breed and gender of pigs in the profit received from the production of a marketable animal. In this connection, the analysis of changes in the accuracy of the selection index depending on the initial selection and genetic parameters and aggregate genotype was carried out. A composite index, including two traits, was used for stud boars: average daily gain (ADG) and fat thickness (FT). A non-linear dependence of reliability and heritability coefficients was found, with reliability increasing from 5% to 13% as the heritability coefficients increased by 10%, indicating a more reliable estimate for traits with high heritability. It was found that the economic value of the traits had an impact only on the dimensionality of the developed index.

**Keywords:** selection index, aggregate genotype, economic value, pigs.

**Введение.** Цель разведения – это определение признака животных (хозяйственно полезные или связанные с ними), по которым ведётся селекционно-племенная работа в конкретно взятой популяции (группе пород или линии), характеризующейся особенными селекционно-генетическими параметрами [1].

В идеальной ситуации цель состоит из единственного признака, племенная ценность которого является критерием для ранжирования животных в оцениваемой популяции. В практике свиноводства зачастую это не один признак, а комбинация, состоящая из нескольких признаков, имеющих определённую ценность для селекционера.

Для свиноводческих предприятий актуальным является повышение совокупной эффективности и снижение себестоимости продукции

путём роста производительности, улучшения конверсии корма, воспроизводства, здоровья и сохранности животных до убоя.

Очевидной экономической целью разведения является максимизация прибыли. В племенном животноводстве республики эта цель является логичной для существующего уровня селекции и производства. Однако есть несколько сложных проблем, которые приходится решать по мере разработки и совершенствования программ селекции: чью прибыль максимизировать – производителя товарных животных, производителя мясной продукции или продавца; необходимость учитывать квортирование сельхозпроизводства; определять, кто получит дополнительную прибыль – племенное ядро, множитель или производитель товарных животных и т. д. [2].

Чтобы увеличить прибыль производства за счёт селекции необходимо определить, какие родители позволят сделать это в следующем поколении. Один из способов решения этой проблемы состоит в том, чтобы рассматривать прибыль как признак животного, оценивать племенную ценность по признаку «прибыль» и отбирать животных с самой высокой племенной ценностью [3]. Но для реализации данного принципа в свиноводстве есть несколько проблем:

- в свиноводстве племенное поголовье не приносит прямой прибыли, основную массу денежной выручки получают от товарных животных (двух- или трёхпородных);

- требуются индивидуальные записи о прибыли животного, которые можно получить зачастую только после его смерти;

- все факторы, влияющие на прибыль, не могут быть учтены на одном животном;

- на признак «прибыль» влияют не только генетические и хозяйственные условия, но и экономические, поэтому он будет различаться в различных странах;

- племенную ценность по конкретному признаку невозможно рассчитать оптимальным образом, так как фенотипические показатели, определяющие прибыль (прирост, многоплодие, затраты корма и др.), имеют взаимосвязи, которые не учитываются при получении племенной ценности по признаку «прибыль».

Альтернативный подход к селекции на увеличение прибыли разработан в 1943 Хейзелем [4] и в настоящее время является общепринятым в качестве экономического метода отбора. Он состоит в том, чтобы определить агрегатный генотип и использовать его для получения линейного селекционного индекса. Агрегатный генотип в данном методе это и есть цель разведения по нескольким признакам продуктивности.

Агрегатный генотип можно записать как:

$$H = v_1A_1 + v_2A_2 + \dots + v_iA_i$$

где:  $H$  = агрегатный генотип (цель разведения);  
 $v$  = экономический вес признака;  
 $A$  = племенная ценность признака;  
 $i$  = количество признаков в агрегатном генотипе.

Цель агрегатного генотипа ( $H$ ) описать с помощью линейной функции генетическую изменчивость селекционируемых признаков в зависимости от их племенной ценности и экономической значимости признака. Это позволяет связать экономическую составляющую ( $v$ ) с генетическими (биологическими) аспектами ( $A$ ), которые как правило более устойчивы во времени и не зависят от экономических факторов. Новые экономические условия могут быть быстро внедрены в комплексную оценку путём изменения экономической ценности ( $v$ ) в агрегатном генотипе.

Расчёт экономической ценности признака основывается на том, что экономический вес ( $v$ ) в агрегатном генотипе определяется как величина полученной или утраченной прибыли, рассчитанная при изменении племенной ценности секционированного признака на единицу его измерения, при сохранении без изменений других признаков, включённых в агрегатный генотип. Применяют три общих метода для её определения [2]:

1. *Метод расчёта.* В этом методе экономическая ценность ( $v$ ) рассчитывается как прибыль, полученная от увеличения выручки на единицу селекционируемого признака за вычетом затрат на получение этого прироста. Данный метод не исключает двойного подсчёта прибыли. Например, показатели многоплодия и количества поросят при отъёме, массы гнезда, молочности и приростов молодняка трудно разделить, так как они положительно связаны между собой.

2. *Функция прибыли.* Это единое уравнение, описывающее изменение чистой экономической отдачи (прибыли, выручки) как функции ряда физических и биологических параметров. Этот метод позволяет избежать двойного подсчёта, так как признаки объединены в одно уравнение, и широко используется в племенном деле.

3. *Биоэкономическая модель.* Производственные системы сложны и часто их невозможно описать одной функцией с большим (но не бесконечным) количеством переменных. В биоэкономической модели биологические и экономические аспекты производственной системы описываются как взаимосвязанная система, состоящая из множества уравнений. Примеров разработки биоэкономических моделей для свиноводства очень много [5, 6, 7, 8]. Эти модели описывают жизненный цикл свиней и включают все биологические и экономические параметры, начиная с приобретения ремонтных свинок до сдачи на мясокомбинат товарных гибридов. В наших исследованиях мы использовали данный

метод как оптимальный, позволяющий максимально учесть аспекты системы племенного и товарного свиноводства.

При определении агрегатного генотипа и разработанных на его основе селекционных индексов необходимо иметь четкие различия между экономическими признаками, входящими в агрегатный генотип, и признаками, которые включены только в индекс и не имеют экономической значимости (экстерьер, здоровье и др.).

В свиноводстве, в отличие от молочного скотоводства, система производства товарной продукции состоит из разных уровней племенной работы: ядро, множители и промышленные производители. Более того, животные, полученные в племенном ядре, имеют различный уровень племенной ценности и различную интенсивность использования племенного поголовья для получения товарного молодняка. Это не позволяет напрямую использовать в качестве экономических весов предельную экономическую ценность, полученную от изменения признака в товарной производственной системе, в которой используется от двух до четырёх пород племенных животных [9]. С целью оптимизации расчёта экономического веса необходимо использовать методику, позволяющую разделить вклад конкретного уровня племенного предприятия, породы и пола свиней в прибыль, получаемую от производства товарного животного.

**Материал и методика исследований.** Для анализа изменения точности комплексной оценки племенной ценности животных в зависимости от входных селекционно-генетических параметров и агрегатного генотипа в исследованиях использовался индекс, предложенный для хряков-производителей и включающий два признака: среднесуточный прирост (ССП) и толщину шпика (ТШ).

В качестве селекционно-генетических параметров использовались теоретические значения: коэффициента наследуемости в диапазоне от 0,1 до 1,0; фенотипического и генотипического коэффициента корреляции между селекционируемыми признаками в диапазоне от 0,9 до -0,9; стандартного отклонения признаков, входящих в индекс, преобразованное в коэффициент изменчивости, от 10 до 90 % (0,10-0,90) и соотношение признаков в агрегатном генотипе от  $10 \times 90$  до  $90 \times 10$  для СПП и ТШ соответственно.

При изменении каждого из исследуемых селекционно-генетических параметров в указанном диапазоне остальные оставались неизменными и соответствовали параметрам, использованным при разработке индекса (таблица 1). Фактические весовые коэффициенты индекса при этих параметрах составили: для среднесуточного прироста – 3,547, для толщины шпика – (-6,041).

Таблица 1 – Селекционно-генетические параметры для расчета весовых коэффициентов индекса

Признак	Экономический вес (a)		h <sup>2</sup>	σ	Корреляция над диагональю генотипическая, под диагональю фенотипическая	
	руб.	%			ССП	ТШ
ССП	5,12	91	0,71	50,9	-	0,15
ТШ	-9,23	9	0,26	2,96	0,15	-

В качестве критериев изменения точности оценки использовались следующие параметры:

- точность (надежность) индекса ( $r_{HI}$ ):

$$r_{HI} = \sqrt{\frac{b'Gv}{v'Gv}}$$

- ожидаемое генетическое превосходство ( $S_H$ ) при селекции на одно стандартное отклонение индекса:

$$S_H = \frac{b'Gv}{\sqrt{b'Pb}}$$

- ожидаемое генетическое превосходство для признаков, входящих в индекс ( $S_g$ ) при селекции на одно стандартное отклонение индекса:

$$S_g = \frac{b'G}{\sqrt{b'Pb}}$$

Расчёт проведён в программе MS EXCEL.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Анализ изменения надежности (точности) комплексной оценки племенной ценности в зависимости от величины наследуемости селекционируемых признаков приведён на рисунке 1.

Установлено, что по мере увеличения наследуемости признака надёжность индексной оценки стремится к единице.

Выявлена нелинейная зависимость, при которой увеличение надёжности составило от 5 до 13 % точности по мере роста коэффициентов наследуемости на 10 %. Это свидетельствует о том, что индексная оценка наиболее надёжна по признакам с высокой наследуемостью. Таким образом, использование оптимальных методов определения генетической и средовой изменчивости даёт возможность поднять надёжность индексной селекции за счёт уточнения коэффициентов наследуемости.

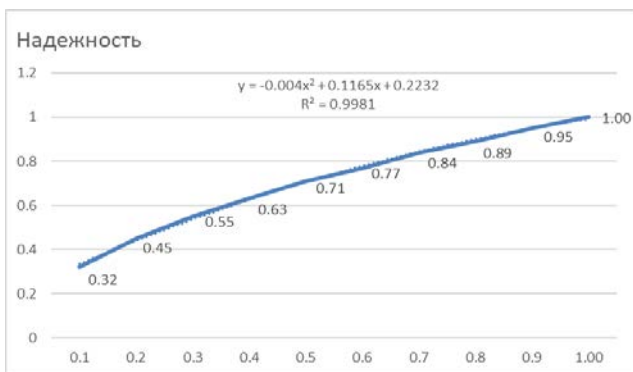


Рисунок 1 – Динамика изменения надежности (в долях единицы) индексной оценки в зависимости от наследуемости селекционируемых признаков

Взаимосвязь ожидаемого генетического превосходства по комплексному индексу и по признакам, входящим в него, имела строго линейную зависимость с наследуемостью, равную 25 баллам, 5 граммам и 0,01 мм, для индекса, среднесуточного прироста и толщины шпика на каждые 10 % коэффициента наследуемости соответственно. Зависимость точности (надёжности) индексной оценки и ожидаемого генетического превосходства от величины коэффициентов корреляции между признаками, включёнными в индекс, представлена на рисунке 2.

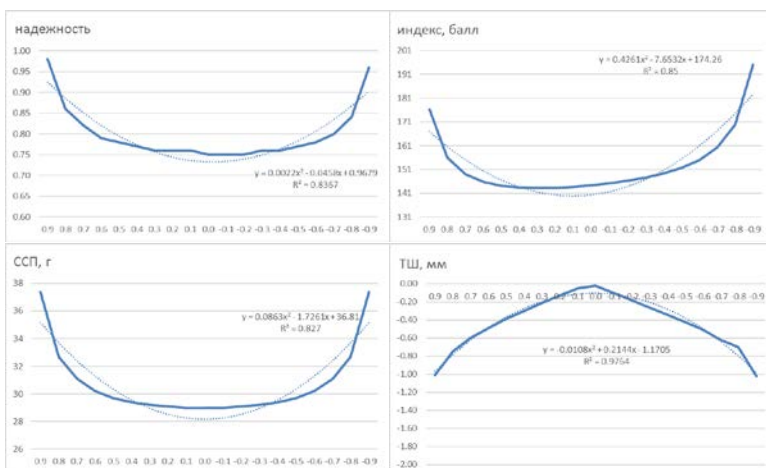


Рисунок 2 – Динамика изменения точности (надёжности) индексной оценки и ожидаемого генетического превосходства в зависимости от величины коэффициентов корреляции

Установлено, что сила взаимосвязи между признаками оказывает влияние на точность селекции ограничено. При отсутствии корреляции между признаками точность индексной оценки находилась в пределах близких к расчётному значению 0,76. По мере роста величины взаимосвязи точность оценки нелинейно стремилась к единице независимо от направления корреляции.

Аналогичная тенденция отмечена и по величине ожидаемого превосходства как по комплексному индексу, так и по входящим в него селекционируемым признакам, увеличиваясь по мере роста корреляции между ними. По толщине шпика отмечен обратный график, так как данный признак имеет предпочтительные значения признака при отрицательных значениях генетического превосходства.

Установлено, что величина изменчивости исследуемых признаков, используемая при разработке индексов, не оказывает влияние на точность оценки. При всех исследуемых градациях надёжность признака осталась неизменной и составила 0,76. Ожидаемое генетическое превосходство по индексу и по селекционируемым признакам (среднесуточный прирост, толщина шпика) на один процент коэффициента изменчивости составило 16,3 балла, 3,3 грамма и 0,0035 мм соответственно.

Соотношение признаков в агрегатном генотипе обусловлено экономическим весом каждого включённого в него признака, выраженном в денежном эквиваленте. В нашей работе исследуемые соотношения признаков были получены двумя методами: увеличением экономического вклада среднесуточного прироста и толщины шпика соответственно. Использование разных методов определения исследуемых отношений, а именно изменения экономических весов селекционируемых признаков, не оказало влияние на надёжность индексной оценки, в то же время при изменении соотношения признаков надёжность изменялась. На рисунке 3 представлена динамика изменения точности (надёжности) индексной оценки в зависимости от соотношения признаков в агрегатном генотипе.

Установлено, что по мере уменьшения доли среднесуточного прироста, имеющего высокую наследуемость в исследуемой популяции, точность оценки снижалась с 0,76 до 0,46. Такое снижение надёжности было нелинейным и усиливалось по мере увеличения доли толщины шпика в агрегатном генотипе.

По полученным результатам можно заключить, что надёжность индексной оценки зависит от доли селекционируемого признака в комплексном индексе, а не от экономического выражения признаков в отдельности.

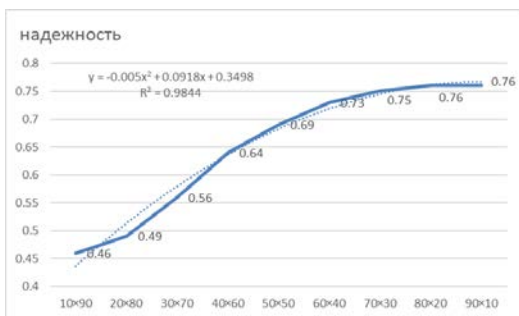


Рисунок 3 – Динамика изменения точности (надежности) индексной оценки в зависимости от соотношения признаков в агрегатном генотипе

Исследуемые методы формирования соотношения признаков оказали влияние на величину индексов и имели обратную зависимость (рисунок 4). Левый график сформирован при увеличении экономического вклада среднесуточного прироста для получения искомым соотношений (экономический вклад цены шпика не изменялся), правый график сформирован при увеличении вклада толщины шпика – вес среднесуточного прироста не изменялся.

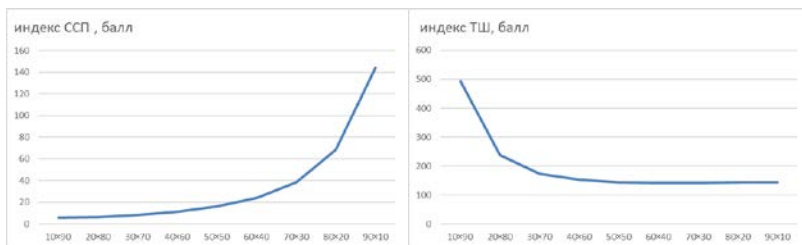


Рисунок 4 – Динамика изменения ожидаемого генетического превосходства индексной оценки в зависимости от соотношения признаков в агрегатном генотипе

Стоит отметить, что несмотря на изменения в величине индекса и его генетического превосходства, которые вызваны разными методами получения соотношений признаков, величины ожидаемого генетического превосходства оставались неизменными, имели нелинейную зависимость (рисунок 5) и соответствовали росту или снижению доли селекционируемого признака в комплексном индексе.



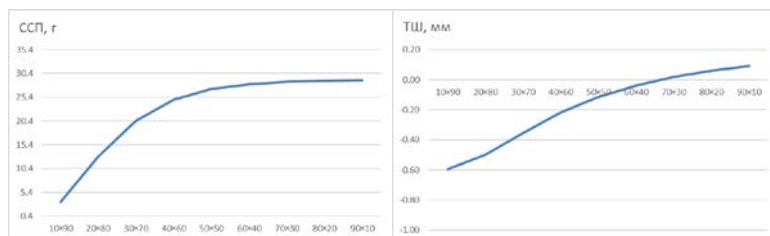


Рисунок 5 – Динамика изменения ожидаемого генетического превосходства по селекционируемым признакам входящим в индекс в зависимости от соотношения их в агрегатном генотипе

Таким образом, можно сделать вывод, что экономический вес признаков оказывает влияние только на размерность разрабатываемого индекса и не влияет на точность и ожидаемое генетическое превосходство по признакам, которые находятся в зависимости от соотношения весов в агрегатном генотипе. Это даёт основание использовать в качестве агрегатного генотипа соотношение признаков в долях единицы при разработке комплексных индексов племенной ценности, если не стоит цель получить индекс в денежном выражении.

**Заключение.** Установлены закономерности влияния селекционно-генетических параметров, используемых при разработке селекционного индекса, на надёжность (точность) и ожидаемое генетическое превосходство при селекции на одно стандартное отклонение.

Выявлена нелинейная зависимость надёжности и величины коэффициентов наследуемости селекционируемых признаков, увеличение составило от 5 до 13 % по мере роста коэффициентов наследуемости на 10 %. Это свидетельствует о том, что индексная оценка наиболее надёжна по признакам с высокой наследуемостью.

Установлено, что сила взаимосвязи между признаками оказывает влияние на точность селекции ограничено. По мере роста величины взаимосвязи точность оценки нелинейно стремилась к единице, независимо от направления корреляции.

Величина изменчивости исследуемых признаков не оказывает влияние на точность оценки. Ожидаемое генетическое превосходство по индексу и по селекционируемым признакам (среднесуточный прирост, толщина шпика) на один процент коэффициента изменчивости составило 16,3 балла, 3,3 грамма и 0,0035 мм соответственно.

На основании анализа влияния соотношения признаков в агрегатном генотипе на надёжность и генетическое превосходство установлено, что при использовании теории селекционного индекса экономический вес признаков оказывает влияние только на размерность рассчитываемого

признака в индексе и не влияет на точность и ожидаемое генетическое превосходство, которые находятся в зависимости от соотношения весов в агрегатном генотипе. Это даёт основание использовать в качестве агрегатного генотипа соотношение признаков в долях единицы при разработке комплексных индексов племенной ценности, если не стоит цель получить индекс в денежном выражении.

Закономерности, выявленные на данном этапе исследований, на примере индекса, включающего два признака среднесуточный прирост и толщину шпика, применимы для всех индексов, разрабатываемых на основе теории селекционного индекса.

#### Литература

1. Oldenbroek, Kor. Textbook Animal Breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students / Kor Oldenbroek, L. van der Waaij ; Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre. – 2014. – 311 p.

2. Design and optimization of animal breeding programmers / J. C. M. Dekkers [et al.] // Studylib [Electronic resource]. – 2013-2023. – Access mode: <https://studylib.net/doc/14354490/design-and-optimisation-of-animal-breeding-programmes-lec...>

3. Meuwissen, T. H. Estimation of effects of quantitative trait loci in large complex pedigrees / T. J. Meuwissen, M. E. Goddard // Genetics. – 1997. – Vol. 146. – P. 409–416.

4. Hazel, L. N. The selection index--then, now, and for the future / L. N. Hazel, G. E. Dickerson, A. E. Freeman // Dairy J. Dairy Sci. – 1994. – Vol. 77(10). – P. 3236-3251.

5. DeVries, A. G. A model to estimate economic values of traits in pig breeding / A. G. DeVries // Livestock Production Science. – 1989. – Vol. 21. – P. 49-66.

6. Tess, M. W. Simulation of Genetic Changes in Life Cycle Efficiency of Pork Production, II. Effects of Components on Efficiency / M. W. Tess, G. L. Bennett, G. E. Dickerson // Journal of Animal Science. – 1983. – Vol. 56, Issue 2. – P. 354–368.

7. Houska, L. Economic weights for production and reproduction traits of pigs in the Czech Republic / L. Houska, M. Wolfova, J. Jaromír // Livestock Production Science. – 2004. – Vol. 85. – P. 209-221.

8. Economic values for traits of pigs in Hungary / L. Houška [et al.] // Czech. J. Anim. Sci. – 2010. – Vol. 55. – P. 139-148.

9. Impact of crossing system on relative economic weights of traits in purebred populations. / M. Wolfova [et al.] // J. Anim. Breed. Genet. – 2001. – Vol. 118. – P. 389-402.

*Поступила 9.12.2022 г.*

И.П. ШЕЙКО<sup>1</sup>, Е.А. ЯНОВИЧ<sup>1</sup>, Т.Н. ТИМОШЕНКО<sup>1</sup>,  
Н.В. ПРИСТУПА<sup>1</sup>, И.В. АНИХОВСКАЯ<sup>1</sup>, А.Ч. БУРНОС<sup>1</sup>, Е.С. СРЕДА<sup>2</sup>

## ГЕНЕАЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СВИНЕЙ ПОРОДЫ ЛАНДРАС ПО ДНК-МС

*<sup>1</sup>Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>СГЦ «Заднепровский», Республика Беларусь*

Изучение генетического полиморфизма различных пород сельскохозяйственных животных – актуальное направление современной популяционной генетики. Микросателлиты являются удобными генетическими маркерами в геноме животных, однако их использование в практике свиноводства требует широкого спектра исследований, направленных на оценку их прикладной значимости. В связи с этим нами изучена генеалогической структуры свиней породы ландрас, разводимых в сельскохозяйственном филиале «СГЦ "Заднепровский"» ОАО «Оршанский КХП» на основе анализа по ДНК-МС. При проведении анализа внутривидовой генеалогической структуры изучаемых животных установлено, что свиньи линий Замка и Залива отличались наибольшим генетическим сходством с животными других линий. Кластерная структура свиней породы ландрас, построенная на основании результатов анализа ДНК-микросателлитов полностью согласуется с данными происхождения свиней.

**Ключевые слова:** свиньи, ландрас, локус, аллель, генетическая изменчивость, ДНК-микросателлиты.

I.P. SHEIKO<sup>1</sup>, E.A. YANOVICH<sup>1</sup>, T.N. TIMOSHENKO<sup>1</sup>,  
N.V. PRISTUPA<sup>1</sup>, I.V. ANIKHOVSKAYA<sup>1</sup>, A.C. BURNOS<sup>1</sup>,  
E.S. SREDA<sup>2</sup>

## GENEALOGICAL STRUCTURE OF LANDRACE PIGS BASED ON DNA-MS ANALYSIS

*<sup>1</sup>Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>SGC "Zadneprovsky", Republic of Belarus*

The study of genetic polymorphism of various breeds of farm animals is an important area of modern population genetics. Microsatellites are easy-to-analyze genetic markers in the genome of animals; however, their use in the practice of pig breeding requires a wide range of studies aimed at assessing their applied significance. In this connection, we studied the genealogical structure of Landrace pigs bred at the agricultural branch "SGC "Zadneprovsky" of JSC "Orsha bread products company"

based on DNA-MS analysis. When analyzing the intrabreed genealogical structure of the studied animals, it was found that pigs of the Zamka and Zaliv lines were distinguished by the greatest genetic similarity with animals of other lines. The cluster structure of Landrace pigs, based on the results of microsatellite DNA analysis, is completely consistent with the data on the origin of pigs.

**Keywords:** pigs, Landrace, locus, allele, genetic variability, microsatellite DNA.

**Введение.** Изучение генетического полиморфизма различных пород сельскохозяйственных животных – актуальное направление современной популяционной генетики. Микросателлиты являются удобными генетическими маркерами в геноме животных вследствие высокого уровня полиморфизма и стабильного аутосомного кодоминантного наследования [1, 2]. ДНК-МС достаточно широко распространены в геноме и могут располагаться как в экзонах, так и в интронах. Данный тип маркеров является гипервариабельным, что обуславливается одновременным существованием в популяции до 15-20 аллелей по определённому локусу ДНК-МС. Таким образом, генотипы отдельных животных по локусам ДНК-МС могут выступать в качестве удобных маркеров при проведении оценок их генетического разнообразия в исследуемых популяциях, а частное распределение генотипов по данным локусам может отражать процессы микроэволюции в них. Сопоставление фактического и потенциального разнообразия позволяет оценить «запас прочности» генетического разнообразия в популяциях и вовремя заметить проблему значительного его исчерпания вследствие тех или иных популяционно-генетических процессов. Ранее проводимые исследования доказали эффективность применения микросателлитных маркеров [3, 4, 5, 6]. Вместе с тем, использование ДНК-МС в практике требует широкого спектра исследований, направленных на оценку их прикладной значимости в животноводстве и, в частности, в свиноводстве.

Цель работы – изучение генеалогической структуры свиней породы ландрас, разводимых в с.-х. филиале «СГЦ "Заднепровский"» ОАО «Оршанский КХП» на основе анализа по ДНК-МС.

**Материал и методика исследований.** Объектом исследования являлись свиньи породы ландрас, разводимые на племферме № 4 в с.-х. филиале «СГЦ "Заднепровский"»ОАО «Оршанский КХП». У животных взяты пробы ткани (ушной выщип). В лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведён микросателлитный анализ по 15 локусам ДНК-МС. После получения микросателлитных профилей сформирована матрица генотипов в формате Microsoft Excel. Обработку данных осуществляли по Вейр [7] с использованием программного обеспечения GenAIEx (ver. 6.5). Оценку степени генетической дифференциации определяли на основании

матрицы попарных значений DJost [8] с последующим построением филогенетического дерева по алгоритму «сети соседей» (Neighbor-Net) в программе PAST 4.11.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Основные структурные единицы в любой породе – линии и семейства, которые с одной стороны, качественно отличаются друг от друга, а с другой – могут довольно тесно переплетаться между собой. Разведение по генеалогическим группам является одним из приёмов создания высокопродуктивных и наследственно устойчивых племенных животных. Животные породы ландрас в с.-х. филиале «СГЦ "Заднепровский"» принадлежат к 9 генеалогическим линиям: Залив, Замок, Зефир, Звук, Зигзаг, Escoll, Flauscher, Lafrano и Nordis.

При анализе генеалогической структуры животных породы ландрас на основе МС-ДНК выявлены межлинейные различия распределения частот аллелей по изученным локусам. Более высоким показателем числа аллелей на локус отличались животные породы ландрас линий Зигзаг (3,07), Escoll (3,27), Замок (3,27) и Залив (3,47) (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика полиморфизма изученных STR-локусов

Генеалогическая группа	Число аллелей на локус (Na)	Число эффективных аллелей на локус (Ae)	Ожидаемая гетерозиготность (He)	Наблюдаемая гетерозиготность (Ho)	Индекс фиксации (Fis)	Величина генетического равновесия
Замок	3,27	2,40	0,563	0,571	0,011	ns
Залив	3,47	2,58	0,564	0,580	-0,005	ns
Зефир	2,33	1,89	0,419	0,578	-0,369	ns
Зигзаг	3,07	2,43	0,548	0,683	-0,219	ns
Звук	2,93	2,09	0,447	0,587	-0,223	ns
Escoll	3,27	2,72	0,590	0,683	-0,155	ns
Lafrano	2,40	2,20	0,467	0,700	-0,508	ns
Flauscher	2,07	1,87	0,400	0,467	-0,144	ns
Nordis	2,80	2,39	0,533	0,733	-0,362	ns

Животные данных линий соответственно характеризовались и большим числом эффективных аллелей на локус (Ae). Максимальное значение ожидаемого уровня гетерозиготности (He) установлено в локусах свиней линии Escoll (590), минимальное значение отмечено для локусов свиней линии Flauscher (0,400). Выявлено увеличение уровня наблюдаемой гетерозиготности в сравнении с ожидаемой у свиней всех линий. Отмечается избыток гетерозигот, о чём свидетельствуют отрицательные значения индекса фиксации (Fis). У животных линий Nordis, Зефир и Lafrano

величины индекса составила - 0,362, -0,369 и -0,508 соответственно.

Свиньи линии Замок находятся в равновесном состоянии, показатель фиксации равен 0,011. Разница между наблюдаемым и ожидаемым значениями гетерозиготности у животных данной линии является незначительной (0,008).

Коэффициенты генетических расстояний и генетического сходства между животными породы ландрас девяти генеалогических линий в СПЦ «Заднепровский» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Генетические расстояния между животными породы ландрас с учётом генеалогической принадлежности

Линия	Генетические расстояния								
	Замок	Залив	Зефир	Зигзаг	Звук	Escoll	Lafrano	Flauscher	Nordis
Замок	***	0,164	0,144	0,182	0,160	0,226	0,289	0,190	0,276
Залив	0,849	***	0,196	0,178	0,188	0,189	0,176	0,205	0,224
Зефир	0,866	0,822	***	0,234	0,248	0,276	0,257	0,323	0,533
Зигзаг	0,834	0,837	0,791	***	0,284	0,205	0,381	0,290	0,241
Звук	0,853	0,828	0,780	0,753	***	0,283	0,261	0,182	0,364
Escoll	0,798	0,828	0,759	0,815	0,754	***	0,267	0,308	0,310
Lafrano	0,749	0,838	0,773	0,683	0,770	0,766	***	0,267	0,429
Flauscher	0,827	0,815	0,724	0,748	0,833	0,735	0,766	***	0,301
Nordis	0,759	0,800	0,587	0,786	0,695	0,733	0,651	0,740	***
Замок	Генетическое сходство								

Животные линий Замка и Залива отличались наибольшим генетическим сходством со свиньями других линий – 0,749-0,866 и 0,800-0,838 соответственно. Достаточно высокие коэффициенты установлены также между животными линий Зигзаг и Escoll (0,815), Звук и Flauscher (0,833). Наименьшее генетическое сходство отмечено между линиями Зефир и Nordis (0,587), Lafrano и Nordis (0,651).

Значения индекса фиксации Fst при парном сравнении представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Индексы фиксации Fst при парном сравнении исследуемых линий животных породы ландрас

Линия	Замок	Залив	Зефир	Зигзаг	Звук	Escoll	Lafrano	Flauscher	Nordis
Замок	0,000								
Залив	0,054	0,000							
Зефир	0,071	0,089	0,000						
Зигзаг	0,061	0,058	0,102	0,000					
Звук	0,066	0,076	0,122	0,106	0,000				
Escoll	0,063	0,062	0,111	0,067	0,102	0,000			
Lafrano	0,106	0,075	0,124	0,135	0,113	0,103	0,000		
Flauscher	0,098	0,096	0,166	0,130	0,102	0,135	0,136	0,000	
Nordis	0,092	0,075	0,190	0,083	0,134	0,093	0,153	0,137	0,000

Установлено, что наибольшей удаленностью от других линий

характеризовались животные линии Зефира ( $F_{st}=0,102-0,190$ ). Более близким генеалогическим родством характеризовались свиньи линии Замок, у которого индексы фиксации  $F_{st}$  с животными линиями Залива, Зигзага, Escoll и Звука – 0,054, 0,061, 0,063 и 0,066 соответственно. Минимальные генетические дистанции установлены также между линиями Залива и Зигзага (0,058), Залива и Escoll (0,062).

Анализ исследуемых групп свиней, проведенный на основе матрицы попарных генетических дистанций по показателю  $F_{ST}$  с последующей визуализацией результатов на филогенетическом дереве по алгоритму «сети соседей» (Neighbor-Net) свидетельствует об формировании 2 кластеров, включающих семь и две генеалогические группы, с делением их на подкластеры (рисунок 1).

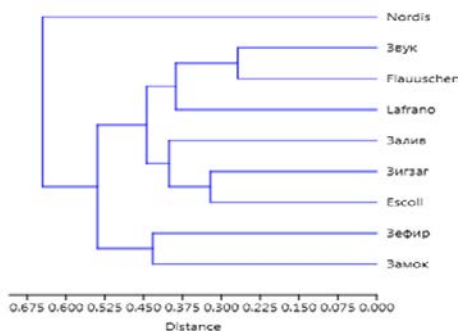


Рисунок 1 – Дендрограмма филогенетического родства изученных генетических групп животных породы ландрас в СГЦ «Заднепровский»

Первый кластер представлен двумя подкластерами – Звук – Flauscher и Зигзаг – Escoll, которые, в свою очередь, имеют генетические ответвления. В целом следует отметить наибольшую генетическую удаленность свиней линии Nordis от всех животных. Они образуют отдельно отстоящую ветвь дендрограммы. Второй кластер представлен подкластером Зефир – Замок.

Кластерная структура свиней породы ландрас, построенная на основании результатов анализа ДНК-микросателитов, полностью согласуется с данными происхождения свиней.

**Заключение.** Проведён анализ внутривидовой генеалогической структуры животных породы ландрас, разводимых в СГЦ «Заднепровский» по 15-ти локусам ДНК-МС. Более высоким показателем числа аллелей на локус характеризовались свиньи породы ландрас линий Зигзаг

(3,07), Escoll (3,27), Замок (3,27) и Залив (3,47). Животные линий Замка и Залива отличались наибольшим генетическим сходством со свиньями других линий. Коэффициенты генетического сходства составили 0,749-0,866 и 0,800-0,838 соответственно. Наибольшей удалённостью от других линий характеризовались животные линии Зефира ( $F_{st}=0,102-0,190$ ). Животные породы ландрас в СГЦ «Заднепровский» формируют 2 кластера, включающих семь и две генеалогические группы, с делением их на подкластеры.

#### Литература

1. Зиновьева, Н. А. Генетическая экспертиза сельскохозяйственных животных: применение тест-систем на основе микросателлитов / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 9. – С. 46-48.
2. Зиновьева, Н. А. Оценка роли ДНК-микросателлитов в генетической характеристике популяции черно-пестрого скота / Н. А. Зиновьева, Н. И. Стрекозов, Л. А. Молофеева // Зоотехния. – 2009. - № 1. – С. 2-4.
3. Шевелёва, О. М. Характеристика генетической структуры стада герефордской породы по STR-локусам / О. М. Шевелёва, М. А. Часовщикова // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 4. – С. 71-77.
4. Характеристика генофонда крупного рогатого скота герефордской породы по микросателлитным ДНК / С. Д. Нурбаев [и др.] // Современные проблемы сельскохозяйственных наук в мире : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Казань, 2016. – С. 3336.
5. Parentage testing and linkage analysis in the horse using a set of highly polymorphic microsatellites / D. S. Marklun [et al.] // Animal Genetics. – 1994. – Vol. 25. – P. 19-23.
6. The identification of polymorphic microsatellite loci in the horse and their use in thoroughbred parentage testing / M. M. Binns [et al.] // British Vet. J. – 1995. – Vol. 151. – P. 9-16.
7. Вейр, Б. Анализ генетических данных / Б. Вейр. – Москва : Мир, 1995. – 319 с.
8. Jost, L. GST and its relatives do not measure differentiation / L. Jost // Molecular Ecology. – 2008. – No. 17. – P. 4015–4026.

*Поступила 9.03.2023 г.*



УДК 636.2.085.54:612.015.348

Г.В. БЕСАРАБ<sup>1</sup>, М.И. СЛОЖЕНКИНА<sup>2</sup>, Н.И. МОСОЛОВА<sup>2</sup>,  
В.Ф. РАДЧИКОВ<sup>1</sup>, А.Н.КОТ<sup>1</sup>, О.Ф. ГАНУЩЕНКО<sup>3</sup>,  
В.В. КАРЕЛИН<sup>3</sup>, Т.М. НАТЫНЧИК<sup>4</sup>

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ  
ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ  
БЕЛКОВОГО ОБМЕНА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО  
РОГАТОГО СКОТА**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

<sup>3</sup>*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

<sup>4</sup>*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь*

В получении запланированных объёмов качественной животноводческой продукции важная роль отводится комбикормовой промышленности, поскольку использование комбикормов, сбалансированных по питательным, минеральным и биологически активным веществам, позволяет наиболее полно использовать генетический потенциал животных, повысить продуктивность, сократить расход кормов. Дефицит кормового белка остаётся одной из основных проблем в кормлении крупного рогатого скота, поэтому для получения от него большего и лучшего качества продукции необходимо не только обеспечить животных качественными комбикормами, но и разработать технологические приёмы, регулирующие процессы ферментации в рубце. Одним из таких приёмов является обработка кормов различными способами, позволяющая повысить эффективность использования питательных веществ и улучшающая их качество. В статье представлены материалы исследования зависимости использования протеина и показателей белкового обмена молодняка крупного рогатого скота от применяемых химических способов обработки высокобелковых концентратов. Установлено, что использование обработанного кислотой зерна в рационах молодняка крупного рогатого скота уменьшает содержание в рубцовой жидкости аммиака на 12-17,5 %, инфузорий – на 4,7-9, летучих жирных кислот – на 6,8 % и тем самым повышает энергию роста на 5,0-7,2 %, снижает затраты кормов на 3,3-5,0 %.

**Ключевые слова:** рационы, концентрированные корма, бычки, гематологические показатели, рубцовое пищеварение.

G.V. BESARAB<sup>1</sup>, M.I. SLOZHENKINA<sup>2</sup>, N.I. MOSOLOVA<sup>2</sup>,  
V.F. RADCHIKOV<sup>1</sup>, A.N. KOT<sup>1</sup>, O.F. GANUSHCHENKO<sup>3</sup>,  
V.V. KARELIN<sup>3</sup>, T.M. NATYNCHIK<sup>4</sup>

## HIGH-PROTEIN CONCENTRATE CHEMICAL PROCESSING EFFECT ON YOUNG CATTLE PROTEIN METABOLISM INDICES

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-  
and-Milk Production, Volgograd, Russia*

<sup>3</sup>*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

<sup>4</sup>*Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus*

In obtaining the planned volumes of high-quality livestock products, an important role is assigned to the compound feed industry, since the use of compound feed balanced in nutrients, minerals and biologically active substances allows you to make the most of the genetic potential of animals, increase productivity, and reduce feed consumption. Feed protein deficiency remains one of the crucial problems in feeding cattle, so to get more and better quality products, it is necessary not only to provide animals with high-quality feed, but also to develop technological methods that regulate fermentation processes in the rumen. One of these methods is the treatment of feed in a variety of ways to increase the efficiency of nutrient use and improve its quality. The paper contains the materials of the study of the dependence of protein use and protein metabolism indices of young cattle on the applied chemical methods of high-protein concentrates processing. It has been found that the use of acid-treated grain in diets for young cattle reduces the content of ammonia in rumen fluid by 12-17.5%, ciliates – by 4.7-9, and volatile fatty acids – by 6.8%, thereby increasing the growth energy by 5.0-7.2% and reducing the feed costs by 3.3-5.0%.

**Keywords:** diets, concentrated feed, young bulls, hematological indicators, ruminal digestion.

**Введение.** Одной из важных задач, стоящих перед сельскохозяйственными предприятиями, является повышение объёмов производства качественной продукции животноводства [1, 2, 3]. Решающую роль в этом играет комбикормовая промышленность, поскольку использование комбикормов, сбалансированных по питательным, минеральным и биологически активным веществам, позволяет наиболее полно использовать генетический потенциал животных, повышать продуктивность, сокращать расход кормов [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Чем выше продуктивность животных, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [14, 15, 16].

Для производства точно сбалансированных комбикормов для сельскохозяйственных животных необходимо использовать большое количество разнообразных ингредиентов, в том числе и наиболее ценных и дорогостоящих импортных, таких как шрот подсолнечный и соевый [17, 18, 19, 20].

Дефицит кормового белка остаётся одной из основных проблем в кормлении сельскохозяйственных животных, поэтому для повышения интенсивности роста крупного рогатого скота и получения от него большего и лучшего качества продукции необходимо не только обеспечить животных качественными комбикормами, но и разработать технологические приёмы, регулирующие процессы ферментации в рубце [21, 22, 23, 24, 25].

Одним из способов повышения питательности кормов является их обработка различными способами, позволяющая повысить эффективность использования питательных веществ и улучшающая их качество [26-30].

Цель исследований – определить зависимость использования протеина и показателей белкового обмена у молодняка крупного рогатого скота от применяемых химических способов обработки высокобелковых концентратов.

**Материал и методика исследований.** Для решения поставленной цели в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведены исследования на 2-х группах молодняка крупного рогатого скота чёрнопёстрой породы в возрасте 9-12 месяцев.

Формирование групп животных осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Возраст животных, мес.	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	3	7	60	ОР+ молотое зерно бобовых
II опытная	3	7	60	ОР + молотое зерно бобовых, обработанное органической кислотой

Различия в кормлении заключались в том, что животным контрольной группы скармливали молотое зерно бобовых, опытной – такое же зерно, обработанное органической кислотой.

В период исследований еженедельно учитывалось количество

заданных кормов и их остатков. Качество кормов и гематологические исследования определяли в лаборатории анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В кормах определяли: кормовые единицы и обменную энергию – расчётным путём по формулам, влагу – по ГОСТ 13496.3-92, сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93 п. 2, сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97, золу – по ГОСТ 26226-95 п. 1, кальций – по ГОСТ 26570-95 п. 2.1, фосфор – по ГОСТ 26657-97 п. 2.2. Отбор проб кормов осуществлялся в начале и конце научно-хозяйственных опытов.

В течение исследований определяли гематологические показатели: морфофункциональный состав крови форменных элементов крови с использованием автоматического анализатора Medonic CA-620; биохимический состав сыворотки крови (гемоглобин, общий белок с фракциями, мочевины, глюкоза, общий кальций, фосфор неорганический) – на автоанализаторе Cormay Lumen (BTS 370 Plus), щелочной резерв – по Раевскому; минеральный состав определяли методом адсорбционной спектрометрии на анализаторе ААС – 3; отбор проб крови проводился через 2,5-3 часа после кормления из яремной вены; изучена поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков путём проведения контрольных кормлений один раз в декаду в два смежных дня; интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных ежемесячно до кормления (в начале и в конце опыта); оплата корма продукцией – путём определения расхода кормов на единицу прироста.

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учётом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Установлено, что концентрированные корма животные потребляли в полном объёме. Отмечено незначительное повышение потребления кукурузного силоса и сенажа в опытной группе (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II
1	2	3
Сенаж разнотравный, кг	7,40	7,60
Силос кукурузный, кг	7,40	7,60
Комбикорм, кг	1,50	1,50
Пелюшка обработанная кислотой, кг		0,5
Пелюшка молотая, кг	0,50	
В рационе содержится:		
Кормовых единиц	6,71	6,82

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Обменная энергия, МДж	73,9	75,3
Сухое вещество, кг.	7,46	7,62
Сырой протеин, г	981	998
РП, г	757	755
НРП, г	216	235
Сырой жир, г	325	333
Сырая клетчатка, г	1980	2029
БЭВ, г	3682	3751
Кальций, г	50,0	51,0
Фосфор, г	25,3	25,7

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 7,5-7,6 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытной группы составило 9,9 МДж/кг. В составе сухого вещества рациона на долю сырого протеина приходилось 13 %, клетчатки – 26 %. В обработанном зерне расщепляемость находилась на уровне 65 %, а в необработанном – 77 %.

Более высокий уровень рН содержимого рубца – 6,3 – отмечен в опытной группе. В контрольной группе этот показатель составил 6,1. По нашему мнению, это было следствием более высокого содержания летучих жирных кислот, количество которых оказалось ниже в опытной группе на 6,8 %. Концентрация аммиака в рубцовой жидкости животных опытной группы снизилось на 12 %, численность простейших – на 9,4 %.

Как показали исследования, животные были клинически здоровы, все гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (таблица 3).

Таблица 3 – Гематологические показатели

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,25±0,25	6,39±0,36
Гемоглобин, г/л	115±1,15	117±4,58
Общий белок, г/л	69,7±0,82	74,57±1,580
Глюкоза, ммоль/л	2,9±0,15	2,78±0,060
Мочевина, ммоль/л	4,43±0,20	4,17±0,170
Кальций общий, ммоль/л	2,69±0,10	2,73±0,05
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,7±0,02	1,69±0,02

В результате включения в состав рациона бычков обработанного кислотой зерна пелюшки произошло снижение содержания в крови глюкозы на 4,1 % и мочевины на 5,9 %.

Контроль за живой массой проводился путём взвешивания животных в начале и в конце опыта (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса в начале опыта, кг:	219,3±1,3	221,7±1,50
в конце опыта	270,8±1,5	276,7±20
Валовой прирост, кг	51,5±0,9	55,0±0,9*
Среднесуточный прирост за опыт, г	858±15,4	917±14,9*
% к контролю	100	106,9
Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед.	7,82	7,44
% к контролю	100	95,1

Более высокая энергия роста отмечена во II опытной группе – 917 г среднесуточного прироста, что на 6,9 % выше, чем в контрольной. В результате затраты кормов в этой группе снизились на 4,9 % и составили 7,44 к. ед. на 1 кг прироста.

**Заключение.** Использование обработанного кислотой зерна в рационах молодняка крупного рогатого скота уменьшает содержание в рубцовой жидкости аммиака на 12-17,5 %, инфузорий – на 4,7-9 и летучих жирных кислот – на 6,8 %, повышает энергию роста на 5,0-7,2 %, снижает затраты кормов на 3,3-5,0 %.

#### Литература

1. Использование кормовой добавки на основе отходов свеклосахарного производства при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 23-25.
2. Сыворожка молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко, Г. В. Бесараб // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 26-28.
3. Влияние скармливания комбинированных силосов на использование бычками энергии рационов / В. Ф. Радчиков, С. В. Сергучёв, С. И. Пентилюк, И. В. Яночкин, И. В. Сучкова, Л. А. Возмитель // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2010. – С. 144-151.
4. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich, V. F. Radchikov, V. N. Kuznetsova, E. V. Petrushko, M. E. Spivak, A. N. Sivko // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 852. – 12080. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012080.
5. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. М. Натянчик, В. А. Люндышев // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград. 2018. – С. 59-63.

6. Органические микроэлементы в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук, С. А. Линкевич, Е. Г. Кот, С. Воронин, Д. Воронин, В. Фесина В. // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 14-17.

7. Трансформация энергии рационов бычками в продукцию при использовании сапропеля / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, В. Н. Куртина, Н. В. Пиллок, А. А. Царенок, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 148-158.

8. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, С. А. Ярошевич, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.

9. Жом в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва // Сахар. – 2016. – № 1. – С. 52-55.

10. Использование органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. сб. – Гродно, 2014. – Т. 26: Зоотехния. – С. 163-168.

11. Радчиков, В. Ф. Выращивание телят и ЗЦМ: преимущества применения / В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, В. В. Сидорович // Наше сельское хозяйство. – 2014. - № 12(92): Ветеринария и животноводство. – С. 34-38.

12. Шейко, И. П. Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе / И. П. Шейко, И. Ф. Горлов, В. Ф. Радчиков // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 216-223.

13. Эффективность использования минеральных добавок из местных источников сырья в рационах телят / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, С. И. Кононенко, Л. А. Возмитель, С. В. Сергучёв // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 185-191.

14. Кормовые концентраты для коров / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. О. Гливанский, М. В. Джумкова, Н. А. Шарейко, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. О. Лемешевский // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : материалы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуж. деятеля науки РФ, д-ра с.-х. наук, проф. Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск, 2021. – С. 143-150.

15. Влияние количества протеина в заменителях цельного молока продуктивность телят / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, В. В. Балабушко, И. Ф. Горлов, С. И. Кононенко // Аспекты животноводства и производства продуктов питания : материалы Международ. науч.-практ. конф. – Персиановский, 2017. – С. 35-42.

16. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474.

17. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармлировании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, А. Н. Кот, А. М. Глинкова, В. М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300-303.

18. Использование вторичных продуктов перерабатывающих предприятий в кормлении молодняка крупного рогатого скота : монография / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, В. П. Цай, В. К. Гурин, А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, Н. А. Шарейко, С. И. Кононенко, В. Н. Куртина, С. И. Пентилок, Л. А. Возмитель, Е. П. Симошенко, Е. А. Шнитко, С. А. Ярошевич, В. М. Будько, А. Н. Шевцов, Г. В. Бесараб. – Минск : БГАТУ, 2014. – 168 с.

19. Комбикорма с включением дефеката в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Е. А. Шнитко // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. III Междунар. конф. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, вып. 7. – С. 7-11.
20. Радчиков, В. Ф. Физиологическое состояние и продуктивность ремонтных телок при использовании в рационах местных источников белка, энергии и биологически активных веществ / В. Ф. Радчиков, В. Н. Куртина, В. К. Гурин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 207-214.
21. Сапсалёва, Т. Л. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, В. Ф. Радчиков // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 28-31.
22. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Н. А. Яцко, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, А. А. Курепин // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.
23. Рапсовый жмых в составе комбикорма для телят / В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Т. Л. Сапсалева, С. И. Кононенко, А. Н. Шевцов, Д. В. Гурина // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 139-147.
24. Лемешевский, В. О. Влияние качества протеина на ферментативную активность в рубце и продуктивности растущих бычков / В. О. Лемешевский, В. Ф. Радчиков, А. А. Курепин // Нива Поволжья. – 2013. - № 4(29). – С. 72-76.
25. Сбалансированное кормление – основа высокой продуктивности животных / В. И. Передня, А. М. Тарасевич, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию основания Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск, 10-11 окт. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 104-111.
26. Радчиков, В. Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф., 15-17 мая 2013 г. – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151-155.
27. Новые комбикорма-концентраты в рационах ремонтных телок 4-6-месячного возраста / С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 128-132.
28. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, В. П. Цай, С. И. Кононенко, С. Н. Пиллук // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 227-231.
29. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, А. И. Козинец, В. И. Акулич, В. В. Балабушко, О. Ф. Ганущенко, Е. П. Симоненко, Т. Л. Сапсалёва, Ю. Ю. Ковалевская, В. О. Лемешевский, В. Н. Куртина. – Жодино, 2010. – 245 с. – ISBN 978-985-6895-03-9.
30. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания люпина, обработанного разными способами на продуктивность бычков / В. Ф. Радчиков // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 187-190.

*Поступила 14.03.2023 г.*



Г.В. БЕСАРАБ<sup>1</sup>, М.И. СЛОЖЕНКИНА<sup>2</sup>, Т.Л. САПСАЛЁВА<sup>1</sup>,  
М.В. ДЖУМКОВА<sup>1</sup>, О.Ф. ГАНУЩЕНКО<sup>3</sup>, Т.В. МЕДВЕДСКАЯ<sup>3</sup>,  
И.С. СЕРЯКОВ<sup>4</sup>, В.В. КАРЕЛИН<sup>3</sup>, А.Я. РАЙХМАН<sup>4</sup>

## **ВЛИЯНИЯ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НЕБЕЛКОВОЙ ПРИРОДЫ НА РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬ ПРОТЕИНА КОМБИКОРМОВ**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Поволжский научно-исследовательский институт производства и  
переработки мясомолочной продукции, г Волгоград, Россия*

<sup>3</sup>*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

<sup>4</sup>*Белорусская государственная орденов Октябрьской революции и  
Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Республика Беларусь*

В настоящее время обеспеченность сельскохозяйственных животных протеином не соответствует научно-обоснованным нормам. В рационах также имеется недостаток макро- и микроэлементов, играющих важную роль во всех обменных процессах организма. Крупный рогатый скот обладает уникальной способностью синтезировать протеин своего тела из небелковых азотсодержащих синтетических азотистых веществ. В связи с этим, целью исследований было изучить влияния этих веществ на расщепляемость протеина комбикормов. Установлено, что включение в состав комбикорма диаммонийфосфата и фосфорнокислой мочевины не оказало значительного влияния на его состав. Уровень сырого протеина в опытных комбикормах для молодняка крупного рогатого составил 136,8-144,3 грамма в 1 килограмме. Скармливание молодняку крупного рогатого скота синтетического азотистого вещества небелковой природы в виде диаммонийфосфата и фосфорнокислой мочевины в количестве 3-6 % от массы комбикорма увеличило расщепляемость протеина комбикорма на 3-8 п. п. и составила через 24 часа 83-88 %.

**Ключевые слова:** молодняк крупного рогатого скота, синтетические азотистые небелковые вещества, корма, комбикорм, расщепляемость.

G.V. BESARAB<sup>1</sup>, M.I. SLOZHENKINA<sup>2</sup>, T.L. SAPSALEVA<sup>1</sup>,  
M.V. JUMKOVA<sup>1</sup>, O.F. GANUSHCHENKO<sup>3</sup>, T.V. MEDVEDSKAYA<sup>3</sup>,  
I.S. SERYAKOV<sup>4</sup>, V.V. KARELIN<sup>3</sup>, A.Ya. RAIKHMAN<sup>4</sup>

## INFLUENCE OF NITROGENOUS SUBSTANCES OF NON-PROTEIN NATURE ON THE COMPOUND FEED PROTEIN DEGRADABILITY

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of  
Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

<sup>3</sup>*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

<sup>4</sup>*Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus*

Currently, farm animals are not provided with protein according to science-based standards. There is also a lack of macro- and micronutrients in diets, which play an important role in all metabolic processes of the body. Cattle have a unique ability to synthesize their body protein from non-protein nitrogen-containing synthetic nitrogenous substances. In this regard, the aim of the research was to study the effect of these substances on the compound feed protein degradability. It was found that the inclusion of diammonium phosphate and urea phosphate in the compound feed had no significant effect on its composition. The level of crude protein in the experimental compound feed for young cattle was 136.8-144.3 grams per 1 kilogram. Feeding young cattle with a synthetic nitrogenous substance of non-protein nature in the form of diammonium phosphate and urea phosphate in the amount of 3-6 % by weight of the compound feed increased the compound feed protein degradability by 3-8 p.p. and was 83-88 % after 24 hours.

**Keywords:** young cattle, synthetic nitrogenous substances of non-protein nature, feed, compound feed, degradability.

**Введение.** Значительного повышения эффективности использования кормов, увеличения производства продукции животноводства и снижения её себестоимости можно достичь путём кормления животных рационами, сбалансированными по таким важным элементам питания, как протеин, энергия, макро- и микроэлементы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Несбалансированность рационов по этим компонентам приводит к снижению эффективности использования кормов, недополучению значительной части продукции животноводства и повышению её себестоимости [9, 10, 11, 12, 13, 14].

В настоящее время обеспеченность сельскохозяйственных животных протеином не отвечает научно-обоснованным нормам. Недостаток его в рационах составляет до 30 % от потребности животных, в связи с

чем в среднем на каждую кормовую единицу приходится только 80-90 г переваримого протеина [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. В рационах сельскохозяйственных животных ощущается также недостаток макро- и микроэлементов, играющих важную роль во всех обменных функциях организма: они входят в состав тканей и жидкостей тела, принимают участие в синтезе органических соединений, усиливающих процессы пищеварения, всасывания и усвояемости питательных веществ корма, способствуют созданию среды, в которой проявляют своё действие ферменты и гормоны [22, 23, 24, 25, 26].

Животные с многокамерным желудком обладают уникальной способностью синтезировать протеин своего тела из небелковых азотсодержащих синтетических азотистых веществ (СAB), таких как карбамид, диаммонийфосфат, серноокислый аммоний, ацетилмочевина и других [27, 28, 29, 30]. В связи с этим, целью исследований было изучить влияния разных азотистых веществ небелковой природы на расщепляемость протеина комбикормов.

**Материал и методика исследований.** Исследования проведены в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Для проведения исследований были подобраны группы клинически здоровых животных с учётом возраста, живой массы с вживлёнными фистулами рубца, которым скармливали диаммонийфосфат и мочевину.

В процессе зоотехнических опытов изучались следующие показатели: химический состав кормов – по общепринятым методикам; степень расщепляемости протеина комбикормов в рубце – по ГОСТ 28075-89. Продолжительность инкубации корма в мешочке составляла 4, 6 и 24 часа.

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Для достижения поставленной цели были отобраны образцы кормов, используемых в кормлении подопытного молодняка крупного рогатого скота. Исследования химического состава силоса кукурузного показало, что в 1 кг кукурузного силоса при натуральной влажности содержалось 335 г сухого вещества, 31,83 г сырого протеина, 9,01 г сырого жира, 13,94 г сырой золы, 81,71 г сырой клетчатки. В 1 кг сенажа злаково-бобового при натуральной влажности содержалось 442 г сухого вещества, 52,2 г сырого протеина, 11,18 г сырого жира, 17,9 г сырой золы, 123,98 г сырой клетчатки. В 1 кг мелассы при натуральной влажности содержалось 770 г сухого вещества, 84,2 г сырого протеина, 23,1 г сырой золы. В 1 кг

контрольного комбикорма при натуральной влажности содержалось 879,9 г сухого вещества, 127,0,4 г сырого протеина, 19,01 г сырого жира, 33,4 г сырой клетчатки, сырой золы 34,05 г. В 1 кг комбикорма с включением 3 % диаммонийфосфата при натуральной влажности содержалось 892 г сухого вещества, 122,1 г сырого протеина, 18 г сырого жира, 33 г сырой клетчатки, сырой золы 40,2 г. В 1 кг комбикорма с включением 6 % диаммонийфосфата при натуральной влажности содержалось 876 г сухого вещества, 125,4 г сырого протеина, 17,5 г сырого жира, 32,15 г сырой клетчатки, сырой золы 39,9 г. В 1 кг комбикорма с включением 3 % фосфорнокислой мочевины при натуральной влажности содержалось 872 г сухого вещества, 122,08 г сырого протеина, 17,61 г сырого жира, 32,26 г сырой клетчатки, 38,6 г сырой золы. В 1 кг комбикорма с включением 6 % фосфорнокислой мочевины при натуральной влажности содержалось 895 г сухого вещества, 127 г сырого протеина, 18,35 г сырого жира, 32,26 г сырой клетчатки, 38,6 г сырой золы.

В таблице 1 приведены комбикорма для молодняка крупного рогатого скота с вводом азотистых веществ небелковой природы.

Таблица 1 – Состав комбикормов для подопытного молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Комби-корм контроль	Комби-корм +3% ДАФ	Комби-корм +6% ДАФ	Комби-корм +3% ФМ	Комби-корм +6% ФМ
1	2	3	4	5	6
Диаммонийфосфат кормовой (ДАФ), %	-	3	6	-	-
Фосфорнокислая мочевина (ФМ), %	-	-	-	3	6
Кукуруза, %	9,4	10	10	10	10
Пшеница, %	36	38	34	38	34
Рожь, %	10	10	10	10	10
Ячмень, %	33	30	31,5	30,5	31
Шрот соевый, %	8,6	6	6	6	6
Премикс ПКР-2, %	1	1	1	1	1
Мел, %	1	1,5	1	1	1,5
Соль, %	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Итого %	100	100	100	100	100
В 1 кг комбикорма содержится:					
Кормовых единиц	1,09	1,06	1,02	1,06	1,03
Обменная энергия, МДж	11,03	10,69	10,35	10,69	10,46
Сухое вещество, г	879,95	892,02	876,09	872	895
Сырой протеин, г	127	122	125	122	127
Расщепляемый протеин, г	94	86	84	86	85

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Нерасщепляемый протеин, г	33	29	28	29	28
Переваримый протеин, г	94	84	81	84	82
Сырой жир, г	19	18	18	18	18
Сырая клетчатка, г	35	33	32	33	33

Уровень сырого протеина в опытных комбикормах для молодняка крупного рогатого составил 136,8-144,3 грамма в 1 килограмме.

Обменной энергии содержалось в сухом веществе комбикормов от 11,7 до 12,5 МДж. Содержание переваримого протеина на 1 МДж ОЭ составило 7,8-8,5 грамма.

Результаты расщепляемости протеина комбикормов с включением разных уровней азотистых веществ небелковой природы при 4-, 6- и 24-часовой экспозиции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расщепляемость сырого протеина комбикорма при включении в состав разного количества синтетических азотистых небелковых веществ, %

Время, час	Комбикорм контрольный без включения САВ	Комбикорм+ 3% диаммонийфосфата	Комбикорм+ 6% диаммонийфосфата	Комбикорм+ 3% фосфорнокислая мочевины	Комбикорм+ 6% фосфорнокислая мочевины
4	47	56	60	59	63
6	56	73	75	70	73
24	80	83	86	81	88

Установлено, что в комбикормах с включением синтетических азотистых небелковых веществ (диаммонийфосфата и фосфорнокислой мочевины) расщепляемость протеина оказалась выше на 6-8 п. п., чем в контрольном комбикорме без включения САВ (рисунок 1).

Скармливание молодняку крупного рогатого скота синтетического азотистого вещества небелковой природы в виде диаммонийфосфата и фосфорнокислой мочевины в количестве 3-6 % от массы комбикорма сопровождалось повышением уровня микробиологических и ферментативных процессов, что увеличило расщепляемость протеина комбикорма на 3-8 п. п. и составила через 24 часа 83-88 %.

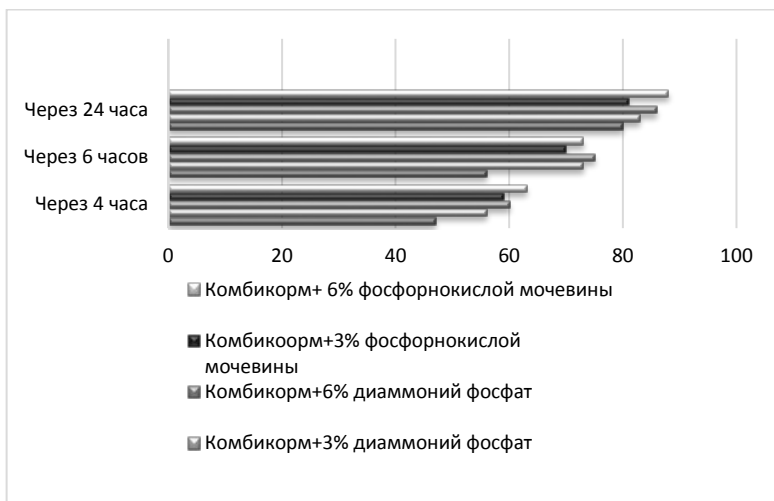


Рисунок 1 – Расщепляемость комбикорма по протену при использовании САВ – диаммонийфосфата и фосфорнокислой мочевины

**Заключение.** Установлено, что степень расщепления протеина комбикорма с добавлением диаммонийфосфата в количестве 3-6 % от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-60 %, через 6 часов – 73-75, через 24 часа – 83-86 %.

Степень расщепления протеина комбикорма с добавлением фосфорнокислой мочевины в количестве 3-6 % от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 59-63 %, через 6 часов – 70-73, через 24 часа – 81-88 %.

### Литература

1. Сбалансированное кормление – основа высокой продуктивности животных / В. И. Передняя, А. М. Тарасевич, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию основания Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск, 10-11 окт. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 104-111.
2. Радчиков, В. Ф. Физиологическое состояние и продуктивность ремонтных тёлочек при использовании в рационах местных источников белка, энергии и биологически активных веществ / В. Ф. Радчиков, В. Н. Куртина, В. К. Гурин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 207-214.
3. Местные источники энергии и белка в рационах племенных тёлочек / Н. А. Яцко, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474.
4. Влияние скармливания комбинированных силосов на использование бычками энергии рационов / В. Ф. Радчиков, С. В. Сергучев, С. И. Пентилок, И. В. Яночкин, И. В. Сучкова, Л. А. Возмитель // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2010. – С. 144-151.
5. Трансформация энергии рационов бычками в продукцию при использовании

сапропеля / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, В. Н. Куртина, Н. В. Пилюк, А. А. Царенок, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 148-158.

6. Новые комбикорма-концентраты в рационах ремонтных телок 4-6-месячного возраста / С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 128-132.

7. Энерго-протеиновый концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, Т. Л. Сапсалёва, С. Л. Шинкарева // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию юбилею фак. технол. менеджмента. – Ставрополь : АГРУС, 2014. – С. 208-213.

8. Влияние количества протеина в заменителях цельного молока продуктивность телят / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, В. В. Балабушко, И. Ф. Горлов, С. И. Кононенко // Аспекты животноводства и производства продуктов питания : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – пос. Персиановский, 2017. – С. 35-42.

9. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Н. А. Яцко, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, А. А. Курепин // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.

10. Эффективность использования минеральных добавок из местных источников сырья в рационах телят / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, С. И. Кононенко, Л. А. Возмитель, С. В. Сергучёв // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 185-191.

11. Эффективное использование кормов при производстве говядины / Н. А. Яцко, В. К. Гурин, Н. В. Кириенко, В. Ф. Радчиков, Г. М. Хитринов. – Минск : Хата, 2000. – 252 с.

12. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205-206.

13. Протеиновое питание молодняка крупного рогатого скота : моногр. / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Ю. Ю. Ковалевская, В. К. Гурин, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва, А. М. Глинкова, В. О. Лемешевский, В. Н. Куртина. – Жодино, 2013. – 119 с.

14. Кормовые концентраты для коров / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. О. Гливанский, М. В. Джумкова, Н. А. Шарейко, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. О. Лемешевский // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2021. – С. 143-150.

15. Технологическое сопровождение животноводства: новые технологии: практическое пособие : практ. пособие / Н. А. Попков, А. М. Лапотко, В. М. Голушко, В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов, И. В. Сучкова, А. Л. Зиновенко, В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2010. – 496 с.

16. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания люпина, обработанного разными способами на продуктивность бычков / В. Ф. Радчиков // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 187-190.

17. Симоненко, Е. П. Перспективы использования консерванта-обогапителя при заготовке кукурузного силоса и его влияние на переваримость и продуктивные качества молодняка / Е. П. Симоненко, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф., г. Ставрополь, 23-24 нояб. 2007 г. – Ставрополь : Агрус, 2007. – С. 30-33.

18. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков. – Барановичи, 2003. – 190 с.

19. Продукты переработки рапса в рационах молодняка крупного рогатого скота /

С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, А. М. Глинкова // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 136-141.

20. Использование кормовой добавки на основе отходов свеклосахарного производства при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 23-25.

21. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich, V. F. Radchikov, V. N. Kuznetsova, E. V. Petrushko, M. E. Spivak, A. N. Sivko // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 852. – 12080. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012080.

22. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, С. А. Ярошевич, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.

23. Плющение и консервирование зерна – путь к рентабельности животноводства / В. Н. Дашков, А. Ф. Шведко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. - № 3. – С. 21-22.

24. Радчиков, В. Повышение эффективности использования зерна / В. Радчиков // Комбикорма. – 2003. - № 7. – С. 30.

25. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. М. Натынчик, В. А. Люндышев // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2018. – С. 59-63.

26. Экструдированный обогатитель на основе льносемена и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин, С. Л. Шинкарева, В. А. Люндышев // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92-97.

27. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, А. Н. Кот, А. М. Глинкова, В. М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300-303.

28. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин, В. Ф. Радчиков, В. И. Карповский, В. А. Люндышев, В. В. Букас, Л. А. Возмитель, И. В. Яночкин, А. А. Царенок // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 257-266.

29. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, В. П. Цай, С. И. Кононенко, С. Н. Пилюк // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 227-231.

30. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, А. И. Козинец, В. И. Акулич, В. В. Балабушко, О. Ф. Ганущенко, Е. П. Симоненко, Т. Л. Сапсалёва, Ю. Ю. Ковалевская, В. О. Лемешевский, В. Н. Куртина. – Жодино, 2010. – 245 с.

*Поступила 14.03.2023 г.*



Д.М. БОГДАНОВИЧ<sup>1</sup>, Е.В. САДЫКОВ<sup>2</sup>, В.Ф. РАДЧИКОВ<sup>1</sup>,  
И.Ф. ГОРЛОВ<sup>3</sup>, М.И. СЛОЖЕНКИНА<sup>3</sup>, В.П. КОРОТКИЙ<sup>4</sup>,  
В.А. РЫЖОВ<sup>4</sup>, В.А. ЛЮНДЫШЕВ<sup>5</sup>

## **ХВОЙНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА В КОРМЛЕНИИ КОРОВ**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики  
Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

<sup>4</sup>*Научно-технический центр «Химинвест»,  
г. Нижний Новгород, Россия*

<sup>5</sup>*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Интенсификация молочного и мясного скотоводства связана с полноценным сбалансированным кормлением и рациональным использованием кормов, основанном на повышении их продуктивного действия, увеличении трансформации питательных веществ, содержащихся в кормах, в животноводческую продукцию. Этого можно достичь, используя фитодобавки, содержащие биомассу деревьев. Целью исследований стало изучение эффективности использования хвойно-энергетической добавки в кормлении коров. В ходе работы установлено положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных. Скармливание хвойно-энергетической добавки коровам в период лактации способствовало повышению среднесуточного удоя базисной жирности на 4,5 и 1,7 кг.

**Ключевые слова:** коровы, рационы, хвойно-энергетическая добавка, гематологические показатели, продуктивность.

D.M. BOGDANOVICH<sup>1</sup>, E.V. SADYKOV<sup>2</sup>, V.F. RADCHIKOV<sup>1</sup>,  
I.F. GORLOV<sup>3</sup>, M.I. SLOZHENKINA<sup>3</sup>, V.P. KOROTKII<sup>4</sup>,  
V.A. RYZHOV<sup>4</sup>, V.A. LUNDYSHEV<sup>5</sup>

## CONIFER ENERGY SUPPLEMENT IN FEEDING COWS

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus  
for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>3</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing  
of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

<sup>4</sup>*Scientific and Technical Center "Himinvest", Nizhny Novgorod, Russia*

<sup>5</sup>*Belarusian State Agrarian Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus*

Intensification of dairy and beef cattle breeding is associated with adequate balanced feeding and rational use of feed, based on improving its productive effect and increasing the transformation of nutrients contained in feed into animal products. This can be achieved by using herbal supplements containing tree biomass. The aim of the research was to study the effectiveness of the use of conifer energy supplements in feeding cows. In the course of the work, a positive effect on the redox processes in the body of animals was established. Feeding conifer energy supplement to cows during lactation provided an increase in the average daily milk yield of basic fat level by 4.5 and 1.7 kg.

**Keywords:** cows, diets, conifer energy supplement, hematological parameters, productivity.

**Введение.** Основной задачей сельского хозяйства нашей республики является производство важнейших продуктов питания для обеспечения потребности населения и на экспорт для приобретения взамен энерго-ресурсов и других материально-технических средств, не производимых в стране. Ведущее место в сельскохозяйственном производстве традиционно занимает животноводство. В настоящее время на долю этой отрасли приходится более 60 % общей выручки от реализации продукции в аграрном секторе экономики и 96-97 % от экспорта сельскохозяйственной продукции. Поэтому эффективность животноводства является определяющим условием успешного развития сельского хозяйства [1, 2, 3, 4].

Одной из основ увеличения производства продукции животноводства в Беларуси является интенсификация молочного и мясного скотоводства, которая с учётом достигнутого генетического потенциала целиком связана с полноценным сбалансированным кормлением, рациональным использованием кормов, основанном на повышении их

продуктивного действия, увеличении трансформации питательных веществ, содержащихся в кормах, в животноводческую продукцию. С одной стороны, реальное решение такой проблемы возможно с разработкой прогрессивных технологий заготовки и подготовки кормов к скармливанию, а с другой, – с применением в практике веществ, которые повышают переваримость и использование питательных веществ кормовых рационов [5].

Наибольшую биологическую доступность для травоядных животных имеют вещества растительного происхождения. Хорошим дополнением к основному рациону могут быть натуральные добавки из нетрадиционного для кормопроизводства местного растительного сырья [6]. В Сибири к такому сырью относятся отходы лесных промыслов: шелуха шишек и скорлупа кедрового ореха, зелёная масса хвойных растений, заготавливаемых на деловую древесину. Эти отходы образуются ежегодно в больших количествах и нуждаются в утилизации. Ценный состав древесных отходов, включающий витамины, макро- и микроэлементы, биофлавоноиды, полисахариды, аминокислоты, позволяет использовать их после соответствующей переработки в кормлении животных [7, 8].

В последнее десятилетие одним из перспективных направлений кормопроизводства является создание так называемых «функциональных кормов», то есть специальных пищевых продуктов, направленных на решение проблем со здоровьем [9]. Функциональные продукты оптимизируют протекание физиологических процессов в желудочно-кишечном тракте, способствуют положительным изменениям в биохимических параметрах, улучшают функции мозга и могут уменьшить или минимизировать риск развития конкретных патологий [9].

Традиционно для функционализации кормов используются фитодобавки, то есть вещества, содержащие экстрактивные вещества растений. Это связано с финансовыми затратами на агротехнические мероприятия. В то же время, практически не освещён вопрос использования в качестве функциональных добавок неиспользуемых продуктов деревообработки – биомассы деревьев. Интерес к этому направлению связан с биорефайнингом, то есть глубокой комплексной механической и химической переработкой лесных ресурсов непосредственно в регионе произрастания, в результате которой становится возможным максимально полное использование древесной биомассы.

Цель исследований – изучить эффективность использования хвойно-энергетической добавки в кормлении коров.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в СУП «АгроМАЗ» Березинского района Минской области.

Для проведения исследований сформированы 3 опытные группы с

продуктивностью 5500 кг за лактацию (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	5	30	Основной рацион (ОР) – комбикорм собственного производства, зерно кукурузы плющеной, сенаж многолетних трав, силос кукурузный, патока
II опытная	5	30	ОР + хвойно-энергетическая добавка
III опытная	5	30	ОР + хвойно-энергетическая добавка

Рацион контрольной группы состоял из комбикорма, плющеной кукурузы, сенажа, силоса, патоки, а опытных – к основному рациону дополнительно вводили хвойно-энергетическую добавку в количестве 150 г на голову в сутки. В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы.

В процессе исследований изучены следующие показатели: общий зоотехнический анализ кормов – по общепринятым методикам; поедаемость кормов – проведением контрольных кормлений 1 раз в 10 дней в 2 смежных дня; продуктивность коров – проведением контрольных доек 1 раз в месяц; содержание жира и белка в молоке – во время контрольных доек; морфо-биохимический состав крови – по общепринятым методикам.

Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление осуществлялось два раза в сутки, поение – из автопоилок, содержание – привязное.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики [10].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В таблице 2 приведён среднесуточный рацион дойных коров с добавлением хвойно-энергетической добавки.

Комбикорма в структуре рационов занимали 43,6-44,0 %, кукуруза плющеной – 10,8-10,9 %, сенаж многолетних трав – 20,2-20,5 %, силос кукурузный – 21,2-21,3 %, патока – 3,6-3,7 %.

В суточных рационах коров подопытных групп содержалось 22,49-22,72 к. ед., а концентрация в сухом веществе была на уровне 0,78-0,79 кормовых единиц.

Таблица 2 – Среднесуточный рацион коров в период раздоя (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа					
	I		II		III	
	кг	%	кг	%	кг	%
Комбикорм собственного производства	9,0	44,0	9,0	43,6	9,0	43,8
Кукуруза плющенная, зерно	2	10,9	2	10,8	2	10,9
Сенаж многолетних трав	16,2	20,2	16,6	20,5	16,4	20,3
Силос кукурузный	15,9	21,2	16,3	21,5	16,1	21,4
Патока	1,0	3,7	1,0	3,6	1,0	3,6
ХЭД	-		0,15		0,15	
Мел	0,08		0,08		0,08	
Соль	0,08		0,08		0,08	
В рационе содержится:						
Кормовых единиц	22,49		22,72		22,60	
ЭКЕ	21,64		21,90		21,78	
Обменной энергии, МДж	234,6		236,1		235,4	
Сухого вещества, кг	17,6		17,9		17,7	
ЧЭЛ, МДЖ	127		128		129	
Сырого протеина, г	2939		2941		2940	
Переваримого протеина, г	1939		1970		1940	
РП, г	2102		2103		2104	
НРП, г	837		838		836	
Сырого жира, г	477		479		478	
Сырой клетчатки, г	2720		2735		2721	
Крахмала, г	3580		3581		3579	
Сахара, г	1279		1281		1278	
Кальция, г	161		163		162	
Фосфора, г	147		149		148	
Магния, г	44		46		43	

Энергетическая ценность зимних рационов подопытных групп составила 13,2-13,3 МДж в 1 кг сухого вещества. В рационе содержалось 110 г переваримого протеина в 1 кг сухого вещества. Содержание клетчатки в сухом веществе находилось на уровне 15,5 %. Энергопротеиновое отношение в рационах всех групп равнялось 1,21:1. Потребление сырого жира на 1 кг сухого вещества составило 27,1-27,2 г.

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта изучалось влияние использования хвойно-энергетической добавки на поедаемость кормов. Установлено, что её применение не оказывает отрицательного влияния

на потребление основного рациона.

Кровь представляет особый интерес для исследований, так как она обеспечивает нормальное функционирование органов и систем, отражая одновременно нарушения их функций в ответ на воздействие неблагоприятных факторов внутренней и внешней среды. За критерий оценки здоровья животного могут быть приняты гематологические показатели. В таблице 3 представлен морфо-биохимический состав крови.

Таблица 3 – Морфо-биохимический состав крови подопытных животных

Показатель	Группа		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,0±0,25	4,95±0,42	4,81±0,3
Лейкоциты, $10^9/л$	15,6±1,17	15,3±0,64	15,2±0,93
Гемоглобин, г/л	97±3,33	95±1,98	96±5,24
Общий белок, г/л	77,7±3,67	76,0±1,52	76,2±2,10
Глюкоза, ммоль/л	1,55±1,15	2,12±0,35	2,54±0,58
Мочевина, ммоль/л	4,37±0,48	4,24±0,63	4,35±0,26
Тромбоциты, $10^9/л$	242±86,32	223±93,98	208±78,81
Гематокрит, %	24,3±1,25	24,4±2,03	22,4±0,70
Альбумины г/л	33,8±1,01	32±0,71	35,3±0,56
Аланинаминотрансфераза ед./л	27,0±4,77	27,83±3,35	26,3±1,63
Аспаратаминотрансфераза, ед./л	54,2±8,32	62,1±5,07	56,5±4,01
Прямой билирубин, мкмоль/л	2,97±0,12	2,85±0,19	2,67±0,21
Общий билирубин, мкмоль/л	4,0±0,16	4,4±0,23	4,3±0,27
Гамма глутамилтрансфераза, ед./л	25,2 ±1,11	23,4 ±1,28	27,1 ±1,23
Щелочная фосфатаза, ед./л	94,6±3,17	87,2±3,22	91,8 ±3,39
Альфагидроксibuтиратдегидрогеназа, ед./л	761±27,5	729±26,4	707±29,8
Лактатдегидрогеназа, ед./л	2528±64,8	2249±170	2371±50,4
Мочевая кислота, ммоль/л	75,8±4,05	95,7 ±3,99	82,1±4,17
Креатинин, мкмоль/л	139±3,79	135±5,54	143±4,58
Креатининкиназа, ед/л	110±4,05	111±4,22	114±4,08
Амилаза, ед/л	66,5±5,90	73,8 ±4,10	71,6 ±9,00
Липопротеины высокой плотности, ммоль/л	2,01±0,27	2,41±0,21	2,08±0,29
Холестерин, ммоль/л	5,06±0,49	4,92±0,55	4,78±0,67
Триглицериды, ммоль/л	0,158±0,02	0,17±0,03	0,24±0,02
Кальций, ммоль/л	2,71±0,03	2,89±0,06	2,96±0,08
Железо, мкмоль/л	32,6±0,27	33,97±0,78	33,57±0,05
Магний, ммоль/л	0,907±0,03	1,03±0,03	0,991±0,01
Фосфор ммоль/л	1,89±0,05	1,76±0,03	1,73±0,03
Кальций-фосфорное соотношение	1,53	1,65	1,71
Натрий, ммоль/л	127±3,18	134±6,41	130±5,37
Цинк, мкг/дл	132±2,00	129±2,57	134±1,89
Резервная щёлочность, мг%	550±6,93	580±6,37	560±8,75

Полученные данные свидетельствует о том, что включение в рационы опытных коров в период раздоя хвойно-энергетической добавки не оказало отрицательного влияния на обменные процессы, протекающие в организме. Исследованные показатели крови находились в пределах физиологических норм.

Введение хвойно-энергетической добавки в рацион коров оказало положительное влияние на продуктивность животных (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность подопытных коров

Показатель	05.11.22 г.	05.12.23 г.	+ - к 05.11.22 г. + - к контролю
	Среднесуточный по группе		
I контрольная			
Среднесуточный удой	25,8	21,2	
Молоко баз. жирности	28,2	25,0	
Жир	3,92	4,04	
Белок	3,30	3,38	
II опытная группа 30 дней			
Среднесуточный удой	29,7	28,8	
Молоко баз. жирности	31,9	33,2	+1,3 +4,5
Жир	3,92	4,21	+0,29 +0,17
Белок	3,38	3,53	+0,15 +0,07
III опытная группа 60 дней			
Среднесуточный удой	28,8	26,0	
Молоко баз. жирности	32,1	30,6	-1,5 +1,7
Жир	4,02	4,30	+0,28 +0,16
Белок	3,38	3,50	+0,12 +0,04

Использование хвойно-энергетической добавки в составе рациона коровам II опытной группы способствовало повышению среднесуточного удоя базисной жирности на 4,5 кг, увеличению жира – на 0,17 п. п., белка – на 0,07 п. п. по сравнению с контрольной группой.

Скармливание хвойно-энергетической добавки в период раздоя коровам III опытной группе позволило увеличить среднесуточный удой базисной жирности на 1,7 кг, содержание жира в молоке – на 0,16 п. п., белка – на 0,04 п. п. в сравнении с аналогами контрольной группы.

**Заключение.** Установлено положительное влияние хвойно-энергетической добавки на поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, продуктивность коров в период лактации.

Использование хвойно-энергетической добавки в кормлении дойных коров оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чём свидетельствует морфо-биохимический состав крови.

Скармливание хвойно-энергетической добавки коровам в период лактации способствовало повышению среднесуточного удоя базисной жирности на 4,5 и 1,7 кг, содержанию жира – на 0,17 и 0,16 п. п., белка – на 0,07 и 0,04 п. п. в сравнении с контрольной группой.

#### Литература

1. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н.А. Попков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
2. Корма и биологические вещества / Н. А. Попков [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2005. – 882 с.
3. Пономаренко, Ю. А. Корма, кормовые добавки и продукты питания : монография / Ю. А. Пономаренко. – Минск : Экоперспектива, 2010. – 736 с.
4. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино, 2010. – 260 с.
5. Ярмоц, Г. А. Природные добавки в рационах высокопродуктивных коров / Н. А. Ярмоц // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 1. – С. 57-60.
6. Влияние скармливания переработанных отходов биомассы леса на обмен веществ коров / В. А. Терешенко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 5. – С. 38-46. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-5-4.
7. Древесные биологически активные компоненты в кормлении коров / В. А. Терешенко [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 4(32). – С. 118-125. DOI: 10.47737/2307-2873\_2020\_32\_118.
8. Фомичев, Ю. П. Дигидрокверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности / Ю. П. Фомичев, Л. А. Никанова, С. А. Лашин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3. – С. 21-30.
9. Гиберт, К. В. Гематологические показатели коров при использовании минеральных кормовых добавок / К. В. Гиберт, О. В. Горелик, С. Ю. Харлап // Известия Оренбургского ГАУ. – 2018. – № 5(73). – С. 227-231.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

*Поступила 16.03.2023 г.*



И.В. БОГДАНОВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ  
В РАЦИОН ТЕЛЯТ МОЛОЧНОГО ПЕРИОДА ВЫРАЩИВАНИЯ  
НА ИХ ДАЛЬНЕЙШУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И  
ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМОВ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Грамотно организованные условия содержания и кормление телят способствуют высокой эффективности скотоводства. На формирование организма молодняка влияет много факторов, одним из которых является использование правильно подобранных рационов, влияющих на уровень последующей продуктивности взрослых животных. В статье представлены материалы исследований, целью которых было определить эффективность выращивания телят в послемолочный период при скармливании цельного зерна кукурузы в молочный период. Установлено, что включение в состав комбикормов для телят молочного периода цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе оказывает положительное влияние на потребление корма, способствует повышению переваримости питательных вещества и количества общего белка в сыворотке крови, снижает концентрацию мочевины, активизирует интенсивность физиолого-биохимических процессов в рубце молодняка послемолочного периода, повышает среднесуточный прироста на 9,1 и 4,3 % при снижении его себестоимости на 7,4 и 3,9 %.

**Ключевые слова:** молодняк крупного рогатого скота, цельное зерно, рационы, продуктивность, эффективность.

I.V. BOGDANOVICH

**EFFECT OF WHOLE CORN GRAIN INCLUDED IN THE DIET OF  
PREWEANED CALVES ON THEIR FURTHER PRODUCTIVITY  
AND INCREASE OF DIGESTIBILITY OF FEED NUTRIENTS**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of  
Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Properly organized conditions of calf housing and feeding contribute to high efficiency of cattle breeding. Many factors influence the body formation of young animals, one of which is the use of properly selected diets that affect the level of subsequent productivity of adult animals. This paper contains the materials of research, the purpose of which was to determine the effectiveness of calf growth in the post-weaning period when feeding whole corn grain in the pre-weaning period. It has been

established that the inclusion of whole corn grain in the amount of 30 and 40% by weight of compound feed in the diet of preweaned calves has a positive effect on feed intake, improves digestibility of nutrients and increases the amount of total protein in blood serum, reduces the concentration of urea, activates the intensity of physiological and biochemical processes in the rumen of postweaned animals, increases the average daily gain by 9.1 and 4.3 % with a decrease in its cost by 7.4 and 3.9 %.

**Keywords:** young cattle, whole grain, diets, productivity, efficiency.

**Введение.** В настоящее время для обеспечения продовольственной безопасности страны в современных экономических и политических условиях скотоводство способно обеспечить потребность населения в основных продуктах питания. При этом важно не только увеличить объёмы производства сельскохозяйственной продукции, но и повысить её качество [1-4].

Знание особенностей роста и развития молодняка крупного рогатого скота, а также формирования мясной продуктивности способствует получению высокой эффективности скотоводства. Грамотно организованные условия содержания и правильно подобранный рацион делают кормление телят экономически выгодным предприятием [5-9].

На формирование организма телят, тип обмена веществ и развитие пищеварительной системы влияет много факторов. Однако наибольший практический интерес представляет скормливание телятам тех или иных кормов в раннем возрасте, влияющих на фенотип, а также на уровень последующей продуктивности взрослых животных [10-15]. В связи с этим, особое внимание следует уделить развитию рубца, в процессе которого происходит развитие его объёма и ворсинок [16-19].

На развитие объёма влияет скормливание телятам сена. При этом увеличивается масса рубца и развиваются его мышцы. На развитие стенок (ворсинок) рубца влияет зерно. Важно не только увеличить объём рубца, но и, в первую очередь, необходимо максимально развить его слизистую оболочку [20-22]. Ворсинки растут благодаря химическому раздражению кислотами (пропионовой, масляной, уксусной). Для нормального развития микрофлоры необходима вода [23-26].

Развитие рубца наряду с увеличенным потоком и активностью ферментов в тонком кишечнике приводит к большему потреблению и лучшему усвоению зернового стартового рациона, следствием чего является более интенсивный рост телёнка [27-30].

Цель исследований – определить эффективность выращивания телят в послемолочный период при скормливании цельного зерна кукурузы в молочный период.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились на молодняке крупного рогатого скота в послемолочный период выращивания, получавших в молочный период цельное зерно кукурузы в

составе комбикормов.

Для научно-хозяйственного опыта отобрали телят чёрно-пёстрой породы средней живой массой 81,9-86,2 кг в возрасте 116-180 дней и распределили их на 4 группы по 12 голов в каждой. Опыт проводился в течение 65 дней (таблица 1).

По схеме научно-хозяйственного опыта в этот период проведён физиологический опыт на 4-х группах животных по 3 головы в каждой.

Различия в кормлении заключались в том, что в молочный период телята контрольной группы получали стандартный комбикорм КР-1, КР-2, а их аналоги опытных групп – комбикорм КР-1, КР-2 с разным вводом цельного зерна кукурузы: 30 %, 40 и 50 % по массе.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	83,0	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
II опытная	85,4	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
III опытная	86,2	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
IV опытная	81,9	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3

В ходе исследований изучены следующие показатели: химический состав, питательность и поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, переваримость и использование питательных веществ рационов, показатели рубцового пищеварения, интенсивность роста животных, экономическую эффективность выращивания телят.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Рост и развитие молодняка обуславливается уровнем биохимических процессов в организме, на который большое влияние оказывает состав кормов рациона, поскольку корма при любом химическом составе могут иметь

различную переваримость питательных веществ и разную степень усвоения, что и определяет их продуктивную ценность.

В кормлении животных использовали корма, имеющиеся в хозяйстве. В период проведения опыта молодняк всех групп потреблял практически одинаковое количество кормов. Незначительные различия отмечены в потреблении грубого корма. Концентрированный корм животные поедали без остатка. Рационы представлены средними показателями (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточный рацион подопытных телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа							
	I		II		III		IV	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-3	1,8	49,8	1,8	49,0	1,8	50,1	1,8	50,7
Силосно-сенажная смесь	7,20	50,2	7,30	51,0	7,22	49,9	7,10	49,3
В 1 кг рациона содержится:								
Кормовых единиц	4,44		4,51		4,41		4,36	
Обменной энергии, МДж	40,12		40,26		40,17		39,84	
Сухого вещества, кг	3,9		3,9		3,9		3,8	
Сырого протеина, г	411,8		413,2		412,3		409,1	
Переваримого протеина, г	272,8		273,7		273,2		271,2	
Сырого жира, г	112,2		112,7		112,4		111,2	
Сырой клетчатки, г	677,7		682,0		679,4		669,2	
Крахмала, г	863,2		864,6		863,8		860,4	
Сахара, г	104,4		104,9		104,6		103,6	
Кальция, г	31,1		31,2		31,2		30,9	
Фосфора, г	16,7		16,8		16,7		16,6	
Магния, г	8,0		8,1		8,0		8,0	
Калия, г	66,9		67,3		67,0		66,2	
Серы, г	4,9		4,9		4,9		4,8	
Железа, мг	856,1		860,9		858,0		846,4	
Меди, мг	41,1		41,2		41,2		40,9	
Цинка, мг	150,1		150,7		150,3		148,9	
Марганца, мг	149,4		150,2		149,7		147,8	
Кобальта, мг	3,53		3,53		3,53		3,52	
Йода, мг	2,2		2,2		2,2		2,2	
Витамина Е, мг	263,5		264,9		264,1		260,8	

В структуре рациона сочные корма занимали 49,3-51,0 %, концентрированные – 49,0-50,7 %. Отмечена незначительная разница в

потреблении травяных кормов между группами.

На основании полученных результатов контрольных кормлений животных установлена питательность рационов – 4,36-4,51 к. ед. Концентрация обменной энергии в сухом веществе находилось в уровне 10,3-10,5 МДж. В расчёте на 1 кормовую единицу во всех группах приходилось 60,7-62,2 г переваримого протеина. Содержание сырой клетчатки от сухого вещества рациона животных подопытных групп была на уровне 17,4-17,6 %.

Одним из основных показателей, определяющих эффективность использования кормов, является переваримость питательных веществ. Она во многом зависит от структуры и сбалансированности рациона, возраста животных, их живой массы, физиологического состояния и других факторов.

В результате проведённых физиологических исследований по определению переваримости питательных веществ рационов молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период установлено положительное влияние скармливания цельного зерна кукурузы в дозировках 30 и 40 % от массы комбикорма телятам в молочный период выращивания, выразившееся в повышении переваримости питательных веществ рационов опытных групп.

В целом, животные всех групп потребляли с рационом примерно одинаковое количество питательных веществ. Молодняк по-разному переваривал питательные вещества потреблённых кормов (таблица 3).

Таблица 3 – Переваримость питательных веществ рационов, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	66,1±5,9	67,1±1,0	70,3±0,9	63,2±4,4
Органическое вещество	67,7±5,5	68,2±1,2	71,9±0,8	63,7±4,2
Протеин	56,1±5,9	56,5±0,7	59,1±2,6	55,5±5,4
Жир	53,9±8,2	54,3±0,7	55,9±3,8	52,5±6,1
Клетчатка	53,4±10,1	55,7±0,8	57,8±4,3	54,8±6,1
БЭВ	72,7±4,8	73,6±1,6	77,0±0,3	67,2±4,0

Установлено, что скармливание комбикормов с включением цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе молодняку крупного рогатого скота в молочный период (II и III опытные группы) позволило получить наилучший результат по переваримости питательных веществ рационов животных в послемолочный период, что выразилось в увеличении коэффициентов переваримости рационов.

Различия по переваримости сухого вещества рациона молодняка II и III опытных групп составляют на 1,0 и 4,2 п. п. по сравнению с животными контрольной группы.

Переваримость азотсодержащих веществ у телят III опытной группы оказалась выше аналогов контроля на 3 п. п. Рацион молодняка IV опытной группы, которым скармливали комбикорма с 50 % ввода по массе цельного зерна, оказался худшим по переваримости сырого протеина не только II и III опытных, но и контрольных животных, однако различия оказались недостоверны.

По переваримости сырого жира и клетчатки достоверной межгрупповой разницы не выявлено, однако следует отметить, что наиболее высокая переваримость этих веществ отмечена рационах животных II и III опытных групп.

Таким образом, в результате физиологических исследований установлено, что скармливание телятам молочного периода выращивания комбикормов с 30 и 40 % ввода цельного зерна кукурузы оказало положительное влияние на увеличение переваримости всех питательных веществ их рационов в послемолочный период.

Изучение биохимических показателей содержимого рубца молодняка послемолочного периода выращивания показало, что скармливание телятам в молочный период разных доз цельного зерна кукурузы (30 %, 40 и 50 %) оказывает определённое влияние на процессы рубцовой ферментации и использование образующихся метаболитов, что указывает на лучшую обеспеченность протеином животных опытных групп (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели рубцового пищеварения животных послемолочного периода выращивания

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	7,02±0,09	6,97±0,02	7,00±0,03	6,99±0,03
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,27±0,04	10,31±0,03	10,30±0,02	10,29±0,01
Аммиак, мг%	17,15±0,03	17,07±0,03	17,05±0,02	17,22±0,06
Азот общий, мг/100 мл	100,7±6,4	101,3±6,3	100,0±5,0	101,4±7,5

Распад протеина корма в системе рубца происходит с участием бактерий и простейших. В наших исследованиях концентрация водородных ионов в рубцовой жидкости телят находилась на одинаковом уровне (не выходя за пределы физиологической нормы).

Скорость всасывания кислот в кровь зависит от pH содержимого рубца и оказывается наибольшей при слабокислой реакции, доставляя животному около 40 % общей энергии, и используются в синтезе жиров и углеводов.

Клетчатка кормов разрушается только ферментом микроорганизмов пищеварительного тракта – целлюлазой, и полученные продукты используются организмом животного в основном в форме летучих

жирных кислот. Значение ЛЖК колеблется от 6,0 до 14,0 ммоль на 100 мл и зависит от особенности корма и режима кормления. В наших исследованиях наблюдается незначительное повышение количества ЛЖК в рубцовой жидкости животных с 10,27 до 10,31 ммоль/100 мл при снижении величины концентрации ионов водорода.

В рубце под влиянием микробов идёт расщепление белков корма и появление значительных количеств аммиака. В рубце мочевины расщепляется до аммиака, азот которого используется микроорганизмами для синтеза белка своего тела, который затем вновь вовлекается в азотистый обмен организма. По уровню содержания аммиака в содержимом рубца можно судить о степени расщепления азотистых веществ и их использования организмом животного. По результатам полученного материала установлено значение аммиака рубцового содержимого на уровне контрольного значения.

Концентрация общего азота в рубцовой жидкости молодняка в постеломолочный период выращивания, получавших ранее цельное зерно в количестве 30-40 %, находилась на уровне контрольного значения.

Таким образом, уменьшение количества аммиака и увеличение азота в рубцовой жидкости свидетельствуют о нормальном течении процессов усвоения азота в опытных группах.

По составу крови можно объективно оценить жизненные процессы и все изменения, протекающие в организме (таблица 5).

Таблица 5 – Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 180 дней

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,68±0,43	6,79±0,43	7,07±0,06	6,58±0,37
Гемоглобин, г/л	100,5±1,5	102,0±1,00	101,0±2,00	101,0±4,00
Лейкоциты, $10^9/л$	10,2±0,10	10,0±0,4	10,15±0,25	10,55±0,35
Общий белок, г/л	69,6±1,5	70,3±2,0	70,6±7,8	69,7±2,4
Глюкоза, ммоль/л	3,3±0,2	3,3±0,1	3,4±0,3	3,4±0,5
Мочевина, ммоль/л	3,41±0,22	3,37±0,93	3,38±0,92	3,40±0,28
Гематокрит, %	24,7±0,8	25,0±4,8	24,9±1,5	24,6±5,8
Кальций, ммоль/л	2,51±0,07	2,53±0,23	2,50±0,06	2,51±0,06
Фосфор, ммоль/л	1,79±0,02	1,80±0,07	1,78±0,08	1,79±0,05

Все исследуемые показатели крови находились в пределах физиологической нормы.

При скармливании цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе комбикорма содержание общего белка в сыворотке крови у телят контрольной группы составило 69,6 г/л, а в опытных повысилось до 70,3 и 70,6 г/л или на 1,0 и 1,4 %. Так, в крови животных опытных групп, получавших с рационом комбикорма КР-2 с включением 30 и 40 %

цельного зерна кукурузы в молочный период выращивания, отмечалась тенденция к повышению содержания гемоглобина, эритроцитов при снижении концентрации мочевины по сравнению с молодняком контрольной группы. Некоторые колебания в названных показателях не носили закономерного характера и находились в пределах статистической ошибки. Это свидетельствует о том, что обменные процессы в организме подопытных животных протекали на высоком уровне и не имели существенных различий.

Полученные данные свидетельствуют о том, что значения некоторых показателей повысились с увеличением нормы ввода цельного зерна до 30-40 % по массе в составе комбикорма.

Уровень гемоглобина согласуется с количеством общего белка в сыворотке крови, что свидетельствует о достаточно высокой интенсивности его синтеза и, как следствие, о росте продуктивности животных. По содержанию общего белка в сыворотке крови можно судить о способности животных перерабатывать протеин корма в животные белки.

Общей особенностью в обмене веществ растущих животных является преобладание у них процессов ассимиляции над диссимиляцией, являющееся основой новообразования (роста) тканей организма. Увеличение роста и развития базируется на интенсивности всего обмена веществ в целом в молодом организме. Изучение динамики роста живой массы подопытных телят за весь научно-хозяйственный опыт показало, что скармливание комбикормов с включением цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40% по массе позволило увеличить показатель живой массы по отношению к контрольным аналогам (таблица 6).

Таблица 6 – Динамика живой массы и среднесуточных приростов

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	104,8±3,1	107,8±3,1	108,7±2,4	102,9±2,2
в конце опыта	158,9±4,9	166,8±3,7	165,1±3,0	155,9±7,6
Валовой прирост, кг	54,1±4,7	59,0±1,5	56,4±2,9	53,0±7,2
Среднесуточный прирост, г	832±71,9	908±23,6	868±44,9	815±110,4
% к контролю	-	+9,1	+4,3	-2,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	5,34	4,97	5,08	5,35

В результате исследований установлено, что скармливание комбикормов с вводом 30 % цельного зерна кукурузы в рационах молодняка молочного периода способствовало увеличению среднесуточных приростов их живой массы в послемолочный период. Так, молодняк в



контрольной группе достиг среднесуточных приростов 832,0 г, а аналогично из II опытной группы – 908 г., что выше на 9,1 %.

Использование в рационе телят молочного периода выращивания цельного зерна кукурузы в количестве 40 % от массы комбикорма позволило увеличить их прирост в послемолочный период на 4,3 % к контролю или 868 г. Следовательно, сравнивая эффективность использования комбикорма с 30 и 40 % ввода цельного зерна кукурузы в рационах животных в молочный период, получен большой эффект от их скармливания, чем в контрольном варианте.

Экономическая эффективность выращивания молодняка в послемолочный период с использованием цельного зерна кукурузы в разных дозировках в составе комбикормов для телят молочного периода характеризует практическую значимость полученных результатов и позволяет определить целесообразность дальнейшего использования цельного зерна в рационах молодняка. На основе результатов контрольных кормлений, взвешивании подопытных животных научно-хозяйственного опыта рассчитана экономическая эффективность (таблица 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность выращивания телят в послемолочный период

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Затраты кормов за период опыта, к. ед.	288,6	293,2	286,7	283,4
Стоимость суточного рациона, руб./гол.	1,25	1,26	1,25	1,25
Прирост живой массы за период опыта, кг	54,1	59,0	56,4	53,0
Стоимость кормов за период опыта, руб./гол.	81,3	81,9	81,3	81,3
Стоимость 1 к. ед., руб.	0,28	0,28	0,28	0,29
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	1,50	1,39	1,44	1,53
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	2,31	2,14	2,22	2,35

На основании результатов научно-хозяйственных исследований по изучению влияния скармливания цельного зерна телятам молочного периода на переваримость и использование питательных веществ рационов молодняка в послемолочный период установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10-65 и 66-115 дней комбикормов с вводом 30 и 40 % цельного зерна кукурузы по массе позволило получить наилучшую эффективность их применения, выразившуюся в снижении стоимости кормов на 1 кг прироста на 7,3 и 4,0 % при увеличении прироста на 9,1 и 4,3 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 7,4 и 3,9 %.

**Заключение.** Включение в состав комбикормов цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе для телят в молочный период

оказывает положительное влияние на потребление корма, способствует повышению переваримости питательных веществ на 1,0-4,4 п. п. и количества общего белка в сыворотке крови на 1,0 и 1,4 % при снижении концентрации мочевины на 1,2 и 0,8 %, активизирует интенсивность физиолого-биохимических процессов в рубце молодняка послемолочного периода, повышает среднесуточные прирост на 9,1 и 4,3 % при снижении его себестоимости на 7,4 и 3,9 процента.

#### Литература

1. Влияние скармливания комбинированных силосов на использование бычками энергии рационов / В. Ф. Радчиков, С. В. Сергучев, С. И. Пентилок, И. В. Яnochкин, И. В. Сучкова, Л. А. Возмитель // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2010. – Вып. 13, ч. 1. – С. 144-151.
2. Использование кормовой добавки на основе отходов свеклосахарного производства при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глиникова, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 23-25.
3. Энерго-протеиновый концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, Т. Л. Сапсалёва, С. Л. Шинкарёва // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию юбилею фак. технол. менеджмента. – Ставрополь : АГРУС, 2014. – С. 208-213.
4. Комбикорма с включением дёфекаата в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глиникова, Е. А. Шнитко // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. III Междунар. конф. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, вып. 7. – С. 7-11.
5. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich, V. F. Radchikov, V. N. Kuznetsova, E. V. Petrushko, M. E. Spivak, A. N. Sivko // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 852. – 12080. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012080.
6. Кормовые концентраты для коров / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. О. Гливанский, М. В. Джумкова, Н. А. Шарейко, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. О. Лемешевский // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуж. деятеля науки РФ, Заслуж. учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, д-ра с.-х. наук Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск, 2021. – С. 143-150.
7. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Н. А. Яцко, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, А. А. Курепин // Учёные записки ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.
8. Сыворотка молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глиникова, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко, Г. В. Бесараб // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 26-28.
9. Эффективность скармливания дёфекаата в рационах телят / В. Ф. Радчиков, А. М. Глиникова, Г. В. Бесараб, А. Н. Кот, В. И. Акулич, Н. А. Яцко, С. Н. Пиллюк // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 36-43.

10. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалаева, С. А. Ярошевич, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.

11. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. М. Натянчик, В. А. Люндышев // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2018. – С. 59-63.

12. Органические микроэлементы в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук, С. А. Линкевич, Е. Г. Кот, С. Воронин, Д. Воронин, В. Фесина // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 14-17.

13. Высококачественная говядина при использовании продуктов переработки рапса в кормлении бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалаева, С. Н. Пиллок, В. В. Букас, А. Н. Шевцов // Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. интернет-конф., г. Ставрополь, 4-5 февр. 2015 г. – Ставрополь : Агрус, 2015. – Т. 1. – С. 300-308.

14. Новые комбикорма-концентраты в рационах ремонтных телок 4-6-месячного возраста / С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 128-132.

15. Влияние разного уровня легкогидролизуемых углеводов в рационе на конверсию энергии корма бычками в продукцию / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалаева, А. М. Глиникова // Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию юбилею со дня основания факультета технологического менеджмента (зооинженерного), г. Ставрополь, 16-17 апр. 2015 г. – Ставрополь, 2015. – Т. 2. – С. 84-89.

16. Радчиков, В. Ф. Физиологическое состояние и продуктивность ремонтных телок при использовании в рационах местных источников белка, энергии и биологически активных веществ / В. Ф. Радчиков, В. Н. Куртина, В. К. Гурин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 207-214.

17. Сапсалаева, Т. Л. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалаева, В. Ф. Радчиков // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 28-31.

18. Жом в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалаева // Сахар. – 2016. – № 1. – С. 52-55.

19. Повышение эффективности производства говядины за счёт включения в рацион бычков кормов из рапса / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалаева, В. П. Цай, А. Н. Кот, Г. В. Бесараб, В. А. Люндышев, В. И. Карповский // Актуальні питання технології продукції тваринництва : зб. ст. за результатами II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 26-27 жовтня 2017 року. – Полтава, 2017. – С. 53-59.

20. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарёва, В. К. Гурин, В. П. Цай, О. Ф. Ганушенко, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалаева. – Жодино, 2017. – 118 с.

21. Радчиков, В. Ф. Кормовые концентраты из отходов свеклосахарного производства для крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, А. М. Глиникова // Стратегия основных направлений научных разработок и их внедрения в животноводстве : материалы международной научно-практической конференции, г. Оренбург, 15-16 окт. 2014 г. – Оренбург, 2014. – С. 164-166.

22. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, А. Н. Кот, А. М. Глиникова, В. М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015.

– Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300-303.

23. Радчиков, В. Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф., 15-17 мая 2013 г. – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151-155.

24. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания люпина, обработанного разными способами на продуктивность бычков / В. Ф. Радчиков // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 187-190.

25. Радчиков, В. Ф. Выращивание телят и ЗЦМ: преимущества применения / В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, В. В. Сидорович // Наше сельское хозяйство. – 2014. - № 12(92): Ветеринария и животноводство. – С. 34-38.

26. Экструдированный обогатитель на основе льносемена и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин, С. Л. Шинкарева, В. А. Люндышев // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92-97.

27. Сбалансированное кормление – основа высокой продуктивности животных / В. И. Передня, А. М. Тарасевич, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию основания Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск, 10-11 окт. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 104-111.

28. Радчиков, В. Повышение эффективности использования зерна / В. Радчиков // Комбикорма. – 2003. - № 7. – С. 30.

29. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Учёные записки ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205-206.

30. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин, В. Ф. Радчиков, В. И. Карповский, В. А. Люндышев, В. В. Букас, Л. А. Возмитель, И. В. Яночкин, А. А. Царенок // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 257-266.

*Поступила 3.03.2023 г.*

УДК 636.592.033

Е.В. ВЛАСЕНКО, Е.А. КАПИТОНОВА

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ ИНДЕЕК ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН НОВОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ**

*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

В последнее время, для обеспечения населения высокопитательным диетическим мясом, наибольшее внимание стали уделять индейководству. Полезные свойства индейки обусловлены также тем, что в одной порции индюшатины содержится полная дневная норма омега-3-ненасыщенных жирных кислот,

стимулирующих работу сердца и повышающих активность головного мозга. Целью нашей работы явилось изучение влияния минеральной кормовой добавки «Cu-Актив» на продуктивность индеек кросса Big-6. Научно-хозяйственный опыт проводили в ОАО «Птицефабрика «Городок» ПУ «Хайсы» Витебской области. Установлено, что применение запатентованной добавки кормовой минеральной «Cu-Актив», из расчёта 0,001 % комбикорма, способствовало увеличению средней живой массы индюшат на 20,3 %, среднесуточных приростов – на 20,5 %, сохранности поголовья – не менее 93,5 % и сокращению расхода корма на получение продукции на 5,4 %. На основании полученных положительных результатов рекомендуем применять в рационах индеек кросса Big-6 отечественную добавку кормовую минеральную «Cu-Актив».

**Ключевые слова:** кормовая добавка, медь, индейка, живая масса, среднесуточный прирост, сохранность, расход корма.

E.V. VLASENKO, E.A. KAPITONOVA

## PRODUCTIVITY OF TURKEYS FED WITH A NEW MINERAL FEED ADDITIVE

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus*

Recently, turkey farming has received the most attention in order to provide the population with highly nutritious dietary meat. The health benefits of turkey are also due to the fact that one serving of turkey meat contains a full daily allowance of omega-3-unsaturated fatty acids that improve cardiac function and increase brain activity. The purpose of our work was to study the effect of the mineral feed additive “Cu-Aktiv” on the productivity of the Big-6 cross turkeys. Scientific and economic experiment was carried out at the production site “Haisy” of JSC “Poultry farm “Gorodok” of Vitebsk region. It was found that the use of patented mineral feed additive “Cu-Aktiv” at the rate of 0.001% of compound feed provided an increase in the average live weight of turkey poults by 20.3%, average daily gain – by 20.5%, livestock livability – at least 93.5%, while reducing the feed consumption per product unit by 5.4%. Based on the positive results obtained, we recommend using the domestic mineral feed additive “Cu-Aktiv” in the diets of the Big-6 cross turkeys.

**Keywords:** feed additive, copper, turkey, live weight, average daily gain, livability, feed consumption.

**Введение.** Птицеводство в Республике Беларусь является ведущей отраслью животноводства и играет значительную роль в продовольственном благополучии страны [1, 2]. В последнее время, для обеспечения населения высокопитательным диетическим мясом, наибольшее внимание стали уделять индейководству. Индейки по своим биологическим и хозяйственным особенностям имеют ряд преимуществ перед другими видами сельскохозяйственных птиц. Они имеют превосходство по живой массе, выходу съедобных частей тушек и мышечной

ткани, а также жизнеспособности [3, 4].

Полезные свойства индейки обусловлены также тем, что в одной порции индюшатины содержится полная дневная норма омега-3-ненасыщенных жирных кислот, стимулирующих работу сердца и повышающих активность головного мозга.

Одним из важнейших элементов интенсивной технологии производства яиц и мяса, а также ведущим фактором в реализации генетического потенциала мясной продуктивности сельскохозяйственной птицы является научная организация кормления птицы. Среди биологически активных веществ особое место занимают микроэлементы [5, 6, 7, 8]. Основным источником микроэлементов для животных являются корма растительного происхождения. Однако следует учесть, что их минеральный состав может существенно различаться и напрямую зависит от климатических и погодных условий, типа почв, количества и сроков внесения в почву удобрений, фазы вегетации растений во время уборки, технологии заготовки и хранения кормов и ряда других факторов. В связи с этим в кормах часто встречается недостаток одних элементов и избыток других, что приводит к возникновению различных заболеваний и снижению продуктивности животных. В связи с неполным минеральным составом кормов их недостаток в рационе кормления компенсируют за счёт минеральных добавок [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Основной биохимической функцией меди в организме животных является активирование отдельных ферментативных реакций в составе медьсодержащих ферментов. Установлено, что медь способствует созреванию эритроцитов на ранних стадиях развития. В составе медьсодержащих белков с ферментативной функцией медь катализирует процессы остеогенеза, защитных функций организма, пигментации и кератинизации шерсти и пера [15, 16, 17, 18, 19].

Решению проблемы недостатка меди в рационе сельскохозяйственной птицы и ряда других способствует использование созданной и запатентованной нами добавки кормовой минеральной «Cu-Актив».

В связи с вышеизложенным считаем, что проведение научно-исследовательской работы по изучению её эффективности является актуальным, имеет научную новизну и практическую значимость.

Целью нашей работы явилось изучение влияния добавки кормовой минеральной «Cu-Актив» на продуктивность индеек кросса Big-6.

**Материал и методика исследований.** Репродуктором кросса Big-6 является компания British United Turkeys, Ltd, имеющая значительный опыт и весомую репутацию среди племенных хозяйств по развитию индеек. Фирма входит в холдинг Aviagen Turkeys и владеет несколькими зарегистрированными торговыми марками. Под торговой маркой BUT производятся тяжёлые и среднетяжёлые мясные гибриды: самый

известный во всем мире – ВУТ-6, который благодаря продуктивным характеристикам чаще называется Big-6 (от англ. «big» – большой).

Научно-хозяйственный опыт проводили в ОАО «Птицефабрика «Городок» ПУ «Хайсы» Витебской области в период с 13.09.2018 г. по 21.12.2018 г. Для проведения опыта методом пар-аналогов были сформированы две группы суточных индюшат кросса Big-6. Схемы опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

№ птичника	№ группы	Особенности кормления
птичник № 4	I (контрольная)	Основной рацион (ОР)
птичник № 5	II (опытная)	ОР + «Cu-Актив» из расчёта 0,001 % комбикорма

Продолжительность опыта составила 100 дней, включая 10 дней адаптационного периода. Способ выращивания птицы – напольный, на глубокой несменяемой подстилке. На протяжении всего опытного периода с помощью автоматического оборудования птице обеспечили все оптимальные параметры микроклимата, которые ежедневно дополнительно фиксировались в журнале учёта, имеющегося в каждом птичнике.

В ходе исследований определяли: динамику живой массы путём индивидуального взвешивания молодняка с расчётом среднесуточного, абсолютного и относительного приростов; учёт сохранности поголовья, а также расход корма за весь период выращивания индеек и на единицу продукции. Взвешивание проводили индивидуально, методом случайной выборки в разных точках птичника. Полученные результаты распространялись на всё поголовье и соответствовали показателям ведомостей закрытых партий.

Кормовая минеральная добавка «Cu-Актив» представляет собой активированный сульфат меди, который оказывает положительный эффект на пищеварительную систему сельскохозяйственных животных, в том числе и птиц. Наполнителем выступает диоксид кремния (микроинтерализованный сорбент). Это вододисперсный однородный сыпучий порошок от светло-бежевого до светло-голубого цвета, обладающий антисептическим, бактерицидным, антидиарейным, ростостимулирующим и общеукрепляющим действием.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** При изучении роста и развития индеек, которые в смеси с комбикормом получали добавку кормовую минеральную «Cu-Актив», нами получены следующие результаты (таблице 2).

Таблица 2 – Результаты роста и развития индеек кросса Big-6

Наименование	Птичники – группы	
	птичник № 4 – I (контроль)	птичник № 5 – II (опыт)
Живая масса суточных индюшат в начале опыта, г/гол.	149,5±2,24	148,4±2,41
Живая масса в конце опыта, г/гол.	13386,3±483,73	16932,2±483,63***
$\uparrow \text{O}_2 \downarrow$ в среднем	9407,7±353,67	10477,6±231,44***
	11396,9±410,25	13704,8±361,04***
Среднесуточный прирост, г	171,9±6,26	217,9±6,25***
$\uparrow \text{O}_2 \downarrow$ в среднем	117,9±2,27	134,2±2,98***
	146,2±5,30	176,1±4,66***
Абсолютный прирост, г/гол.	13236,8±481,52	16783,8±481,22***
$\uparrow \text{O}_2 \downarrow$ в среднем	9081,4±174,64	10329,2±229,03***
	11247,4±408,04	13556,4±358,63***
Относительный прирост, %	195,6±0,10	196,5±0,04
$\uparrow \text{O}_2 \downarrow$ в среднем	193,6±0,10	194,4±0,05
	194,8±0,10	195,7±0,10

Примечание: \*\*\* -  $P < 0,001$

Как видно из представленных показателей, живая масса индеек в начале опыта отличалась незначительно – на 0,7 % в пользу птиц, выращиваемых в птичнике № 4 (контроль).

В конце опыта различия по живой массе стали существенными. Средняя живая масса индюков, выращиваемых в птичнике № 5 (опыт), превосходила достигнутый показатель птиц из птичника № 4 (контроль) на 26,5 %, что составило 3,5 кг/гол. Аналогичные результаты получены и у индеек, живая масса которых в опытной группе превзошла контрольные результаты – на 11,4 % (+1,1 кг/гол).

В целом за период опыта средняя живая масса птиц в группе контроля составила 11396,9 г/гол., которая была ниже продуктивности аналогов из группы опыта на 20,3 % (2,3 кг/гол.), что является существенным и подтверждает эффективность применения «Си-Актив».

На основании полученных данных по живой массе нами рассчитан среднесуточный прирост. У индюков II группы данный показатель превосходил достигнутый результат аналогов I группы на 26,7 % (+16,3 г). Среднесуточный прирост индеек, выращиваемых во II группе, также был выше результатов сверстниц из I группы – на 20,5 % (+29,9 г). В целом изучаемый показатель у птиц, выращиваемых в птичнике № 5 (опыт), был выше на 20,5 % (+22,5 г) по сравнению с птицей контроля.

Абсолютный прирост показывает разность между живой массой



птицы при рождении и в конце технологического периода выращивания. Данный показатель у индюков опытной группы был выше, чем у сверстников контроля на 26,8 %, а у индеек – на 13,7 %. В среднем по стаду абсолютный прирост птицы из птичника № 5 (опыт) был на 20,5 % выше, чем у сверстников, выращиваемых в птичнике № 4 (контроль).

Относительный прирост характеризует интенсивность роста птицы. Как видно из представленных в таблице 2 данных, относительная скорость роста индюков II группы была на 0,9 п. п. больше, чем у аналогов контроля. Аналогичная тенденция отмечена и у самок. Энергия роста индеек, выращиваемых во II группе, была выше, чем у сверстниц из I группы на 0,8 п. п. В среднем опытная птица из птичника № 5 на 0,9 п. п. лучше откармливалась, чем птица контроля.

Жизнеспособность индеек – это комплексный показатель, на который оказывают существенное влияние параметры микроклимата и микробная обсеменённость воздуха, рацион и регулярность кормления, плотность посадки и технологические стресс-факторы, воздействие обслуживающего персонала и многое другое. Известно, что индейка не стрессоустойчивая птица и малейшее отклонение от нормы может приводить к синдрому внезапной смерти.

При проведении научно-хозяйственного опыта нами максимально обеспечены оптимальные параметры микроклимата и сведены до минимума негативные факторы антропогенного воздействия.

В таблице 3 представлена сохранность поголовья индеек кросса Big-6, выращиваемых в условиях производственного участка «Хайсы» Витебского района.

Таблица 3 – Сохранность индеек кросса Big-6

Наименование	Птичники – группы	
	птичник № 4 – I (контроль)	птичник № 5 – II (опыт)
Поступило на выращивание всего, гол.	3575	3472
из них: ♂	1950	1900
♀	1625	1572
Пало и выбраковано всего, гол.	340	256
из них: ♂	192	127
♀	148	99
Сохранность поголовья всего, %	90,5	93,5
♂ от выращиваемого /от павшего	90,1 / 56,5	93,3 / 49,6
♀ от выращиваемого /от павшего	90,9 / 43,5	93,7 / 50,4
Снято с выращивания всего, гол.	3235	3246
из них: ♂	1758	1773
♀	1477	1473

Как показывают представленные данные, в опытном птичнике № 5

было на 2,9 % (-103 гол.) птиц меньше, чем в контрольном птичнике № 4. В связи с этим, мы будем анализировать качественные показатели сохранности поголовья.

В птичнике № 4 за период проведения научно-хозяйственного опыта пало и было выбраковано по признаку «больная-здоровая птица» 340 гол. (9,5 %), из них: индюков – 192 гол. (56,5 %) и 148 гол. (43,5 %) индеек от посаженного на выращивание поголовья. Сохранность поголовья в контрольном птичнике составила 90,5 %.

В птичнике № 5 к концу проведения научно-исследовательской работы выбыло 256 гол. (6,5 %), из которых 127 гол. (49,6 %) приходилось на самцов и 99 гол. (50,4 %) на самок. Таким образом, в целом сохранность поголовья в опытном птичнике была на уровне 93,5 %, что на 3,0 % больше, чем в контрольном птичнике.

По окончании технологического откорма индеек из птичника № 5 сдано на убой на 0,3 % больше, чем от птичника № 4, что говорит об эффективности введения в рационы индеек добавки кормовой минеральной «Си-Актив».

Показатель расхода кормов является одним из наиболее значимых признаков при определении эффективности отрасли птицеводства. Особенностью индейководства, в отличие от бройлерного птицеводства, является относительно длинный технологический срок откорма птицы, который может быть сопряжён с кормовыми нарушениями, приводящими к патологиям незаразной этиологии. В связи с этим, применение «Си-Актив» в смеси с комбикормом, в состав которого входит активированный сульфат меди и микронизированный сорбент микотоксинов, имеет практическую значимость.

Результаты по учёту расхода кормов на получение продукции и на весь период выращивания индеек кросса Big-6 в условиях ПУ «Хайсы» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Расход кормов на выращивание индеек кросса Big-6

Наименование	Птичники – группы	
	птичник № 4 – I (контроль)	птичник № 5 – II (опыт)
Расход корма за весь период выращивания (в среднем), кг/гол. ♂ ♀	22,74±1,274	25,89±0,957***
	27,28±1,548	32,40±1,282***
	17,98±0,683	19,53±0,722***
Расход корма на 1 кг прироста живой массы (в среднем), кг ♂ ♀	2,02±0,042	1,91±0,021***
	2,06±0,037	1,93±0,028***
	1,98±0,026	1,89±0,019***

Примечание: \*\*\* - P<0,001

Представленные данные показывают, что самцы из опытного птичника № 5 за весь период опыта потребили на 5,12 кг (18,7 %) комбикорма больше, чем птица из контрольного птичника № 4. Однако необходимо отметить, что увеличение расхода корма тесно связано с повышением живой массы птицы. Это позволило получить дополнительную живую массу у опытных индюков на уровне 3,55 кг/гол. или 26,5 % (см. таблицу 2). Аналогичная тенденция прослеживалась при анализе потребления комбикорма самочками. Так, индейки из опытного птичника за весь технологический период выращивания дополнительно затратили 1,55 кг/гол. комбикорма (8,6 %) по сравнению с контрольной птицей, при этом дополнительно получив 1,07 кг/гол. (20,3 %) прироста живой массы.

В среднем на выращивание одной головы в птичнике № 4 затрачивалось 22,74 кг комбикорма за весь период опыта, а в птичнике № 5 – 25,89 кг комбикорма, что было на 13,9 % больше (3,15 кг). В птичнике № 5 (в среднем) живая масса опытных птиц была выше на 2,3 кг/гол. по сравнению с контрольными аналогами. Следовательно, затраты, связанные с расходом корма, полностью окупились высокой стоимостью полученного мяса от индеек, что говорит об эффективности предлагаемой научной разработки для промышленного птицеводства, в частности, индейководства.

Для наиболее объективного анализа расхода потреблённого корма за период проведения научно-хозяйственного опыта нами рассчитан расход корма на 1 кг прироста живой массы птицы. У индюков, выращиваемых в опытном птичнике, расход корма на 1 кг прироста живой массы был на 6,3 % меньше (-0,13 кг), чем у аналогов из контрольного птичника. У индеек, выращиваемых в птичнике № 5, расход корма был ниже на 4,5 % (-0,09 кг) по сравнению с контролем. В среднем, при анализе расхода корма на получение 1 кг прироста живой массы птиц экономия корма в опытном птичнике № 5 составила 5,4 % по сравнению с контрольным птичником № 4.

**Заключение.** Таким образом, применение добавки кормовой минеральной «Си-Актив» способствовало увеличению средней живой массы индюшат на 20,3 %, среднесуточных приростов – 20,5 %, обеспечению сохранности поголовья – не менее 93,5 % и сокращению расхода корма на получение продукции на 5,4 %. На основании полученных результатов рекомендуем применять в рационах индеек кросса Vig-6 отечественную добавку кормовую минеральную «Си-Актив».

#### Литература

1. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : кол. монография. Ч. 2 / К. Амброжы-Дереговска [и др.]. – Киров, 2020. – 430 с.

2. Технология производства продукции животноводства : курс лекций. Ч. 2. Технология производства продукции скотоводства, свиноводства и птицеводства / М. А. Гласкович [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 240 с.
3. Ветеринарно-санитарные показатели мяса птицы при включении в рацион нано-био корректора «ВитоЛад» / М. А. Гласкович [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, № 1-2. – С. 111-114.
4. Зимняков, В. М. Состояние и перспективы производства и переработки мяса индейки : монография / В. М. Зимняков. – Пенза : РИО ПГАУ, 2017. – 184 с.
5. Голушко, В. М. Сравнительный анализ применения биологически активных препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции / В. М. Голушко, Е. А. Капитонова // Учёные записки ВГАВМ. – 2008. – Т. 44, № 2-1. – С. 174-177.
6. Капитонова, Е. А. Рекомендации по применению кормовой добавки – подкислителя кормов Кискад в бройлерном птицеводстве / Е. А. Капитонова. – Витебск, 2018. – 11 с.
7. Капитонова, Е. А. Продуктивность цыплят-бройлеров при введении в рацион адсорбента микотоксинов / Е. А. Капитонова, В. А. Медведский // Учёные записки ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, № 1-2. – С. 136-139.
8. A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock / A. B. Balykina [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.
9. Адсорбент микотоксинов «Беласорб» в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко [и др.]. – Жодино, 2020. – 14 с.
10. Гласкович, М. А. Иммуностимуляторы природного происхождения в птицеводстве / М. А. Гласкович // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 10. – С. 57-61.
11. Особенности нормированного кормления сельскохозяйственной птицы / М. А. Гласкович [и др.] // Ветеринарное дело. – 2016. - № 6 (60). – С. 25-29.
12. Микрофлора кишечника цыплят-бройлеров и её коррекция биологически активными препаратами / П. А. Красочко [и др.] // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.Р. Коваленко. – 2009. – Т. 75. – С. 393-398.
13. Современное состояние и проблемы применения антибиотиков в сельском хозяйстве / Е. А. Капитонова [и др.] // Учёные записки ВГАВМ. – 2011 – Т. 47, № 2-1. – С. 284-288.
14. Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejune activity on broiler chickens productivity / Y. E. Kuznetsov [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15S. DOI:10.14456/ITJEMAST.2020.307.
15. Капитонова, Е. А. Профилактика заболеваний птиц путем введения в рацион цыплят-бройлеров биологически активных веществ / Е. А. Капитонова // Труды Всероссийского НИИЭВ им. Я.Р. Коваленко. – 2009. – Т. 75. – С. 329-331.
16. Капитонова, Е. А. Рекомендации по применению ферментных препаратов «Экозим», «Витазим» и био корректора «ВитоЛад» в промышленном птицеводстве : рекомендации / Е. А. Капитонова, М. А. Гласкович, Л. В. Шульга. – Витебск, 2010. – 32 с.
17. Кочиш, И. И. Эффективность цеолитсодержащих добавок в бройлерном птицеводстве / И. И. Кочиш, Е. А. Капитонова, В. Н. Никулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. - № 3 (83). – С. 329-334.
18. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova [et. al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21(3). – P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.
19. Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens / I. I. Kochish [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15U. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.309.

*Поступила 28.03.2023 г.*

А.М. ГЛИНКОВА<sup>1</sup>, А.К. НАТЫРОВ<sup>2</sup>, Б.С. УБУШАЕВ<sup>2</sup>,  
А.А. МОСОЛОВ<sup>3</sup>, А.В. КОЗЛИКИН<sup>4</sup>, Т.Л. САПСАЛЁВА<sup>1</sup>,  
В.А. ЛЮНДЫШЕВ<sup>5</sup>, А.И. СЕМБАЕВА<sup>6</sup>

**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ПРОТЕКАНИЯ РУБЦОВОГО  
МЕТАБОЛИЗМА У МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО  
СКОТА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЦИОНОВ С РАЗНЫМ  
СООТНОШЕНИЕМ РАСЩЕПЛЯЕМОГО И  
НЕРАСЩЕПЛЯЕМОГО ПРОТЕИНА**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,  
г. Элиста, Россия*

<sup>3</sup>*Поволжский научно-исследовательский институт производства и  
переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

<sup>4</sup>*Донской государственный аграрный университет,  
пос. Персиановский, Россия*

<sup>5</sup>*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>6</sup>*Казахский научно-исследовательский институт животноводства и  
кормопроизводству, г. Алматы, Казахстан*

Кормление крупного рогатого скота с учётом его биологических особенностей способствует нормальному росту и развитию, формированию высокой продуктивности и продлению сроков хозяйственного пользования животных. Важную роль в этом играет обеспеченность животных питательными, минеральными и биологически активными веществами, которые в различных соотношениях оказывают влияние на процессы превращения питательных веществ и продуктивность сельскохозяйственных животных. При балансировании рациона по протеиновой питательности необходимо подбирать его компоненты таким образом, чтобы протеин и энергия равномерно использовались животными в течение суток. В связи с этим целью работы стало установить закономерности протекания рубцового метаболизма у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 12-18 месяцев при скармливании рационов с разным соотношением расщепляемого и нерасщепляемого протеина. В ходе исследований установлено, что оптимальное содержание расщепляемого протеина в рационах бычков 12-18 месяцев составляет 65-70 %. Экономически оправданными и целесообразными являются рационы с расщепляемостью протеина 70 %, так как затраты кормов снижаются на 5,0 %.

**Ключевые слова:** бычки, рацион, расщепляемый и нерасщепляемый протеин, затраты кормов.

A.M. GLINKOVA<sup>1</sup>, A.K. NATYROV<sup>2</sup>, B.S. UBUSHAEV<sup>2</sup>,  
A.A. MOSOLOV<sup>3</sup>, A.V. KOZLIKIN<sup>4</sup>, T.L. SAPSALEVA<sup>1</sup>,  
V.A. LYUNDYSHEV<sup>5</sup>, A.I. SEMBAYEVA<sup>6</sup>

## **PATTERNS OF RUMEN METABOLISM IN YOUNG CATTLE FED DIETS WITH DIFFERENT RATIOS OF DEGRADABLE AND NON-DEGRADABLE PROTEIN**

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia*

<sup>3</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing  
of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

<sup>4</sup>*Don State Agrarian University, Persianovsky, Russia*

<sup>5</sup>*Belarusian State Agrarian Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus*

<sup>6</sup>*Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry  
and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan*

Cattle feeding with the consideration of its biological properties promotes normal growth and development, formation of high productivity and prolongation of the terms of economic use of animals. An important role in this is played by the provision of animals with nutrients, minerals and biologically active substances, which in various ratios affect the processes of nutrient transformation and productivity of farm animals. When balancing the diet in terms of protein nutrition, it is necessary to select its components in such a way that protein and energy are evenly used by animals during the day. In this regard, the aim of the work was to determine the patterns of rumen metabolism in young cattle aged 12-18 months when fed diets with different ratios of degradable and non-degradable protein. Studies have revealed that the optimal content of degradable protein in the diets of young bulls aged 12-18 months is 65-70%. Economically sound and feasible are diets with a protein degradability of 70%, since in this case feed costs are reduced by 5.0%.

**Keywords:** young bulls, diet, degradable and non-degradable protein, feed costs.

**Введение.** Основным вопросом сельскохозяйственных предприятий является повышение эффективности и объёмов производства продукции животноводства [1, 2, 3, 4]. Важную роль в его решении этого играет кормление крупного рогатого скота с учётом его биологических особенностей, способствующее нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции, продлению сроков хозяйственного пользования животных [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Отдельные элементы питания и в различных соотношениях оказывают определённое влияние на процессы превращения питательных веществ и продуктивность сельскохозяйственных животных. В

соответствии с современными требованиями к системе кормления жвачных последние должны быть обеспечены на достаточно высоком уровне как распадаемым, так и нераспадаемым в рубце протеином для оптимальной продукции микробного белка с целью обеспечения аминокислотами организма животного в необходимом количестве [12, 13, 14, 15].

Важную роль играют углеводы, которые являются не только питательными веществами для животного, но и служат пищей для населяющих преджелудки жвачных микроорганизмов и используются ими для синтеза бактериального белка. Таким образом, наличие в рубце неволокнистых углеводов, к которым следует отнести крахмал и простые сахара, увеличивает его энергетическую насыщенность и определяет количество бактериального протеина, выработанного в рубце [16, 17, 18].

Защита высококачественного протеина корма от расщепления в рубце увеличивает питательность корма и продуктивность животного. Однако при скармливании жвачным обработанных кормов с целью «защиты» в них протеина от быстрого распада нужно следить, чтобы в рубце оставалось не менее 6-8 % сырого протеина, доступного для ферментации, иначе может снизиться переваримость и потребление корма вследствие недостатка азота для микроорганизмов рубца [19, 20, 21, 22].

Проблема протеинового питания жвачных животных особенно остро встала в связи с ростом их продуктивности и существенным изменением в технологии кормления и производства кормов [23]. При этом протеин стал одним из важных лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса [24, 25, 26].

При балансировании рациона по протеиновой питательности необходимо подбирать компоненты рациона таким образом, чтобы протеин и энергия равномерно использовались животными в течение суток [27, 28, 29, 30].

Цель работы – установить закономерности протекания рубцового метаболизма у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 12-18 месяцев при скармливании рационов с разным соотношением расщепляемого и нерасщепляемого протеина.

**Материал и методика исследований.** Для проведения исследований были отобраны образцы сенажа, силоса и концентрированных кормов, используемых в кормлении молодняка в возрасте 12-18 месяцев в зимне-стойловый период содержания. В лаборатории кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» определено содержание питательных и минеральных веществ в зерне кукурузы, ржи, овса, гороха, силосе разнотравном, льняном жмыхе и соевом шроте, а также морфо-биохимическом составе крови.

Экспериментальная часть исследований на молодняке крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы проведена в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Формирование групп животных осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	4	30	Типовая потребность в протеине, соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина 80:20
II опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина 75:25
III опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина 70:30
IV опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина 65:35
V опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина 60:40

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Согласно установленной питательности кормов, входящих в состав рационов подопытного молодняка, разработан состав кормовой добавки с отработкой нормы ввода, обеспечивающей различное соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе молодняка крупного рогатого скота.

В состав добавок входило зерно кукурузы, овса, ячменя, пшеницы, гороха, рапса, а также шроты и жмыхи. Отдельные компоненты добавки подвергли экструзии с целью изменения параметров расщепления протеина. В результате расщепляемость протеина в добавке № 1 составила 81 %, в добавке № 2 – 51 %. Изменение соотношения добавок позволило регулировать соотношение между расщепляемым и нерасщепляемым протеином в составе рационов.

В состав добавки № 1 входили компоненты с низким содержанием нерасщепляемого протеина: зерно овса – 10 %, зерно гороха – 40, зерно ячменя – 10, зерно пшеницы – 20, рапсовый шрот – 20 %. В результате



в 1 кг добавки содержалось 211 г сырого протеина, из них 38,4 г – нерасщепляемого. В состав добавки № 2 входили компоненты с высоким содержанием нерасщепляемого протеина: зерно кукурузы – 30 %, жмых льняной – 20 %. Кроме того, в составе добавки вводили экструдированное зерно рапса и экструдированный соевый шрот. Это позволило увеличить содержание нерасщепляемого протеина до 133 г в 1 кг.

Для изучения влияния расщепления протеина на показатели рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота в летний период использовалась подвяленная зелёная масса тимофеевки и клевера (таблица 2). Эти культуры также значительно отличаются по качеству протеина. Это также позволило регулировать соотношение расщепляемой и нерасщепляемой фракций протеина в рационах подопытных животных. Расщепляемость протеина зелёной массы клевера находилась на уровне 87 %, а тимофеевки – 72 %. В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 36-39 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 55-60 % соответственно.

Таблица 2 – Среднесуточные рационы подопытных бычков

Корма и питательные вещества	Группа				
	I	II	III	IV	V
I	2	3	4	5	6
Трава тимофеевка, кг	15,00	14,90	14,40	14,60	14,50
Трава клевер, кг	3,50	3,40	3,20	3,30	3,30
Опытная добавка, кг		0,50	1,50	2,50	3,00
Зерносмесь, кг	3,00	2,50	1,50	0,50	0,00
В рационе содержится:					
Кормовые единицы	7,72	7,75	7,72	7,93	7,98
Обменная энергия, МДж	89,2	89,9	90,5	94,0	94,9
Сухое вещество, г.	9102	9048	8827	8941	8911
Сырой протеин, г	1234	1252	1278	1338	1360
РП, г	972	946	889	857	835
НРП, г	262	305	389	481	525
Сырой жир, г	242	292	390	497	54
Сырая клетчатка, г	2330	2305	2217	2237	2218
Крахмал, г	1140	1061	902	747	669
Сахар, г	564	558	539	541	536
Кальций, г	41,96	41,38	39,82	40,28	40,06
Фосфор, г	31,32	31,67	32,16	33,32	33,73
Магний, г	11,10	10,98	10,56	10,74	10,68
Калий, г	92,85	92,07	88,80	90,15	89,58
Сера, г	10,75	10,64	10,24	10,41	10,35
Железо, мг	1667	1647	1584	1611	1602
Медь, мг	25,00	24,68	23,68	24,12	24,00

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Цинк, мг	103,15	101,55	97,12	99,13	98,72
Марганец, мг	462	458	441	448	445
Кобальт, мг	4,85	4,81	4,64	4,71	4,68
Йод, мг	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07

Потребление сухих веществ подопытным молодняком находилось на уровне 8 кг/голову. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 9,5-10,3 МДж/кг, сырого протеина – 11,9-13,5 %, клетчатки – 28 %.

Определение параметров рубцового пищеварения проводилось путём изучения рубцовой жидкости. Основные показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели рубцового пищеварения подопытных животных

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
pH	6,48±0,06	6,46±0,12	6,39±0,06	6,37±0,06	6,2±0,058
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,3±0,17	10,3±0,12	10,6±0,06	10,7±0,06	10,8±0,06
Азот общий, мг/100 мл	215,3±3,3	211±4,0	202,3±1,4	192,7±4,9	189±5,5
Азот белковый, мг/%й	144±2,3	151±3,5	162±4,79	173±3,18	181±3,1
Аммиак, мг/%	14,7±0,4	15,7±0,3	17,3±0,9	18,7±0,9	20,3±1,1
Инфузории, тыс./мл	761±12,5	779,7±24,5	759,7±20,3	747,3±13,8	744,7±25,3

Изменение параметров расщепления протеина оказало влияние на показатели рубцового пищеварения. Так, снижение расщепления протеина способствовало смещению pH рубцовой жидкости в кислую сторону с 6,83 до 6,55.

Обобщив результаты по содержанию ЛЖК следует отметить, что данные показатели имели обратную зависимость. С уменьшением расщепления протеина с 80 до 60 % содержание ЛЖК увеличилось на 10,8 %. Снижение расщепления сырого протеина рациона при повышенной интенсивности образования ЛЖК способствовало уменьшению концентрации аммиака на 5,1-15,5 %. Также изменилась численность инфузорий. Наибольшее количество их было отмечено в III и IV группе, где расщепляемость протеина составила 65-70 %.

Также в процессе опытов были изучены гематологические показатели подопытных животных (таблица 4)

Таблица 4 – Морфологические и биохимические показатели крови

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,35±0,23	6,44±0,17	6,53±0,23	6,66±0,11	6,5±0,23
Гемоглобин, г/л	106,1±3,9	116,6±4,1	116,8±5,8	120±2,8	115,3±3,6
Общий белок, г/л	75±1,96	80,3±2,08	80,4±2,94	82±1,39	79,7±1,8
Глюкоза, ммоль/л	2,86±0,17	2,66±0,34	2,55±0,05	2,82±0,28	2,66±0,17
Мочевина, ммоль/л	4,77±0,40	4,32±0,52	4,21±0,23	4,24±0,23	4,1±0,3
Щелочной ре- зерв, ммоль/л	22,4±0,69	22,1±0,64	21,8±0,12	21,5±0,40	21,3±0,60
Кальций, ммоль/л	2,69±0,06	2,71±0,04	2,73±0,09	2,72±0,04	2,8±0,10
Фосфор, ммоль/л	1,67±0,058	1,76±0,058	1,7±0,058	1,75±0,058	1,7±0,10
Каротин, ммоль/л	1,27±0,058	1,36±0,058	1,3±0,058	1,29±0,058	1,29±0,058

Установлено, что изменение уровня расщепления протеина оказало влияние на состав крови бычков. Так, во II, III и IV группах уровень эритроцитов, гемоглобина и общего белка увеличился на 1,4-4,9 %, 8,7-13,1 и 6,3-9,3 % соответственно. В то же время, содержание мочевины снижалось с 4,77 до 4,1 ммоль/л или на 9,4-14,0 %, что свидетельствует о снижении потерь протеина рациона и повышении эффективности использования его в организме.

Для контроля за живой массой было проведено взвешивание животных и рассчитана зависимость эффективности использования кормов от уровня расщепления протеина. Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
Живая масса, кг:					
в начале опыта	357,9±2,8	361±2,20	362,5±20	361,5±1,60	363,4±3,10
в конце опыта	384,5±2,2	388,5±1,90	391,1±1,30	390,1±1,70	391,4±2,30
Валовой прирост, кг	26,7±0,6	27,5±0,40	28,6±0,70	28,6±0,40	28±0,90
Среднесуточный прирост, г	889±19,1	917±13,7	953±22,8	952±13,0	933±30,1
% к контролю	100	103,1	107,2	107,1	105,0

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	8,7	8,5	8,1	8,3	8,4
% к контролю	100	97,7	93,1	95,4	96,6

Снижение расщепления сырого протеина способствовало повышению эффективности продуктивного действия корма. Наиболее высокая энергия роста отмечена в III и IV опытных группах – 953 и 952 г среднесуточного прироста соответственно, что на 7,1-7,2 % выше, чем в I группе. Животные этих групп также эффективнее использовали корма, чем молодняк в I группе. Затраты кормов в III, IV и V опытных группах были ниже контрольного значения – на 3,4-6,9 %.

**Вывод.** Установлено, что оптимальное содержание расщепляемого протеина в рационах бычков 12-18 месяцев составляет 65-70 %. Обеспечение уровня расщепления сырого протеина до 70 % в рационах телят летнего периода способствует меньшему накоплению в рубцовой жидкости аммиака на 15,5 %, активизации синтеза ЛЖК на 10,8 %. Экономически оправданными и целесообразными являются рационы с расщепляемостью протеина 70 %, так как затраты кормов снижаются на 5,0 %

#### Литература

1. Сбалансированное кормление – основа высокой продуктивности животных / В. И. Передня, А. М. Тарасевич, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию основания Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск, 10-11 окт. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 104-111.
2. Использование вторичных продуктов перерабатывающих предприятий в кормлении молодняка крупного рогатого скота : монография / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, В. П. Цай, В. К. Гурин, А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалева, Н. А. Шарейко, С. И. Кононенко, В. Н. Куртина, С. И. Пентилок, Л. А. Возмитель, Е. П. Симоненко, Е. А. Шнитко, С. А. Ярошевич, В. М. Будько, А. Н. Шевцов, Г. В. Бесараб. – Минск : БГАТУ, 2014. – 168 с.
3. Новые комбикорма-концентраты в рационах ремонтных телок 4-6-месячного возраста / С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 128-132.
4. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, С. А. Ярошевич, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.
5. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. М. Натынчик, В. А. Люндышев // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2018. – С. 59-63.
6. Энергетическое питание молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, В. К. Гурин, В. О. Лемешевский, А. Н. Кот, Н. А. Яцко, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалева, А. М. Глинкова, Ю. Ю. Ковалевская, С. И. Кононенко, В. Н. Куртина, С. Н. Пилюк, Е. П. Симоненко, Н. А. Шнитко, С. А. Ярошевич, В. М. Будько, А. Н. Шевцов, Г. В. Бесараб ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по

животноводству. – Жодино, 2014. – 166 с.

7. Использование органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. сб. – Гродно, 2014. – Т. 26: Зоотехния. – С. 163-168.

8. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich, V. F. Radchikov, V. N. Kuznetsova, E. V. Petrushko, M. E. Spivak, A. N. Sivko // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 852. – 12080. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012080.

9. Жом в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва // Сахар. – 2016. – № 1. – С. 52-55.

10. Рекомендации по применению кормовой добавки в рационах для ремонтных телок / В. Ф. Радчиков, В. Н. Куртина, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, В. А. Люндышев / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2014. – 13 с.

11. Конверсия энергии рационов бычками в продукцию при скармливании сапропеля / В. Ф. Радчиков, С. А. Ярошевич, В. М. Будько, А. Н. Шевцов, Л. А. Возмитель, И. В. Сучкова // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи = Zootechnical science: history, problems and prospects : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 110-річчю з дня народження професора І.І. Задерія, 21-23 травня 2014 року. – Кам'янець-Подільський, 2014. – С. 154-155.

12. Кормовые концентраты для коров / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. О. Гливанский, М. В. Джумкова, Н. А. Шарейко, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. О. Лемешевский // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2021. – С. 143-150.

13. Сыворожка молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, Е. А. Шнитко, Г. В. Бесараб // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 26-28.

14. Сапсалёва, Т. Л. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, В. Ф. Радчиков // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 5-6 июня 2014 г. – Волгоград, 2014. – С. 28-31

15. Комбикорма с включением дефеката в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Е. А. Шнитко // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. III Междунар. конф. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, вып. 7. – С. 7-11.

16. Высококачественная говядина при использовании продуктов переработки рапса в кормлении бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, С. Н. Пиллок, В. В. Букас, А. Н. Шевцов // Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. интернет-конф., г. Ставрополь, 4-5 февр. 2015 г. – Ставрополь : Агрус, 2015. – Т. 1. – С. 300-308.

17. Влияние разного уровня легкогидролизуемых углеводов в рационе на конверсию энергии корма бычками в продукцию / В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва, А. М. Глинкова // Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию юбилею со дня основания факультета технологического менеджмента (зооинженерного), г. Ставрополь, 16-17 апр. 2015 г. – Ставрополь, 2015. – Т. 2. – С. 84-89.

18. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474.

19. Радчиков, В. Повышение эффективности использования зерна / В. Радчиков // Комбикорма. – 2003. – № 7. – С. 30.

20. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин, В. Ф. Радчиков, В. И. Карповский, В. А. Люндышев, В. В. Букас, Л. А. Возмитель, И. В. Яночкин, А. А. Царенок // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 257-266.

21. Протеиновое питание молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Ю. Ю. Ковалевская, В. К. Гурин, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва, А. М. Глинкова, В. О. Лемешевский, В. Н. Куртина ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2013. – 119 с.

22. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, В. П. Цай, С. И. Кононенко, С. Н. Пилюк // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 227-231.

23. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205-206.

24. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков. – Барановичи, 2003. – 190 с.

25. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, А. Н. Кот, А. М. Глинкова, В. М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300-303.

26. Экструдированный обогатитель на основе льносемян и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин, С. Л. Шинкарёва, В. А. Люндышев // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92-97.

27. Рапсовый жмых в составе комбикорма для телят / В. Ф. Радчиков, А. М. Глинкова, Т. Л. Сапсалёва, С. И. Кононенко, А. Н. Шевцов, Д. В. Гурина // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 139-147.

28. Трансформация энергии рационов бычками в продукцию при использовании сапропеля / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, В. Н. Куртина, Н. В. Пилюк, А. А. Царенок, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 148-158.

29. Шейко, И. П. Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе / И. П. Шейко, И. Ф. Горлов, В. Ф. Радчиков // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2 : Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогиена, содержание. – С. 216-223.

30. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Н. А. Яцко, И. В. Сучкова, Н. А. Шарейко, А. А. Курепин // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.

*Поступила 14.03.2023 г.*

М.А. ДАШКЕВИЧ, В.Н. БУШТЕВИЧ, В.П. ГАВРИЛЕНКО,  
А.Д. ТРОШИНА, Ю.А. КАЦЕР

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕЛЁНОГО КОНВЕЙЕРА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по земледелию, г. Жодино, Республика Беларусь*

Тритикале озимое характеризуется высокой урожайностью и питательной ценностью зелёной массы, а климатические условия Беларуси вполне благоприятны для выращивания этой культуры с получения качественных кормов в ранние сроки. Целью исследований явилось изучить урожайность и питательную ценность тритикале озимого в сравнении с рожью при получении двух укосов в фазу трубкования. В результате выявлены высокоурожайные сорта тритикале озимого Динамо, Славко, Ковчег и ИЗС-8, которые превосходили озимую рожь по урожайности зелёной массы за два укоса в фазу трубкования на 14,7-43,8 %. Изучаемые сорта тритикале озимого превосходили озимую рожь по содержанию сырого и переваримого протеина, сырого жира, а также имели более низкое содержание клетчатки, поэтому могут использоваться в зелёном конвейере.

**Ключевые слова:** тритикале озимое, рожь, урожайность, зелёная масса, фаза развития растения, химический состав.

M.A. DASHKEVICH, V.N. BUSHTEVICH, V.P. GAVRILENKO,  
A.D. TROSHINA, Y.A. KATSER

## THE USE OF WINTER TRITICALE IN ORGANIZING A GREEN CONVEYOR

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Republic of Belarus*

Winter triticale is characterized by high yield and nutritional value of green mass, and the climatic conditions of Belarus are quite favorable for the cultivation of this crop to obtain high-quality feed in early terms. The aim of the research was to study the yield and nutritional value of winter triticale compared to rye with two cuttings during the booting stage. As a result of the research, high-yielding varieties of winter triticale Dynamo, Slavko, Kovcheg and IZS-8 were identified, which exceeded winter rye in terms of green mass yield for two cuttings during the booting stage by 14.7-43.8 %. The studied varieties of winter triticale were superior to winter rye in terms of the content of crude and digestible protein, crude fat, and also had a lower fiber content, so they can be used in green conveyor system.

**Keywords:** winter triticale, rye, yield, green mass, plant development phase, chemical composition.

**Введение.** Для увеличения производства кормов, наряду с размещением многолетних и однолетних кормовых культур на пахотных землях, ростом их урожайности, а также улучшением кормовых угодий и созданием культурных пастбищ, большое значение имеет возможность использования промежуточных культур. Климатические условия Беларуси вполне благоприятны для выращивания всех видов промежуточных культур, особенно озимой ржи и тритикале [1, 2, 3].

В сельскохозяйственных организациях Беларуси на кормовые цели высевают в основном озимую рожь, которая более приспособлена к неблагоприятным условиям зимовки. Однако существенным недостатком включения её в зелёный конвейер является очень короткий период использования – 7-9 дней. Растительная масса ржи быстро грубеет и плохо поедается животными. Другие реальные источники поступления зелёного корма в конце апреля – начале мая для кормления крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях отсутствуют. Эти недостатки в меньшей степени проявляются в тритикале озимом, которая характеризуется более высокой урожайностью и питательной ценностью зелёной массы по сравнению с родительскими видами. Тритикале озимое позволяет заполнить промежуток в зелёном конвейере, когда ранняя озимая рожь закончилась, а многолетние травы ещё не подошли [4, 5].

Использование тритикале озимого, как промежуточной культуры в зелёном конвейере, позволяет максимально задействовать агроклиматические условия Беларуси для получения качественных кормов в ранние сроки. При соблюдении агротехнических приёмов тритикале имеет высокую перезимовку и менее требовательна к плодородию почвы. Зимние запасы влаги эффективно используются растениями ранней весной. Невысокие температуры в весенний период позволяют сформировать плотный травостой и стабильные урожаи зелёной массы [6, 7].

Традиционная схема выращивания озимого тритикале на зелёный корм подразумевает посев осенью в чистом виде. Весной следующего года данные пашни используют в качестве ранневесеннего пастбища в фазе начала выхода в трубку, а также для заготовки сенажа и сена в фазе начала колошения [1, 8]. Включение тритикале озимого зелёноукосного направления в кормовой севооборот значительно расширяет возможности культуры.

Целью исследований являлось изучить урожайность и питательную ценность тритикале озимого в сравнении с рожью при получении двух укосов в фазу трубкувания.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводили в 2018-2020 гг. в селекционно-семеноводческом комплексе «Перемежное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»



на средне окультуренной дерново-подзолистой, легкосуглинистой почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в КСl) – 5,8-6,2, подвижный  $P_2O_5$  – 260-300 мг, обменный  $K_2O$  – 220-260 мг на 100 г почвы, гумус – 2,1-2,3 %. Предшественник – горох на зерно.

Минеральные удобрения ( $P_{80}$ ,  $K_{120}$ ) вносились осенью под вспашку. Весной, после возобновления вегетации, подкормку азотными удобрениями проводили в дозе 100 кг д.в./га. После первого укоса проводили подкормку карбамидами из расчёта 50 кг д.в./га.

Объектом исследований являлись озимая рожь сорта Офелия и сорта тритикале озимого белорусской селекции.

Исследования проводили путём закладки полевых опытов по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Площадь делянки – 10 м<sup>2</sup> в четырёхкратной повторности. Посев производили рядовым способом в оптимальные для культуры сроки с нормой высева 500 шт./м<sup>2</sup> всхожих зёрен. Размещение делянок рандомизированное.

Учёты данных опыта проводили в фенологическую фазу трубкования (ВВСН 32-33).

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» селекция сортов тритикале зелёноукосного направления ведётся по следующим признакам: стабильность урожайности зелёной массы, способность к отрастанию и формированию 2-3 укосов, высокая облиственность и кустистость, высокие показатели питательности корма, максимальное удлинение периода использования в зелёном конвейере, возможность заготовки различных качественных кормов.

Сроки уборки зеленой массы тритикале озимого зависят от планируемого числа укосов, а также от назначения зелёной массы. Уборку тритикале озимого для подкормки скота следует вести в фазу начало выхода в трубку и до фазы начало колошения. Посевы из тритикале можно использовать в качестве временного культурного пастбища. Начинать выпас крупного рогатого скота следует при высоте травостоя 18-25 см и закачивать при достижении растениями высоты 45-50 см и перейти на укосное использование.

В результате исследований установлено, что урожайность зелёной массы тритикале (таблица 1) в фазу трубкования зависела от предшественника, агротехнических условий возделывания и сорта. При первом укосе урожайность зелёной массы при благоприятных погодных условиях в 2019 году достигала 235 ц/га (ИЗС-8). Средняя урожайность зелёной массы тритикале за три года при первом укосе по всем изучаемым сортам составила 147,5 ц/га. В пределах сорта она колебалась от 120,5 ц/га (Юбилей) до 198,6 ц/га (ИЗС-8). Наиболее высокая урожайность

зелёной массы при первом укосе была получена у сортов: Благо 16, Жемчуг, Свислочь, Гродно, ИЗС-4, Славко, Ковчег, ИЗС-8, которые превосходили озимую рожь сорта Офелия на 0,7-13,3 %. При первом укосе почти все сорта тритикале озимого превосходили стандарт Динамо на 1,7-60,3 %, за исключением Ипульса и Юбилея, урожайность сортов Березино и Атлета 17 находилась на уровне стандарта.

Таблица 1 – Урожайность зелёной массы тритикале озимого при первом и втором укосах в фазу трубкования (ВВСН 32-33) в среднем за три года

№ п/п	Сорт	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю тритикале Динамо за два укоса		Прибавка к контролю ржи Офелия за два укоса	
		первый укос	второй укос	за два укоса	ц/га	%	ц/га	%
1	Динамо (контроль)	123,9	233,3	357,2			+ 45,9	114,7
2	Атлет 17	124,2	204,4	328,6	- 28,6	92,0	+ 16,3	105,6
3	Устье	134,3	144,4	278,7	- 78,5	78,0	- 32,6	89,5
4	Импульс	122,5	146,7	269,2	- 88,0	75,4	- 42,1	86,5
5	Звено	130,1	184,4	314,5	- 42,7	88,0	+ 3,2	101,0
6	Гродно	157,0	177,7	334,7	- 22,5	93,7	+23,4	107,5
7	ИЗС-4	165,6	137,0	302,5	- 54,7	84,7	- 8,8	97,2
8	Березино	124,0	200,0	324,0	- 33,2	90,7	+12,7	104,1
9	Славко	178,5	248,9	427,4	+70,2	119,1	+116,1	137,2
10	Ковчег	192,8	239,0	431,8	+74,6	120,9	+120,5	138,7
11	Юбилей	120,5	271,1	391,6	+34,4	109,6	+ 0,3	125,8
12	ИЗС-8	198,6	248,9	447,5	+90,3	125,3	+136,2	143,8
13	Прометей	126,0	139,0	265,0	- 92,2	74,2	- 46,3	85,1
14	Жемчуг	152,7	172,0	324,7	- 32,5	90,9	+13,4	104,3
15	Благо 16	152,3	188,7	341,0	- 16,2	95,5	+29,7	109,5
16	Свислочь	156,3	187,9	344,2	- 13,0	96,4	+32,9	110,6
	Среднее значение	147,5 ±6,5	195,2 ±10,7	342,7 ±14,1				
	Изменчивость (Сv, %)	17,6	21,9	16,4				
	Рожь Офелия (контроль)	151,2	160,1	311,3				

Одним из достоинств тритикале озимого является способность наращивать отаву после первого укоса, проведённого в фазу трубкования при высоте среза 5-7 см, особенно при достаточных запасах влаги в почве и внесении азотной подкормки после скашивания. Отава может вторично использоваться для выпаса скота и на другие цели, начиная с

третьей декады мая и до середины июля.

В данных условиях средняя урожайность зелёной массы второго укоса в фазу трубкования выше на 32,3 %, чем при первом. В зависимости от способности сорта к отрастанию она находилась в пределах 137,0 ц/га (ИЗС-4) – 271,1 (Юбилей). Сорта тритикале озимого Жемчуг, Гродно, Звено, Свислочь, Благо 16, Березино, Атлет 17, Динамо, Славко, ИЗС-8, Ковчег, Юбилей по урожайности зелёной массы при втором укосе превосходили озимую рожь сорта Офелия на 7,4-60,3 %. Наиболее высокая способность к отрастанию и соответственно урожайность отавы выявлена у сортов Славко (248,9 ц/га), ИЗС-8 (248,9 ц/га), Ковчег (249,0 ц/га) и Юбилей (271,1 ц/га), которые превосходили контрольный сорт Динамо на 6,7-16,2 %.

Средняя урожайность тритикале озимого за два укоса в фазу трубкования составила 342,7 ц/га, что выше, чем у контрольного сорта озимой ржи Офелия на 10,1 %. В зависимости от сорта она находилась в пределах 265-447,5 ц/га. Сорта тритикале озимого Динамо, Славко, Ковчег и ИЗС-8 могут использоваться в зелёном конвейере.

Для кормления крупного рогатого скота важно иметь биомассу определённой питательной ценности. Зелёная масса тритикале озимого в фазу трубкования имеет высокую питательную ценность, нежная и хорошо поедается животными. По сравнению с озимой рожью сорта Офелия растения тритикале озимого отличались более высокой облиственностью (до 65 %), повышенным содержанием протеина, каротина, а также низким содержанием клетчатки. В одном килограмме зелёной массы тритикале озимого содержалось: 19-23 % сырого протеина, 4-5 % сырого жира, 17-20 % сырой клетчатки и 9-11 % сырой золы (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав зелёной массы тритикале озимого при первом укосе в фазу трубкования

Сорт	В 1 кг зелёной массы тритикале содержится							
	к. ед.	сухого вещества, г	обменной энергии, МДЖ	сырой клетчатки, г	сырого протеина, г	переваримого протеина, г	сырого жира, г	БЭВ, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Динамо (контроль)	0,23	209	2,39	41,5	41,8	29,8	9,2	99,3
Атлет 17	0,26	232	2,75	40,8	44,7	32,8	8,7	118,3
Устье	0,18	168	1,94	32,2	34,5	24,8	7,6	77,6
Импульс	0,23	216	2,50	41,1	40,4	29,2	9,1	104,3
Звено	0,24	215	2,54	38,4	41,5	30,4	8,7	108,4
Гродно	0,24	215	2,53	38,9	43,3	31,6	8,6	106,5
ИЗС-4	0,18	191	2,22	36,0	35,6	25,8	7,4	95,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березино	0,23	213	2,48	38,6	40,5	29,4	10,6	102,2
ИЗС-8	0,22	201	2,36	36,6	34,1	24,9	8,3	104,7
Ковчег	0,24	212	2,52	36,5	37,1	27,4	9,1	111,3
Юбилей	0,24	212	2,51	36,6	34,7	25,5	9,9	111,3
Славко	0,26	241	2,80	45,4	37,7	27,3	7,1	132,1
Прометей	0,21	193	2,25	35,6	36,7	26,6	7,9	97,6
Жемчуг	0,22	198	2,31	37,0	30,4	22,0	7,9	105,9
Благо 16	0,20	181	2,09	34,7	27,9	20,1	7,5	94,7
Свислочь	0,23	212	2,44	41,3	35,1	25,2	9,7	97,4
Рожь Офелия (контроль)	0,19	182	2,07	36,8	33,3	23,7	6,6	90,8

Исходя из полученных данных химического состава зелёной массы тритикале озимого при первом укосе в фазу трубкования содержание кормовых единиц в одном кг в зависимости от сорта значительно варьирует от 0,18 до 0,26. По содержанию сухого вещества почти все сорта превосходили контрольный сорт озимой ржи Офелия на 4,9-32,4 %, кроме Устья и Благо 16. В 1 кг зелёной массы тритикале значительно больше содержится обменной энергии (1,94-2,80 МДЖ), чем у озимой ржи (2,07). Содержание сырой клетчатки в образцах тритикале озимого в зависимости от сорта значительно варьировало от 32,2 г до 45,4 г. По количеству сырого и преваримого протеина почти все сорта тритикале превосходили озимую рожь сорта Офелия на 2,4-34,2 % и 4,6-38,4 %. Контрольный сорт тритикале озимого Динамо по содержанию сырого и преваримого протеина превосходили только два сорта Гродно и Атлет 17 – на 3,6 и 6,9 %, 6,0-10,1 % соответственно. У сортов Звено и Импульс содержание сырого и преваримого протеина находилось на уровне контроля. Все сорта тритикале озимого достоверно превосходили озимую рожь сорта Офелия по содержанию сырого жира и БЭВ (таблица 3).

На основании результатов исследований установлено, что питательная ценность отавы тритикале озимого и ржи фазу трубкования незначительно снижается. Содержание кормовых единиц в одном килограмме зелёной массы при втором укосе в зависимости от сорта и варьировало от 0,17 (Гродно) до 0,24 (Свислочь), так как у контрольного сорта озимой ржи Офелия составило 0,17. Наиболее высокое содержание сухого вещества и БЭВ было у контрольного сорта озимой ржи Офелия (212 и 111 г), что выше, чем у изучаемых сортов тритикале на 0,5-19,8 % и на 2,5-28,5 %, исключение составили сорта Прометей (212 и 116,1 г) и Свислочь (232 и 125,1 г) соответственно. По содержанию обменной энергии почти все сорта превосходили озимую рожь

(2,10МДЖ) на 1,4-25,2 %, кроме сортов Гродно (1,92 МДЖ), Ковчег (1,94 МДЖ), Устье (2,0 МДЖ), ИЗС-4 (2,0МДЖ), Юбилей (2,02 МДЖ). В отаве тритикале озимого содержание сырой клетчатки меньше, чем в озимой ржи сорта Офелия на 21,0-43,4 %. По содержанию сырого и переваримого протеина, сырого жира изучаемые сорта тритикале озимого превосходили озимую рожь Офелия на 16,2-48,1 %, 26,9-62,8 % и 1,6-64,4 % соответственно.

Таблица 3 – Химический состав отавы тритикале озимого в фазу трубкования

Сорт	В 1 кг зеленой массы тритикале содержится							
	к. ед.	сухого вещества, г	обменной энергии, МДЖ	сырой клетчатки, г	сырого протеина, г	переваримого протеина, г	сырого жира, г	БЭВ, г
Динамо (контроль)	0,20	190	2,16	38,5	35,7	25,4	6,2	95,5
Атлет 17	0,20	204	2,26	44,6	31,4	21,9	9,7	103,8
Устье	0,18	182	2,00	40,7	32,1	22,3	7,4	88,4
Импульс	0,20	187	2,14	36,6	35,7	25,6	8,7	91,4
Звено	0,21	197	2,26	39,2	32,0	22,9	8,0	103,4
Гродно	0,17	172	1,92	37,1	28,0	19,6	6,9	87,0
ИЗС-4	0,18	175	2,00	34,9	30,8	22,0	6,0	90,4
Березино	0,20	195	2,20	40,4	33,7	23,8	8,5	98,3
ИЗС-8	0,20	187	2,13	37,8	31,7	22,6	7,4	93,3
Ковчег	0,18	170	1,94	34,0	33,8	24,1	6,5	79,4
Юбилей	0,18	185	2,02	42,2	31,2	21,5	6,9	88,8
Славко	0,20	198	2,23	41,1	33,9	24,0	7,7	99,4
Прометей	0,22	212	2,42	41,7	32,4	23,2	6,1	116,1
Жемчуг	0,21	211	2,35	45,3	34,3	24,1	6,4	108,2
Благо 16	0,21	201	2,27	41,6	30,3	21,5	7,8	106,6
Свислочь	0,24	232	2,63	47,5	35,0	24,8	6,6	125,1
Рожь Офелия (контроль)	0,17	212	2,10	60,1	24,1	15,6	5,9	111,0

Данные химического состава зелёной массы и отавы указывают на то, что питательная ценность тритикале озимого выше, чем у контрольного сорта озимой ржи Офелия. Зелёный корм из тритикале озимого имеет высокую энергетическую и протеиновую питательность. Данная культура может широко использоваться в зелёном конвейере в ранневесенний период.

**Заключение.** 1. По урожайности зелёной массы за два укоса в фазу трубкования выявлены высокоурожайные сорта тритикале озимого (Динамо, Славко, Ковчег, ИЗС-8), которые превосходили озимую рожь

на 14,7-43,8 %.

2. Установлено, что изучаемые сорта тритикале озимого превосходили озимую рожь по содержанию сырого и переваримого протеина, сырого жира, а также имели более низкое содержание клетчатки.

3. Сорта Динамо, Славко, Ковчег и ИЗС-8 могут использоваться в зелёном конвейере.

#### Литература

1. Волошин, В. А. Технология возделывания озимой тритикале на зерно и корм для формирования высоко сырьевого конвейера / В. А. Волошин. – Пермь, 2010. – 24 с.

2. Грабовец, А. И. Селекция тритикале / А. И. Грабовец // Зернофураж в России : сб. науч. тр. по материалам координационного совещания по заданию IV.12.05. – Москва, 2009. – С. 206-220.

3. Дашкевич, М. А. Тритикале озимое белорусской и российской селекции в зелёном конвейере / М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно, 2022. – Т. 59. – С. 36-44.

4. Дашкевич, М. А. Кормовая ценность зелёной массы сортов тритикале озимого / М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно, 2021. – Т. 55. – С. 37-45.

5. Элементы продуктивности и питательная ценность зеленой массы тритикале озимого в фазу трубкования / М. А. Дашкевич [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 1. – С. 225-233.

6. Дашкевич, М. А. Тритикале озимое на ранний зелёный корм в условиях Республики Беларусь / М. А. Дашкевич // Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах : матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф., Дніпро, 25 лютого, 2021 р. – Дніпро, 2021. – С. 165-168.

7. Лапшин, Ю. А. Озимая тритикале как копанет для производства высококачественного зеленого корма / Ю. А. Лапшин // Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, 25-26 июня 2015 г. – Саранск, 2015. – С. 134-139.

8. Тритикале озимое белорусской и российской селекции на зелёный корм в фазу трубкования / М. А. Дашкевич [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1. – С. 189-199.

*Поступила 14.02.2023 г.*

Н.П. ДМИТРОВИЧ<sup>1</sup>, Т.В. КОЗЛОВА<sup>2</sup>

**ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ  
КОМБИКОРМОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
КРОВИ КЛАРИЕВОГО СОМА<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Гродненский государственный аграрный университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь*

Известно, что эффективность выращивания рыбы напрямую зависит от использования качественных, сбалансированных и недорогих кормов. На сегодняшний день широко применяют суспензию хлореллы для улучшения рецептур комбикормов. Это связано с наличием пигментов, антиоксидантов, витаминов, витаминов и веществ для роста, которые могут стимулировать иммунную систему, увеличивать потребление и использование корма. К другим растительным компонентам, применение которых перспективно при производстве комбикормов для рыб, можно отнести рапс обыкновенный и сафлор красильный. Данные масличные культуры вводили в комбикорма в виде жмыха для обеспечения необходимого количества жиров и белка. Целью исследований, описанных в статье, было изучить влияние жмыхов рапса и сафлора и суспензии хлореллы в составе комбикормов для рыб на биохимические показатели крови молоди клариевого сома. В результате проведённых исследований установлено, что введение изучаемых компонентов в комбикорма оказывает положительное влияние на биохимические показатели и физиологическое состояние рыб.

**Ключевые слова:** суспензия хлореллы, биохимические показатели крови, аспаргатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, африканский клариевый сом.

N.P. DMITROVICH<sup>1</sup>, T.V. KOZLOVA<sup>2</sup>

**EFFECT OF NEW PLANT COMPONENTS OF COMBINED FEED  
ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD  
OF THE SHARPTOOTH CATFISH**

*<sup>1</sup>Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus*

It is known that the efficiency of fish breeding directly depends on the use of high-

---

<sup>1</sup> Работа проведена за счёт средств бюджета Республики Беларусь в рамках Государственной программы научных исследований по договору № 71-19.

quality, well-balanced and inexpensive feed. Presently, chlorella suspension is widely used to improve compound feed formulations. This is due to the presence of pigments, antioxidants, provitamins, vitamins and growth substances that can stimulate the immune system and increase feed intake and utilization. Other plant components which are perspective in the production of mixed fodders for fish are rapeseed and safflower dye. These oil crops were introduced into compound feed in the form of cake to provide the necessary amount of fats and protein. The aim of the research was to study the effect of rapeseed and safflower cake and chlorella suspension as part of compound feed for fish on the biochemical blood parameters of juvenile sharptooth catfish. The research found that the introduction of the studied components into compound feed had a positive effect on the biochemical parameters and physiological state of fish.

**Keywords:** chlorella suspension, biochemical blood parameters, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, sharptooth catfish.

**Введение.** В настоящее время всё более пристальное внимание уделяется вопросу обеспечения продовольственной безопасности. Одновременно с этим отмечена тенденция снижения объёмов вылова гидробионтов из естественных условий обитания. Решением данной проблемы может стать развитие индустриальной аквакультуры. Однако выращивание рыбы с использованием интенсивных методов невозможно без применения полноценных и сбалансированных комбикормов (особенно стартовых), по которым в настоящее время в Республике Беларусь имеется дефицит.

При производстве отечественных комбикормов зачастую используются достаточно дорогостоящие импортные компоненты, что приводит к увеличению себестоимости рыбной продукции. Исходя из этого, замена таких компонентов на более дешёвые может способствовать увеличению объёмов производства отечественных комбикормов, в том числе и для молоди ценных видов рыб.

При подборе компонентов, которые потенциально могут стать заменой дорогостоящим, например жмыхи рапса обыкновенного и сафлора красильного, необходимо учитывать не только их стоимость, но и потребности рыб в питательных веществах, содержащихся в них, а также способность пищеварительного тракта рыб переварить эти компоненты. Отмечено, что улучшение переваримости может достигаться за счёт добавления различного рода биологически активных веществ.

Использование в кормах суспензии хлореллы, оказывает положительное влияние на организм рыб, что, возможно, связано с улучшением вкусовых качеств корма [1], его потреблением и конверсией [2, 3, 4, 5], а также с более высокой усвояемостью минералов [6, 7]. Для хлореллы является нормой выделение в среду различных полезных метаболитов [8]. Также присутствует природный антибиотик «хлореллин», губительно влияющий на патогенную микрофлору [9]. Поэтому добавление



хлореллы именно в виде суспензии, а не в сухом или пастообразном виде, с точки зрения биологической ценности, предпочтительнее. В связи с этим использование натуральных кормовых добавок в виде суспензии хлореллы может способствовать повышению эффективности выращивания рыбы в индустриальной аквакультуре.

Целью исследований являлось определение влияния жмыхов рапса и сафлора и суспензии хлореллы в составе комбикормов для рыб на биохимические показатели крови молоди клариевого сома.

**Материал и методика исследований.** В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов для молоди клариевого сома применяли суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.). Рецептуры комбикормов и результаты оценки их питательности опубликованы ранее [10]. В качестве контроля использовали комбикорм без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур.

Режим кормления молоди клариевого сома подбирали, учитывая возрастные особенности и особенности жизненного цикла. Молодь рыб кормили 3 раза в светлое время суток в 08:00, 13:00 и 18:00, что позволяло рыбе полностью переваривать потреблённый корм. Количество задаваемого комбикорма зависело от массы выращиваемых рыб и определялось рыбоводными нормами [11, 12] и рекомендациями производителей комбикормов. Также для выяснения необходимого количества комбикорма следили за скоростью и степенью его поедаемости, дабы избежать излишнего внесения корма в рыбоводные ёмкости. На протяжении опытов по выявлению влияния состава комбикормов на темп роста молодь клариевого сома кормили в количестве 1,3–1,9 % комбикорма от массы рыб.

Продолжительность опыта составляла 158 дней. Плотность посадки рыб во всех ёмкостях была одинаковой и равнялась 25 экз. на ёмкость. Объём одной ёмкости – 0,15 м<sup>3</sup> [13].

Для определения биохимического состава крови у рыб отбирали в начале и в конце проведения опыта, соблюдая общепринятые методики. Количество биохимических компонентов крови (общий белок, триглицериды, холестерин, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, глюкоза, мочевины) определяли с помощью биохимического анализатора ChemWell согласно методикам, разработанным фирмой «АнализМед».

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** При введении в состав комбикормов новых компонентов, в том числе растительных, необходимо строго контролировать физиологическое состояние организма. Известно, что кровь является одним из индикаторов изменений,

протекающих в организме под влиянием различных факторов. Поэтому для контроля физиологического состояния рыб использовали ряд биохимических показателей крови. Результаты биохимических исследований сыворотки крови молоди клариевого сома при кормлении опытными и контрольным комбикормами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови клариевого сома (n=3)

Время отбора проб	Контроль (КС)	Опытный комбикорм	
		№1 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	№2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)
Общий белок, г/л			
Начало опыта	33,10±3,60	31,33±2,80	39,23±2,85
Конец опыта	24,53±3,35	22,07±1,20	16,57±0,70
Холестерин, ммоль/л			
Начало опыта	4,33±0,55	3,20±0,15*	4,43±0,35
Конец опыта	3,33±0,45	2,30±0,05	2,90±0,20
Аланинаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	48,00±6,00	16,33±0,50***	48,33±4,50
Конец опыта	34,00±2,00	48,67±2,00*	35,00±1,50
Аспаратаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	63,33±6,50	71,67±6,00*	49,33±3,00*
Конец опыта	174,33±3,00	48,00±4,50**	22,33±2,00**
Триглицериды, ммоль/л			
Начало опыта	3,50±0,60	7,67±0,45**	9,33±3,50*
Конец опыта	7,73±0,00	1,30±0,10***	1,97±0,15***
Щелочная фосфатаза, ед./л			
Начало опыта	62,33±5,50	26,33±1,50***	12,00±1,00***
Конец опыта	25,00±1,50	21,00±1,00	49,00±0,50**
Глюкоза, ммоль/л			
Начало опыта	4,83±0,65	3,57±0,15*	6,63±0,25*
Конец опыта	5,67±0,05	1,83±0,00***	4,23±0,85
Мочевина, ммоль/л			
Начало опыта	1,20±0,20	0,87±0,10	0,50±0,10*
Конец опыта	0,90±0,05	0,70±0,05	0,83±0,10

Примечание: \* – данные достоверно отличаются от контроля при  $p < 0,05$ , \*\* – данные достоверно отличаются от контроля при  $p < 0,01$ , \*\*\* – данные достоверно отличаются от контроля при  $p < 0,001$ .

Содержание общего белка в крови рыб, получавших как опытные комбикорма, так и контрольный, достоверно не отличалось ни в начале опыта, ни в конце. Отмечено, что у рыб, получавших опытный комбикорм № 2, колебание данного показателя было самым значительным. Содержание общего белка у рыб данной группы снизилось в 2,37 раза к концу опыта, что могло свидетельствовать о некотором снижении

жизнестойкости рыб [14]. Однако на основании того, что снижение общего белка наблюдалось во всех группах, можно предположить, что влияние оказывали не только новые растительные компоненты, но и все компоненты комбикормов в целом, а рецептуры опытных комбикормов требуют дальнейшего совершенствования.

Ещё одним показателем протекания белкового обмена является уровень мочевины. Достоверное отличие данного показателя было отмечено лишь в начале опыта у рыб опытной группы № 2, что возможно было связано с полученным стрессом при транспортировке. Однако в конце опыта данный показатель в контрольной и опытных группах рыб был примерно одинаковым.

Немаловажным показателем протекания белкового обмена у рыб также является активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ). Аминотрансферазы объединяют белковый, углеводный и жировой обмены и, следовательно, являются одним из ключевых компонентов обмена веществ. Исходя из этого, активность данных ферментов широко используется как биохимический показатель физиологического состояния организма рыб [15], а также его стрессоустойчивости и адаптационных возможностей [13, 17], а повышение активности АЛТ и АСТ может свидетельствовать о недостатке микроэлементов в мышцах и печени [18]. Кормление клариевого сома опытным комбикормом № 1 привело к значительному увеличению АЛТ в конце опыта в 1,43 раза по сравнению с контролем, что, возможно, свидетельствовало о стрессовом состоянии рыб. В свою очередь, использование контрольного комбикорма и опытного комбикорма № 2, содержащего жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы, привело к уменьшению количества данного фермента. Количество АСТ при применении опытных комбикормов было ниже, чем у рыб контрольной группы, исходя из этого можно сделать вывод о положительном влиянии опытных комбикормов на организм рыб.

Щелочная фосфатаза содержится во всех органах и тканях животных, особенно много её в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Этот фермент используется в диагностике как индикатор повреждения печени. Увеличение количества щелочной фосфатазы в крови рыб может свидетельствовать о повреждении тканей, что является, в свою очередь, следствием возникновения стрессовых ситуаций. В крови рыб в контрольной группе и получавших опытный комбикорм № 1 количество данного фермента находилось в рамках норм для сомовых рыб [13, 19], что свидетельствовало об улучшении физиологического состояния молоди. Однако применение опытного комбикорма № 2 привело к увеличению данного показателя в 1,96 раза по сравнению с контролем и в 4,08 раза по сравнению со значением в начале опыта.

Результаты проведённых исследований согласуются с данными о ферментах сыворотки крови клариевого сома, полученными другими учеными [19, 20].

Нормальное протекание липидного обмена – залог роста и развития рыб без заболеваний и наступления патологических изменений. Повышенное содержание триглицеридов в крови рыб может свидетельствовать о нарушении функции клеток печени или липидного обмена в целом [21], а снижение уровня триглицеридов благоприятно для организма рыб [22], что и было отмечено в обеих опытных группах рыб. Содержание триглицеридов снизилось как в сравнении с началом опыта, так и по отношению к контрольной группе (в среднем в 4,94 раза).

Холестерин также является показателем протекания липидного обмена в организме, обеспечивая стабильность клеточных мембран [15], однако высокое его содержание в крови рыб может препятствовать нормальному протеканию обмена веществ, изменяя её вязкость и проходимость сосудов [21]. В ходе проведения опыта содержание холестерина снизилось у рыб как в контрольной, так и в опытных группах, что может свидетельствовать о хорошем их физиологическом состоянии.

Повышение содержания глюкозы в крови может свидетельствовать об интенсивном распаде гликогена печени или малом использовании глюкозы тканями, а понижение – о полном использовании запасов гликогена печени или активном потреблении глюкозы тканями организма [23]. Резкое повышение содержания глюкозы может также указывать на стрессовое состояние рыб [14, 24, 25]. У сомовых рыб содержание глюкозы в крови может варьировать в довольно широких пределах [15], однако у рыб, употреблявших комбикорм № 2, значение данного показателя было ближе к таковому у рыб, выращиваемых в эталонных условиях [19], что свидетельствовало о положительном влиянии компонентов комбикормов.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что введение суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора в комбикорма для молоди клариевого сома оказывает достоверное влияние на такие биохимические показатели крови как АСТ, АЛТ, щелочная фосфатаза, триглицериды, глюкоза. Применение опытных комбикормов в целом оказывало положительное влияние на физиологическое состояние молоди клариевого сома. Одновременно с этим можно отметить, что большинство показателей имели значения более близкие к нормам и свидетельствовали о нормальном физиологическом состоянии рыб при кормлении их опытным комбикормом № 2, содержащим жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы.

#### Литература

1. Jahn, S. Investigation of economic efficiency from Chlorella biomass in the piglet

production / S. Jahn, D. Sparborth, H. J. Thieme // Abstracts of 2nd European Workshop Biotechnology of Microalgae, Bergholz-Rehbrücke, 11–12 Sept. 1995 / IGV Inst. Für Getreideverarbeitung [et al.]. – Bergholz-Rehbrücke, 1995. – P. 108–111.

2. Третьяков, Е. А. Применение суспензии хлореллы в питании ремонтных телок / Е. А. Третьяков, М. В. Механикова, Т. С. Кулакова // Молодой учёный. – 2016 – № 6-5. – С. 102–105.

3. A little green helpmate / S. Jahn [et al.] // NeueLandwirtschaft. – 2005. – Vol. 1. – P. 64–65.

4. Storandt, R. Algae in animal production / R. Storandt, O. Pulz, H. Franke // Tierernährung–Ressourcen und neueAufgaben : Expo 2000, Hannover, 15-16 Juni 2000 :Workshop / Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Tierärztliche Hochschule Hannover, Inst. Für Tierernährung ; hrsg. J. Kamphues. – Braunschweig, 2000. – S. 31.

5. Yan, L. Effect of fermented Chlorella supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs / L. Yan, S. U. Lim, I. H. Kim // Asian-Australasian J. of Animal Sciences. – 2012. – Vol. 25, № 12. – P. 1742–1747.

6. Effect of dietary natural supplements on immune response and mineral bioavailability in piglets after weaning / I. Taranu [et al.] // Czech J. of Animal Science. – 2012. – Vol. 57, № 7. – P. 332–347.

7. The effects of *Chlorella vulgaris* supplementation on growth performance, blood characteristics, and digestive enzymes in Koi (*Cyprinus carpio*) / M. Khani [et al.] // Iranian J. of Fisheries Sciences. – 2017. – Vol. 16, № 2. – P. 832–834.

8. Станчев, П. И. Экзометаболиты водорослей и их биологически активные вещества / П. И. Станчев // Гидробиология. – 1980. – № 10. – С. 70–77.

9. Сальникова, М. Я. Хлорелла – новый вид корма / М. Я. Сальникова. – Москва : Колос, 1977. – 95 с.

11. Скляров, В. Я. Кормление рыб: справочник / В. Я. Скляров, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – Москва : Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.

12. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — Москва : Изд-во ВНИРО, 2006. — 360 с.

13. Выращивание молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) с применением комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масляных культур / Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитриевич, Н. А. Кузнецов, Е. В. Нестерук // Рыбоводство и рыбное хозяйств. – 2021. – № 9. – С. 50–63.

14. Ахметова, В. В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В. В. Ахметова, С. Б. Васина // Вестник Ульяновской гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.

15. Пронина, Г. И. Референсные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. – 2015. – № 4. – С. 103–108.

16. Бичарева, О. Н. Активность сывороточных аминотрансфераз у карповых рыб / О. Н. Бичарева // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 96–101.

17. Species and sex-specific variation in the antioxidant status of Tench, *Tinca tinca*; Wels catfish, *Silurus glanis*; and Sterlet, *Acipenser ruthenus* (Actinopterygii) reared in cage culture / R. Panicz [et al.] // Acta Ichthyologica et Piscatoria. – 2017. – Vol. 47, № 3. – P. 213–223.

18. Гулиев, Р. А. Особенности динамики трансфераз крови и их взаимосвязь с микроэлементным составом некоторых прудовых рыб Астраханской области / Р. А. Гулиев // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 114–117.

19. Abalaka, S. E. Evaluation of the haematology and biochemistry of *Clarias gariepinus* as biomarkers of environmental pollution in Tiga dam, Nigeria / S. E. Abalaka // Brazilian archives of biology and technology. – 2013. – Vol. 56, № 3. – P. 371–376.

20. Власов, В. А. Пробиотик в комбикорме для клариевого сома / В. А. Власов //

Комбикорма. – 2013. – № 4. – С. 61–63.

21. Дмитривич, Н. П. Применение новых компонентов в комбикормах для молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитривич // Вестник Полесского гос. ун-та. Сер. прир. наук. – 2022. – № 1. – С. 48–54.

21. Мухрамова, А. А. Оценка состояния молоди русского осетра по рыбоводно-биологическим параметрам и биохимическим показателям крови после кормления экспериментальными кормами / А. А. Мухрамова // Вестник Казахского нац. ун-та. Сер. эколог. – 2012. – № 1 (33). – С. 103–106.

22. Брыченкова, И. В. Влияние обогащения кормов фосфором на обмен веществ и рост молоди радужной форели в условиях замкнутых систем / И. В. Брыченкова // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюз. конф., Ярославль, май 1989 г. – Ярославль, 1989. – Т. 1. – С. 57–58.

23. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб / В. С. Смирнов [и др.]. – Петрозаводск : Карелия, 1972. – 167 с. – (Труды / М-ва рыб. хоз-ва СССР, Сев. науч.-исслед. ин-т озерного и реч. рыб. хоз-ва (СевНИИОРХ) ; т. 7).

24. Бикташева, Ф. Х. Биохимические показатели крови рыб озера Асылыкуль (Россия, Респ. Башкортостан) / Ф. Х. Бикташева // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 9. – С. 107–108.

25. Шалак, М. В. Физиолого-репродуктивный статус производителей осетровых рыб в преднерестовый период в условиях аквакультуры / М. В. Шалак, Н. А. Садомов // Вестник Белорусской гос. с.-х. акад. – 2010. – № 3. – С. 102–105.

*Поступила 15.03.2023 г.*

УДК 636.592.087.7

Е.А. КАПИТОНОВА, А.Ю. ЧИРВИНСКИЙ

## **ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СУХОЙ ФЕРМЕНТНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ**

*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Одним из важнейших критериев качества корма является стабильность показателей, гарантированных его производителем. Создание оптимальных условий хранения, соблюдение норм и правил применения различных кормовых добавок обеспечивает продуктивный эффект. Целью нашей работы явилось изучение стабильности ферментативных активностей добавки сухой ферментной кормовой «Фекорд-МП» в разных модификациях (группа 1 и группа 2). Испытания на соответствие ферментной добавки требованиям технических условий ТУ ВУ 200058575.042-2018 проводили *in vitro* в начале и по истечению срока хранения согласно общепринятым методикам. В результате проведённых исследований установлено, что в течение срока хранения 1 год добавка сухая ферментная кормовая «Фекорд-МП» в разных концентрациях (группа 1 и группа 2) по физико-химическим свойствам соответствует требованиям технических условий. При соблюдении условий хранения добавки стабильность заявленных

производителем качественных показателей ферментативных активностей сохраняется.

**Ключевые слова:** стабильность, ферментная добавка, Фекорд, ксиланаза, пектиназа,  $\beta$ -глюканаза,  $\beta$ -маннаназа.

E.A. KAPITONOVA, A. Y. CZIRWINSKI

## DRY ENZYMATIC FEED ADDITIVE STABILITY STUDY

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus*

One of the most important criteria for the quality of the feed is the stability of the indicators guaranteed by its manufacturer. Arrangement of optimal storage conditions, compliance with norms and rules for the use of various feed additives provide a productive effect. The aim of our work was to study the stability of fermentation activities of the Fekord-MP dry enzymatic feed additive in different modifications (group 1 and group 2). The tests for compliance of the enzymatic feed additive with the requirements of technical specifications TU BY 200058575.042-2018 were conducted *in vitro* at the beginning and after the storage period according to the generally accepted methods. The research found that during the storage period of 1 year, the Fekord-MP dry enzymatic feed additive in different concentrations (group 1 and group 2) met the requirements of technical specifications in terms of physical and chemical properties. Under observance of storage regulations, the stability of the quality indicators of fermentation activities declared by the manufacturer is preserved.

**Keywords:** stability, enzymatic feed additive, Fekord, xylanase, pectinase,  $\beta$ -glucanase,  $\beta$ -mannanase.

**Введение.** Гарантия продовольственной безопасности страны начинается, прежде всего, с обеспечения полноценного кормления сельскохозяйственных животных. В последние десятилетия качеству кормов и их ингредиентов уделяется особое внимание. Комбикормовая промышленность изготавливает полнорационные комбикорма и их составляющие по утверждённым или адресным рецептурам хозяйств [1-19].

Одним из важнейших критериев качества корма является стабильность показателей, гарантированных его производителем. Создание оптимальных условий хранения, соблюдение норм и правил применения различных кормовых добавок обеспечивает продуктивный эффект. Однако не стоит забывать, что на стабильность заявленных качеств кормовых добавок могут оказывать влияние различные факторы, такие как: термостабильность при введении в комбикорма; гигроскопичность; технология производства гранулы комбикорма; совместимость компонентов в кормосмеси; сроки, способы и условия хранения; качество упаковочных материалов и многие другие.

Особенно важно установить постоянство свойств миксовых,

многокомпонентных добавок и кормовых средств. Определение стабильности обеспечивает высокое качество корма при использовании в течение гарантийного срока годности, а, следовательно, продуктивность сельскохозяйственных животных. Благодаря установлению данного показателя возможно избежать фальсификатов, которые в последние годы заполняют комбикормовый рынок. Несоответствие заявленных характеристик кормового средства и фактически полученных результатов позволяет не только выявлять некачественный продукт, но и привлекать к ответственности недоброкачественных производителей.

Нами разработана добавка сухая ферментная кормовая «Фекорд-МП», которая позволяет осуществлять ротацию биологически активных препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных, в том числе и птиц [2, 3, 4, 5]. В связи с вышеизложенным считаем, что научно-исследовательский процесс определения эффективности новой отечественной добавки сухой ферментной кормовой является актуальным, имеет научную новизну и практическую значимость.

Целью нашей работы явилось изучение стабильности ферментативных активностей добавки сухой ферментной кормовой «Фекорд-МП» в модификациях (группа 1 и группа 2).

**Материал и методика исследований.** Научно-исследовательские мероприятия проводили в аккредитованной лаборатории Научно-технологического парка ООО «Фермент». «Фекорд-МП» содержит ксиланазу,  $\beta$ -глюканазу,  $\beta$ -маннаназу, пектиназу (штаммы продуцентов – *Trichoderma reesei*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Bacillus lentus*, *Bacillus amydoligefaciens*, *Pichia Pastoris*), наполнитель (мука пшеничная или мука ржаная; композиция мел-соль).

Изучение стабильности ферментной кормовой добавки проводилось *in vitro* на опытно-промышленных образцах «Фекорд-МП» (группа 1) и (группа 2). Из партии была отобрана проба массой 1 кг. Испытания на соответствие требованиям технических условий ТУ ВУ 200058575.042-2018 проводили *in vitro* в начале и по истечению срока хранения по следующим показателям: определение внешнего вида и цвета – по ГОСТ 20264.1-89, п. 2; определение массовой доли влаги – по ГОСТ 20264.1-89, п. 3.5; определение активности ксиланазы,  $\beta$ -глюканазы – согласно методике [20]; определение активности  $\beta$ -маннаназы – по ТУ ВУ 200058575.042-2018, п. 4.6; определение активности пектиназы – по ТУ ВУ 200058575.042-2018, п. 4.7.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** За период проведения эксперимента качественные показатели добавки сухой ферментной кормовой «Фекорд-МП» (группа 1) и (группа 2) соответствовали требованиям ТУ ВУ 200058575.042-2018. В ходе испытаний кормовой добавки изменений внешнего вида не наблюдалось.



Результаты определения физико-химических показателей в течение проведения научно-исследовательской работы «Фекорд-МП» (группа 1) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения стабильности «Фекорд-МП» (группа 1)

Наименование показателя	Требования ТУ	В начале срока	Сроки хранения добавки, мес.			
			3	6	9	12
Внешний вид, цвет	Однородный порошок, от кремового до коричневого цвета	Однородный порошок светло-кремового цвета				
Массовая доля влаги, %	Не более 14,0	9,6	9,8	9,7	9,9	9,8
Ксиланазная активность, ед./г	Не менее 2500	5120	5126	5108	5037	5003
$\beta$ -глюканазная активность, ед./г	Не менее 2000	2684	2518	2536	2450	2389
$\beta$ -маннаназная активность, ед./г	Не менее 2500	5315	5302	5312	5108	4963
Пектиназная активность, ед./г	Не менее 100	168	163	164	152	154

Как видно из показателей, представленных в таблице 1, в начале проведения испытаний *in vitro* по всем заявленным показателям «Фекорд-МП» (группа 1) соответствовал требованиям, предъявляемым ТУ ВУ 200058575.042-2018. Ферментная кормовая добавка на протяжении всего срока испытаний (экспозиция 1 год) по физическим свойствам деформации не претерпела, внешний вид и цвет остались без изменений, добавка оставалась рассыпчатым порошком без признаков слеживания.

Массовая доля влаги в начале опыта была на 31,4 % ниже максимальных значений требований ТУ. В процессе испытания и хранения опытного образца, по окончании 12 месяцев, массовая доля влаги увеличилась на 2,1 %. Однако полученный результат вписывался в норматив и был ниже требований ТУ на 30,0 %, что обеспечило высокую сыпучесть добавки.

Показатель ксиланазной активности в начале опыта более, чем в 2 раза превышал минимальные требования ТУ. К середине исследований (6 мес.) произошло незначительное качественное снижение уровня на 0,2 %, а к концу опыта – на 0,3 %, что также явилось незначительным и всё ещё в 2 раза превышало минимальные требования ТУ.

Уровень  $\beta$ -глюканазной активности в начале определения стабильности был на 34,2 % выше, чем минимальные требования ТУ.

К середине испытаний этот показатель снизился на 5,5 %, а к концу – на 11,0 % по сравнению с первоначальными результатами. При этом уровень  $\beta$ -глюканазной активности оставался всё ещё высоким и был на 19,5 % выше, чем заявлено в минимальных требованиях.

Уровень  $\beta$ -маннаназной активности в начале опыта более, чем в 2 раза превышал минимальные требования, заявленные в технических условиях. Несмотря на то, что к середине эксперимента значение данного показателя практически не снизилось, к концу эксперимента оно незначительно, на 6,6 % сократилось. При этом уровень также оставался достаточно высоким по сравнению с требованиями ТУ и был выше в 2 раза.

Показатель пектиназной активности в начале испытаний был на 68 % выше по сравнению с требованиями ТУ. В середине испытаний уровень пектиназы снизился на 2,4 %, а к концу – на 8,3 % по сравнению с началом опыта. Однако данная активность была на 54 % выше, чем заявлено, что не повлияло на качество ферментной добавки.

Анализ динамики контролируемых величин подтвердил высокое качество и стабильность заявленных показателей добавки сухой ферментной кормовой «Фекорд-МП» в концентрации (группа 1).

Далее нами была испытана добавка в концентрации (группа 2). Результаты определения физико-химических показателей в течение проведения научно-исследовательской работы «Фекорд-МП» (группа 2) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты изучения стабильности «Фекорд-МП» (группа 2)

Наименование показателя	Требования ТУ	В начале срока	Сроки хранения добавки, мес.			
			3	6	9	12
Внешний вид, цвет	Однородный порошок, от кремового до коричневого цвета	Однородный порошок светло-кремового цвета				
Массовая доля влаги, %	Не более 14,0	8,8	8,9	9,2	9,1	9,2
Ксиланазная активность, ед./г	Не менее 500	841	821	826	815	813
$\beta$ -глюканазная активность, ед./г	Не менее 400	561	533	539	524	520
$\beta$ -маннаназная активность, ед./г	Не менее 500	825	830	815	805	791
Пектиназная активность, ед./г	Не менее 20	33	32	33	29	29

Полученные данные показывают, что при данной концентрации (группа 2) кормовой добавки «Фекорд-МП» физические свойства до конца эксперимента остались неизменными. Аналогично описаниям концентрации (группа 1) препарат сохранил свой цвет и сыпучесть.

Массовая доля влаги в начале опыта на 37,1 % была ниже уровня, заявленного в ТУ. К середине опыта влажность добавки увеличилась на 4,5 % и оставалась на такой отметке до конца эксперимента.

Уровень ксиланазной активности, как и предполагалось, в начале опыта был выше минимальных требований ТУ на 68,2 %. К середине опыта этот показатель снизился на 1,8 %, а к концу эксперимента – на 3,3 %, что не повлияло на достаточно высокую величину ксиланазной активности.

Показатель  $\beta$ -глюканазной активности на начало определения стабильности был выше заявленных требований ТУ на 40,3 %. К середине опыта значение снизилось 3,9 %, а к концу – на 7,3 %, что было выше заявленных требований на 30,0 %.

Определение стабильности  $\beta$ -маннаназной активности также показало высокое качество добавки «Фекорд-МП». В начале опыта определяемая величина была выше заявленной на 65,0 %. В середине опыта  $\beta$ -маннаназная активность оставалась на высоком уровне и была ниже первоначального тестирования на 1,2 %. К концу опыта этот показатель продолжил незначительное снижение (на 4,1 %). При анализе полученного результата была установлена эффективность на уровне 58,2 % по сравнению с минимальными показателями качества по ТУ.

Уровень пектиназной активности в начале опыта был на 65,0 % выше заявленного. Снижение активности отмечилось на 9 и 12 месяцах хранения на 12,1 %, что оставалось выше минимальных значений на 45,0 %.

**Заключение.** В результате проведённых исследований *in vitro* установлено, что в течение срока хранения 1 год добавка сухая ферментная кормовая «Фекорд-МП» в концентрациях (группа 1) и (группа 2) по физико-химическим свойствам соответствует требованиям ТУ ВУ 200058575.042-2018. Определено, что при соблюдении условий хранения добавки стабильность заявленных производителем качественных показателей ферментативных активностей сохраняется.

#### Литература

1. Ветеринарно-санитарные показатели мяса птицы при включении в рацион нано-биокорректора «ВитоЛад» / М. А. Гласкович [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, № 1-2. – С. 111-114.
2. Голушко, В. М. Сравнительный анализ применения биологически активных препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции / В. М. Голушко, Е. А. Капитонова // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2008. – Т. 44, № 2-1. – С. 174-177.
3. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор

конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : коллективная монография. В 2 чч. Ч. 2 / К. Амброжы-Дереговска [и др.]. – Киров, 2020. – 430 с.

4. Капитонова, Е. А. Профилактика заболеваний птиц путём введения в рацион цыплят-бройлеров биологически активных веществ / Е. А. Капитонова // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко. – Москва, 2009. – Т. 75. – С. 329-331.

5. Капитонова, Е. А. Рекомендации по применению ферментных препаратов «Экозим», «Витазим» и биокорректора «ВитоЛад» в промышленном птицеводстве : рекомендации / Е. А. Капитонова, М. А. Гласкович, Л. В. Шульга. – Витебск : ВГАВМ, 2010. – 32 с.

6. Капитонова, Е. А. Гуминовые кислоты как фактор стимуляции продуктивности сельскохозяйственных животных / Е. А. Капитонова // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Смоленск, 2017. – С. 201-206.

7. Капитонова, Е. А. Эффективность использования гуминовых кислот при выращивании сельскохозяйственной птицы / Е. А. Капитонова, Ю. М. Пчельникова, А. Ю. Чирвинский // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 2. – С. 151-158.

8. Капитонова, Е. А. Рекомендации по применению кормовой добавки – подкислителя кормов Кискад в бройлерном птицеводстве : рекомендации / Е. А. Капитонова. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 11 с.

9. Капитонова, Е. А. Продуктивность цыплят-бройлеров при введении в рацион адсорбента микотоксинов / Е. А. Капитонова, В. А. Медведский // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, № 1-2. – С. 136-139.

10. Кочиш, И. И. Эффективность цеолитсодержащих добавок в бройлерном птицеводстве / И. И. Кочиш, Е. А. Капитонова, В. Н. Никулин // Известия Оренбургского ГАУ. – 2020. - № 3 (83). – С. 329-334.

11. Медведский, В. А. Рекомендации по применению кормовых добавок «Пекозим фитаза 5000 G» и «Пекозим фитаза 5000 S» 6 рекомендации / В. А. Медведский, Е. А. Капитонова, А. С. Догель. – Минск, 2010. – 111 с.

12. Медведский, В. А. Ферменты «Пекозим фитаза 5000 G» и «Пекозим фитаза 5000 S» в высокопродуктивном птицеводстве / В. А. Медведский, Е. А. Капитонова, М. С. Орда // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, № 2. – С. 244-247.

13. Современное состояние и проблемы применения антибиотиков в сельском хозяйстве / Е. А. Капитонова [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2011. – Т. 47, № 2-1. – С. 284-288.

14. Технология производства продукции животноводства : курс лекций : в 2 чч. Ч. 2. Технология производства продукции скотоводства, свиноводства и птицеводства : учебно-методическое пособие / М. А. Гласкович [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 240 с.

15. Экономическая эффективность использования гуминовых кислот в промышленном птицеводстве / Е. А. Капитонова [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 2 (9). – С. 14-18.

16. A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock / A. B. Balykina [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16 E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.

17. Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejune activity on broiler chickens productivity / Y. E. Kuznetsov [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – P. 11A–15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.

18. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova [et. al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21(3). – P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.

19. Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens / I. I. Kochish [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11А–15U.

20. Препараты ферментные. Методика выполнения измерений  $\beta$  глюкоканазной, ксиланазной, целлюлазной активностей: МВИ.МН 3235–2009. – Введ. 30.09.09. – Минск : РУП «Белорус. гос. ин-т метрологии», 2009. – 36 с.

*Поступила 13.03.2023 г.*

УДК 636.2.[087+034]

М.М. КАРПЕНЯ, В.В. ГУЙВАН

## **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СУХОСТОЙНЫЙ ПЕРИОД КОРМОВЫХ ДОБАВОК «МЕГАЗАНС-I» И «МЕГАЗАНС-II»**

*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия  
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Полноценное, сбалансированное по содержанию энергии, органических, минеральных и биологически активных веществ кормление сухостойных коров и нетелей способствует их высокой продуктивности и долголетнему их использованию. Минеральные вещества и витамины позволяют избежать нарушений обмена веществ у коров, стимулируют иммунную систему животных, а также, поступая в их организм, переходят в молоко, тем самым оказывая влияние на его состав и качество. Однако даже в кормах хорошего качества часто отмечается их недостаток, восполнить который можно за счёт использования кормовых добавок. В статье представлены результаты научной работы, целью которой было установить динамику молочной продуктивности коров при использовании в рационах 1-й и 2-й фаз сухостойного периода кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II». Как показали исследования, их использование в кормлении коров в сухостойный период позволяет увеличить продуктивность в последующую лактацию на 5,2-5,5 % и повысить массовую долю жира на 0,24-0,25 п. п., долю белка – на 0,08-0,09, массовую долю лактозы – на 0,30-0,36 п. п. и снизить содержание соматических клеток в молоке на 17,5-29,2 %.

**Ключевые слова:** сухостойные коровы, лактирующие коровы, кормовые добавки, молочная продуктивность, удой, качество молока.

**MILK PRODUCTIVITY OF COWS WHEN USING  
“MEGACHANCE-I” AND “MEGACHANCE-II” FEED ADDITIVES  
IN THE DRY PERIOD**

*The Vitebsk State Academy for Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

Complete, balanced on the content of energy, organic, mineral and biologically active substances feeding dry cows and heifers promotes their high productivity and longevity of their use. Minerals and vitamins help to avoid metabolic disorders in cows, stimulate the immune system of animals, and also, entering the body of animals, pass into milk, thereby influencing its composition and quality. However, there is often a lack of them even in good-quality feed, which can be compensated by the use of feed additives. This paper contains the results of scientific work aimed to establish the dynamics of milk productivity of cows when using “Megachance-I” and “Megachance-II” feed additives in the diets of the 1st and 2nd phases of dry period. The research has shown that their use in feeding cows during the dry period allows to increase productivity in the following lactation by 5,2-5,5 % and to increase a mass fraction of fat by 0,24-0,25 p.p., a mass fraction of protein by 0,08-0,09 p.p., a mass fraction of lactose by 0,30-0,36 p.p. and to lower a content of somatic cells in milk by 17,5-29,2 %.

**Keywords:** dry cows, lactating cows, feed additives, milk productivity, milk yield, milk quality.

**Введение.** В настоящее время перед агропромышленным комплексом нашей страны стоит важная задача по обеспечению населения продуктами питания собственного производства и наращиванию экспортного потенциала. Решение задачи по повышению молочной продуктивности следует начинать, прежде всего, с организации полноценного кормления сухостойных коров и нетелей [1, 2]. Сбалансированное по содержанию энергии, органических, минеральных и биологически активных веществ кормление в сухостойный период является важным залогом высокой продуктивности коров и долголетнего их использования [3, 4, 5].

За сухостойный период необходимо создать запас питательных веществ для будущей лактации, так как новотельные коровы в первый период лактации не в состоянии потреблять достаточное количество кормов для образования молока и теряют свою массу. Эти потери составляют при удое 5-6 тыс. кг 35-60 кг, при 7-8 тыс. – 55-85 кг и при удое 9 тыс. и более – 85-110 кг. Недостаточное кормление коров в сухостойный период отрицательно сказывается и на развитии вымени. В последние два месяца стельности происходит восстановление эпителиальных

клеток и становление железистой ткани молочной железы. При неполноценном кормлении эти процессы замедляются, что отрицательно сказывается на последующей продуктивности коров [4, 6].

Большое значение в кормлении сухостойных коров принадлежит минеральным веществам и витаминам. Они позволяют избежать нарушений обмена веществ у коров, стимулируют иммунную систему животных, а также, поступая в организм животных, переходят в молоко, тем самым оказывая влияние на его состав и качество. Однако даже в кормах хорошего качества часто отмечается недостаток цинка, меди, марганца, селена и других элементов, восполнить которые можно за счёт использования кормовых добавок. В этой связи в условиях промышленного скотоводства для получения высокой молочной продуктивности коров и повышения качества молока широко практикуется применение в кормлении в сухостойный период богатых белками, минеральными веществами и витаминами кормовых добавок. В настоящее время при завозе в республику различных минерально-витаминных кормовых добавок, выпускаемых отечественными и зарубежными фирмами, не учитываются зональные особенности региона, а высокая стоимость таких добавок делает их недоступными [7, 8].

В связи с вышеизложенным возникла необходимость разработки кормовых добавок с учётом особенностей кормопроизводства нашего региона и фактического дефицита питательных и биологически активных веществ в рационах коров 1-й и 2-й фаз сухостойного периода. В 1-ю фазу сухостойного периода кормление должно быть направлено на поддержание жизнедеятельности коровы и обеспечение правильного развития плода, а во 2-ю фазу – оказывать положительное влияние на здоровье и продуктивность в последующую лактацию [2, 8].

Целью исследований – установить динамику молочной продуктивности коров при использовании в рационах 1-й и 2-й фаз сухостойного периода кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II».

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в МТК «Добрино» УП «Рудаково» Витебского района на сухостойных и лактирующих коровах белорусской чёрно-пёстрой породы.

В соответствии с разработанными нами и утверждёнными БелГИСС техническими условиями (ВУ300002681.033-2019) в состав кормовой добавки «Мегашанс-I» входят: кормовые дрожжи – 30 %, фолиевая кислота – 0,005, карбамид кормовой – 7,0, шрот соевый кормовой – 21 и наполнитель известняковая мука – 42 % (41,995 %).

Состав кормовой добавки «Мегашанс-II» (ТУ ВУ 300002681.031-2019) представлен: дрожжами кормовыми – 10 %, шротом соевым – 18, карбамидом кормовым – 7,0, пропиленгликоль – 20,0 и наполнитель отруби пшеничные – 45 %.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были отобраны 3 группы по 12 голов стельных сухостойных коров с среднесуточным удоем предыдущей лактации 24-27 кг: I контрольная, II опытная и III опытная. Схема опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опытов

Группа	Количество коров	Условия кормления коров	Продолжительность опыта, дней
Опыт 1 (коровы 1-й фазы сухостойного периода)			
I контрольная	12	Основной рацион (ОР): сено клеверотимофеечное – 6 кг, сенаж разнотравный – 20 кг, силос кукурузный – 15 кг	40
II опытная	12	ОР + 1 % кормовой добавки «Мегашанс-I» к сухому веществу рациона	
III опытная	12	ОР + 3 % кормовой добавки «Мегашанс-I» к сухому веществу рациона	
Опыт 2 (коровы 2-й фазы сухостойного периода)			
I контрольная	12	ОР: сено клеверотимофеечное – 2 кг, сенаж разнотравный – 12 кг, силос кукурузный – 15 кг, комбикорм КД-К-61С – 4 кг)	20
II опытная	12	ОР + 1 % кормовой добавки «Мегашанс-II» к сухому веществу рациона	
III опытная	12	ОР + 3 % кормовой добавки «Мегашанс-II» к сухому веществу рациона	

В первую фазу сухостойного периода отличия в кормлении заключались в том, что коровам I контрольной группы скармливали основной рацион, принятый в хозяйстве, а коровам II и III опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-I» в количестве 1 и 3 % от сухого вещества рациона. Во вторую фазу сухостойного периода коровам I контрольной группы скармливали основной рацион, а коровам II и III опытных групп в основной рацион вводили кормовую добавку «Мегашанс-II» с комбикормом в объеме 1 и 3 % соответственно от сухого вещества рациона.

Коровы всех подопытных групп содержались в одинаковых условиях беспривязно на глубокой подстилке, кормление осуществлялось 2 раза в сутки на кормовой стол, поение – из групповых автопоилок.

Молочную продуктивность коров определяли по среднесуточному удою коров. Определение качества молока проводили согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Оценка качества молока осуществляли в соответствии с действующими ГОСТ по следующим показателям: плотность – по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные



продукты. Методы определения плотности»; титруемая кислотность – по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»; содержание массовой доли жира – по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»; содержание массовой доли белка – по ГОСТ 25179-90 «Молоко. Методы определения белка»; массовая доля лактозы и СОМО – на анализаторе качества молока «Лактан 1-4М исполнения 600 Ultra»; количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток EcomilkScan.

Цифровой материал обработан биометрически. Из статистических показателей рассчитывались средняя арифметическая (M), ошибка средней арифметической (m) с определением степени достоверности разницы между группами. В работе приняты следующие обозначения уровня достоверности: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Включение кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в рацион II и III опытных групп стельных коров 1-й и 2-й фаз сухостойного периода способствовало повышению их среднесуточного удоя в последующую лактацию (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточный удой подопытных коров, кг

Группа	10-й день лактации	в % к контролю	60-й день лактации	в % к контролю	150-й день лактации	в % к контролю
I контрольная	26,4±0,76	100	27,2±0,59	100	24,8±1,11	100
II опытная	27,9±0,61	105,7	28,5±0,80	104,8	25,9±1,38	104,4
III опытная	28,2±0,42*	106,8	28,7±0,39*	105,5	26,1±0,57	105,2

Анализ экспериментальных данных показал, что на 10-й день лактации молочная продуктивность коров II опытной группы была больше на 5,7 %, III опытной группы – на 6,8 % по сравнению с коровами I контрольной группы. К 60-му дню лактации молочная продуктивность коров всех групп планомерно увеличилась, что является закономерным процессом в период раздоя, но в то же время продуктивность коров II опытной группы превышала удой коров I контрольной группы на 1,3 кг, или на 4,8 % и III опытной группы – на 1,5 кг, или на 5,5 % ( $P < 0,05$ ).

В конце учётного периода опыта (на 150-й день лактации) удой коров по сравнению с начальным периодом стал несколько ниже во всех группах, но с различиями между подопытными группами. Так, удой коров II опытной группы превышал удой животных I контрольной группы на 1,1 кг или на 4,4 %, продуктивность коров III опытной группы была

выше на 1,3 кг или на 5,2 %, чем в контроле, но без достоверных различий.

Использование кормовых добавок «Мегашанс-1» и «Мегашанс-2» в кормлении коров II и III опытных групп позволило повысить не только количественные, но и качественные показатели молока. В таблице 3 представлены показатели качества молока подопытных коров по учётным периодам лактации. Так, изучаемые показатели качества молока на 10-й день лактации были без достоверных различий между группами за исключением титруемой кислотности, показатель которой в III опытной группе на 0,7 °А ниже ( $P<0,01$ ) по сравнению с контролем. Прослеживалась тенденция к повышению у коров II и III опытных групп массовой доли жира в молоке на 0,14-0,15 п. п., лактозы – 0,08-0,15 и СОМО – на 0,15-0,16 п. п. По содержанию соматических клеток в молоке коров III опытной группы отмечено снижение на 10,2 %, у животных II опытной группы – на 4,4 % по сравнению с аналогами I контрольной группы.

Анализируя полученные данные по качеству молока коров на 60-й день лактации, выявлены более существенные различия между группами по основным показателям. Так, у коров I контрольной группы титруемая кислотность молока была выше на 0,6-0,9 °Т, чем у животных II и III опытных групп. Отмечается достоверное превосходство коров II опытной группы над животными I контрольной группы по массовой доле жира на 0,2 п. п. ( $P<0,05$ ), массовой доле лактозы – на 0,28 п. п. ( $P<0,01$ ), у коров III опытной группы по массовой доле жира – на 0,25 п. п. ( $P<0,01$ ), массовой доле белка – на 0,08 п. п. ( $P<0,05$ ), массовой доле лактозы – на 0,36 п. п. ( $P<0,001$ ). У животных опытных групп, по сравнению с контрольной группой, была выше плотность молока и СОМО. Содержание соматических клеток в молоке коров III опытной группы было ниже меньше на 96 тыс. в 1 см<sup>3</sup> или на 29,2 % ( $P<0,001$ ) по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Показатели качества молока подопытных коров

Группа	Плотность, °А	Кислотность, °Т	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	СОМО, %	Соматические клетки, тыс. в 1 см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
10-й день после отела							
I контрольная	31,9±0,37	18,1±0,21	3,84±0,24	3,09±0,07	4,51±0,08	8,71±0,15	481±9,4
II опытная	31,6±0,46	17,6 ±0,29	3,98±0,08	3,08±0,05	4,59±0,03	8,86±0,07	460±8,1
III опытная	32,3±0,48	17,4±0,09**	3,99±0,09	3,11±0,03	4,66±0,04	8,87±0,06	432±11,4

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
60-й день после отела							
I контрольная	30,7±0,48	17,5±0,24	3,63±0,08	3,08±0,04	4,54±0,06	8,62±0,10	329±19,7
II опытная	30,8±0,34	16,9±0,18*	3,83±0,05*	3,11±0,03	4,82±0,05**	8,76±0,09	295±24,6
III опытная	31,7±0,09*	16,6±0,20**	3,88±0,04**	3,16±0,02*	4,90±0,02***	8,82±0,08	233±17,7***
150-й день после отела							
I контрольная	29,2±0,3	17,2±0,23	3,67±0,04	3,12±0,03	5,01±0,04	8,65±0,09	257±18,8
II опытная	30,1±0,29*	16,8±0,21	3,87±0,05*	3,16±0,03	5,19±0,07	8,76±0,09	221±13,2
III опытная	30,8±0,11***	16,5±0,16*	3,91±0,07*	3,21±0,02*	5,31±0,02***	8,99±0,06***	212±11,7*

На 150-й день учётного периода лактации по всем показателям сохранилась такая же закономерность, как и в предыдущий период контроля. Так, отмечено достоверное превосходство по показателям качества молока коров опытных групп над коровами контрольной группы. Плотность молока у коров II опытной группы была больше на 3,1 % ( $P<0,05$ ), у аналогов III опытной группы – на 5,5 % ( $P<0,001$ ), чем у животных контрольной группы, по массовой доле жира в молоке соответственно на 0,2 ( $P<0,05$ ) и 0,24 п.п. ( $P<0,05$ ), массовой доле белка – 0,04 и 0,09 п. п. ( $P<0,05$ ), массовой доле лактозы – 0,08 и 0,30 ( $P<0,001$ ) и СОМО – 0,11 и 0,34 п. п. ( $P<0,001$ ). Содержание соматических клеток в молоке коров I контрольной группы было выше на 36 тыс. в  $1\text{ см}^3$  или на 14,0 % по сравнению с животными II опытной группы и на 55 тыс. в  $1\text{ см}^3$  или на 17,5 % ( $P<0,05$ ) по сравнению с аналогами III опытной группы.

**Заключение.** 1. Включение кормовых добавок «Мегашанс-I» и «Мегашанс-II» в рационы коров 1-й и 2-й фаз сухостойного периода в количестве 3 % к сухому веществу рациона способствовало повышению их молочной продуктивности, что выразилось в увеличении удоя в период раздоя на 5,5 % ( $P<0,05$ ) и в середине лактации – на 5,2 %.

2. Установлено, что использование разработанных кормовых добавок позволило улучшить показатели качества молока, о чём свидетельствует повышение в первый и второй период лактации массовой доли жира соответственно на 0,25 ( $P<0,01$ ) и 0,24 п. п. ( $P<0,05$ ), массовой доли белка – на 0,08 и 0,09 п. п. ( $P<0,05$ ), массовой доли лактозы – на 0,36 и 0,30 ( $P<0,001$ ), снижение уровня титруемой кислотности и содержания соматических клеток в молоке на 29,2 ( $P<0,001$ ) и 17,5 % ( $P<0,05$ ) по сравнению с контролем.

## Литература

3. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров : монография / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 332 с.
6. Интенсификация производства молока: опыт и проблемы / В. И. Смунов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 486 с.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа: технологический регламент / Министерство сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь. – Минск, 2018. – 141 с.
7. Физиолого-биохимические и технологические аспекты кормления коров : монография / В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2020. – 426 с.
8. Сабитов, М. Т. Показатели переваримости и использования питательных веществ при включении в рацион коров минерально-витаминной кормовой добавки / М. Т. Сабитов, А. Р. Фархутдинова // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 8. – С. 30-33.
5. Получение высококачественной продукции в молочном скотоводстве : монография / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 348 с.
1. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Д. М. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1. – С. 159-167.
2. Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров. Часть 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие / А. И. Ягусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 360 с.

*Поступила 9.03.2023 г.*

УДК 636.2.084.56:[636.087.72:546.763]

М.М. КАРПЕНЯ<sup>1</sup>, Т.Н. НОГИНА<sup>1</sup>, А.И. КОЗИНЕЦ<sup>2</sup>, С.Л. КАРПЕНЯ<sup>1</sup>

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНЕ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

*<sup>1</sup>Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Полноценное питание повышает продуктивность быков-производителей и способствует увеличению сроков их интенсивного использования. Однако в рационах имеется недостаток микроэлементов, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок в рационах животных. Наночастицы хрома обладают низкой токсичностью и способны образовывать в организме биологически активные комплексы. В статье приведены результаты исследований по определению эффективности применения кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе быков-производителей. Установлено, что применение данной кормовой добавки в кормлении быков-производителей в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 30,0 %, улучшению гематологических показателей и

повышению количества и качества спермы на 2,5-13,0 %.

**Ключевые слова:** быки-производители, рацион, хром, наночастицы, сперма, кровь.

M.M. KARPENIA<sup>1</sup>, T.N. NOGINA<sup>1</sup>, A.I. KOZINETS<sup>2</sup>, S.L. KARPENIA<sup>1</sup>

## **EFFICIENCY OF USING THE NANOPLANT CHROMIUM (K) FEED ADDITIVE IN THE DIET OF STUD BULLS**

*<sup>1</sup>Vitebsk State Academy for Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Good nutrition improves the productivity of stud bulls and helps to increase the duration of their intensive use. However, there is a deficiency of micronutrients in the diets, which drives the need for the use of mineral supplements in animal diets. Chromium nanoparticles have low toxicity and are capable of forming biologically active complexes in the body. The paper presents the results of studies on determining the efficiency of using the Nanoplant Chromium (K) feed additive in the diet of stud bulls. It has been found that the inclusion of this feed additive in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry matter in the diet for stud bulls promotes *increase of* chromium content in the daily diet by 30.0%, improvement of hematological parameters and increase of quantity and quality of semen by 2.5-13.0%.

**Keywords:** stud bulls, diet, chromium, nanoparticles, semen, blood.

**Введение.** Для нормального роста и развития половых органов у быков-производителей и длительного их интенсивного использования животные должны быть обеспечены полноценным питанием до уровня физиологической потребности [1, 2]. Главным источником важнейших минеральных веществ для животных являются растительные корма. Однако минеральный состав кормов существенно отличается не только по биохимическим зонам страны, но и по районам республики. Средний дефицит микроэлементов в сбалансированных по энергии рационах составляет 30-50 %, что вызывает необходимость применения минеральных подкормок в рационах животных [3, 4, 5].

В настоящее время ведутся исследования по установлению потребности в эссенциальных элементах организма животных. Среди биогенных элементов можно выделить хром, который принимает участие в процессах, поддерживающих обмен углеводов, аминокислот, липидов. Биологическое значение имеет только трёхвалентная форма хрома, которая обладает низкой токсичностью и способна образовывать в организме биологически активные комплексы [3, 6].

Наночастицы металлов, в том числе хрома, могут быть идеальным

средством для профилактики и лечения организма от некоторых заболеваний. В настоящее время принято считать наночастицами частицы вещества, которые в трёх измерениях имеют размер меньше 100 нм. У частиц такого размера количество атомов, которые расположены на поверхности частицы и в объёме, оказываются сопоставимы [6, 7].

Цель исследований – установить эффективность использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе быков-производителей.

**Материал и методика исследований.** Для достижения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в РУП «Витебское племяпредприятие» на быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале эксперимента составил 29 месяцев. Сформировали 3 группы быков по 8 голов в каждой с учётом генотипа, возраста, живой массы и показателей спермы. Продолжительность учётного периода опыта составила 90 дней, подготовительный период длился 15 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема проведения опыта

Группа	Количество быков в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	8	90	Основной рацион (ОР): сено клеверо-тимopheеchnoe (6,4 кг), сенаж разнотравный (5,1 кг), комбикорм-концентрат КД-К-66С (4,2 кг)
II опытная	8		ОР + 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,32 г на голову в сутки)
III опытная	8		ОР + 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,64 г на голову в сутки)

Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным II и III опытных групп в составе рациона вводили кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,1 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,32 г на голову в сутки) и производителям III опытной группы – 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки). Кормовую добавку вводили в комбикорм-концентрат путём ступенчатого смешивания.

Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный

раствор тёмно-коричневого цвета на основе наночастиц нерастворимого оксида хрома. Гранулометрический состав добавки, установленный в испытательном центре Института порошковой металлургии, показал наличие 90 % частиц размером менее 22,0 нм, 50 % частиц размером менее 10,5 нм, 10 % частиц размером менее 4,5 нм [6].

Исследования химического состава кормов проводили в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины» по общепринятым методикам. Морфологические показатели крови быков-производителей определяли на анализаторе клеток МЕК-6450К, биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200.

Показатели спермы быков определяли в специализированной лаборатории РУП «Витебское племпредприятие» по ГОСТ 32277–2013 «Сперма. Методы испытаний физических свойств и биологического, биохимического, морфологического анализов», ГОСТ 23745–2014 «Сперма быков неразбавленная свежеполученная» и ГОСТ 26030–2015 «Сперма быков замороженная».

Цифровой материал обработан методами биометрической статистики. В работе приняты следующие обозначения уровня достоверности: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Рацион животных должен содержать в соответствующих количествах все необходимые для организма питательные и биологически активные вещества [4]. Рационы подопытных быков-производителей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднесуточное потребление кормов быками-производителями в среднем за период опыта (по фактически съеденным кормам)

Показатели	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Сено клеверо-тимофеечное, кг	6,4		
Сенаж разнотравный, кг	5,1		
Комбикорм КД-К-66С, кг	4,2		
Молоко сухое обезжиренное, г	100		
Масло подсолнечное, г	100		
Кормовая добавка «Наноплант Хром (К), г	-	0,32	0,64
В рационе содержится:			
кормовых единиц, кг	9,6	9,6	9,6
обменной энергии, МДж	125,3	125,3	125,3
сухого вещества, кг	13,71	13,71	13,71
сырого протеина, г	2328	2328	2328
переваримого протеина, г	1409	1409	1409

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
сырой клетчатки, г	3168	3168	3168
крахмала, г	1669	1669	1669
сахара, г	1422	1422	1422
сырого жира, г	420,5	420,5	420,5
фосфора, г	57,9	57,9	57,9
магния, г	34,8	34,8	34,8
калия, г	98,4	98,4	98,4
натрия, г	22,4	22,4	22,4
серы, г	39,1	39,1	39,1
железа, мг	1394	1394	1394
меди, мг	117,2	117,2	117,2
цинка, мг	451,0	451,0	451,0
марганца, мг	641,2	641,2	641,2
кобальта, мг	8,58	8,58	8,58
йода, мг	9,10	9,10	9,10
селена, мг	2,98	2,98	2,98
хрома, мг	2,15	2,47	2,79
каротина, мг	647,8	647,8	647,8
витамина D, тыс. ME	12,8	12,8	12,8
витамина E, мг	315,5	315,5	315,5

Фактическое потребление кормов быками всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были равноценны по энергетической питательности в результате одинаковой поедаемости кормов. Подопытные быки в составе рациона получали сено клеверотимофеечное, сенаж разнотравный и комбикорм-концентрат КД-К-66С. Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко и подсолнечное масло. Содержание хрома в суточном рационе быков-производителей в I контрольной группы составило 2,15 мг, у животных II опытной группы – на 15 % и у производителей III опытной группы на 30 % больше. Содержание хрома в рационе быков I контрольной группы было ниже рекомендуемой нормы (0,2 мг на 1 кг сухого вещества).

На начальном этапе исследований установили концентрацию хрома в рационе быков-производителей, используя данные, полученные в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [6] (таблица 3).

Таблица 3 – Концентрация хрома в кормах для быков-производителей

Корма	Концентрация хрома, мг/кг корма
1	2
Сено клеверо-тимофеечное, кг	0,082
Сенаж разнотравный, кг	0,212



Продолжение таблицы 3

1	2
Комбикорм КД-К-66С, кг	0,130
Молоко сухое обезжиренное, кг	0,0018
Масло подсолнечное (нерафинированное 1 сорт)	0,0014

Изменение морфологических и биохимических показателей позволяет судить о характере и степени нарушения процессов метаболизма как в целом в организме, так и в отдельных органах. Кровь играет исключительно важную роль в процессах, протекающих в организме. Для нормальной деятельности всех органов необходимо постоянное снабжение их кровью. Прекращение кровообращения даже на короткий срок вызывает необратимые изменения. Поэтому определение гематологических показателей имеет большое диагностическое значение [8, 9]. Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» положительно отразилось на некоторых гематологических показателях быков-производителей. В начале опыта морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных всех групп находились практически на одинаковом уровне и соответствовали физиологической норме (таблица 4).

Таблица 4 – Морфологические и биохимические показатели крови быков-производителей,  $M \pm m$  (n=4)

Показатели	Группа					
	I контрольная		II опытная		III опытная	
	период опыта					
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Гемоглобин, г/л	108,8± 4,11	111,0± 5,08	110,5± 3,59	113,3± 5,02	111,0± 5,29	116,3± 5,80
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,10± 0,35	7,05± 0,33	7,18± 0,51	7,33± 0,36	6,92± 0,27	7,36± 0,38
Лейкоциты, $10^9/л$	9,18± 0,41	9,23± 0,39	9,08± 0,61	8,83± 0,46	9,48± 0,57	8,62± 0,34
Общий белок, г/л	76,2± 2,27	75,3± 1,53	74,9± 1,64	79,8± 1,83	77,6± 2,18	81,4± 1,44**
Альбумины, %	39,9± 0,87	38,4± 0,94	38,1± 1,11	40,5± 1,27	39,2± 0,17	41,9± 1,41*
Глюкоза, ммоль/л	3,95± 0,29	3,56± 0,57	3,77± 0,29	3,85± 0,38	3,74± 0,24	3,95± 0,40
Мочевина, ммоль/л	2,97± 0,23	3,11± 0,71	3,28± 0,34	2,61± 0,97	3,05± 0,93	2,53± 0,17

В конце опыта наибольшее содержание гемоглобина в крови было у

быков III опытной группы. Так, производители этой группы превосходили аналогов I контрольной группы на 5,3 г/л или на 4,8 %, животные II опытной группы – на 2,3 г/л или на 2,1 %. У быков-производителей II и III опытных групп количество эритроцитов в крови было больше соответственно на 4,0 и 4,4 %, чем в крови сверстников I контрольной группы. По содержанию лейкоцитов в крови животных опытных групп просматривалась тенденция к снижению в сравнении с быками контрольной группы.

Следует отметить достоверное увеличение общего белка и альбуминов в крови бычков. Так, количество общего белка в крови животных III опытной группы увеличилось на 6,1 г/л или на 8,1 % ( $P < 0,01$ ), в крови быков II опытной группы – на 4,5 г/л или 4,7 %, содержание альбумина – соответственно на 3,5 г/л или на 9,1 % ( $P < 0,05$ ) и 2,1 г/л или на 5,5 % по сравнению с аналогами I контрольной группы.

Быки-производители II и III опытных группы по содержанию глюкозы в крови превосходили животных I контрольной группы соответственно на 8,1 и 9,6 %. Прослеживается тенденция к снижению мочевины в крови животных II и III опытных групп соответственно на 81,4 и 83,9 % в сравнении с аналогами контрольной группы.

Одной из важнейших функций половых желез быков является образование половых клеток – сперматозоидов. В них находится генетический материал, они обладают биологической способностью оплодотворить яйцеклетку коровы. В настоящее время процесс образования сперматозоидов хорошо изучен, это позволяет грамотно и активно воздействовать на животное с целью реализации его потенциала в отношении количества и качества спермы [10]. Органолептическая оценка спермы подопытных быков показала, что отклонений по внешнему виду, консистенции, цвету и запаху не выявлено. В результате эксперимента установлено, что использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» оказало положительное влияние на показатели спермы быков-производителей. Перед началом опыта (за 30 дней) оценили количественные и качественные показатели спермы быков-производителей с целью правильного формирования подопытных групп. Существенных различий между животными подопытных групп не выявлено (таблица 5).

В учётный период опыта установлено, что наибольший объём эякулята был у быков III опытной группы ( $6,32 \pm 0,17$ ). По данному показателю производители этой группы превосходили аналогов I контрольной группы на 0,28 мл или на 4,6 %, быки II опытной группы – на 0,23 мл или на 3,8 %. По активности спермы быки I контрольной группы уступали животным III опытной группы на 2,5 % ( $P < 0,05$ ).

Таблица 5 – Показатели спермы быков-производителей (n=8)

Группа	Показатели спермопродукции				
		объём эякулята, мл	активность спермы, баллов	концентрация сперматозоидов в эякуляте, млрд/мл	количество сперматозоидов в эякуляте, млрд
Предопытный период (30 дней)					
I контрольная	M±m	6,22±0,33	8,1±0,04	1,23±0,03	7,65±0,58
	Cv	16,4	2,42	8,4	21,5
II опытная	M±m	6,18±0,12	7,9±0,12	1,26±0,02	7,79±0,43
	Cv	17,0	3,14	8,3	15,8
III опытная	M±m	6,16±0,21	8,2±0,08	1,24±0,05	7,64±0,17
	Cv	14,1	2,75	9,9	6,24
Опытный период (90 дней)					
I контрольная	M±m	6,04±0,24	8,0±0,07	1,26±0,04	7,61±0,30
	Cv	15,4	2,86	11,1	11,0
II опытная	M±m	6,27±0,19	8,0±0,04	1,35±0,06	8,46±0,47
	Cv	12,3	3,28	12,4	15,9
III опытная	M±m	6,32±0,17	8,2±0,06*	1,36±0,03*	8,60±0,37*
	Cv	12,1	2,37	9,4	12,3
Послеопытный период (30 дней)					
I контрольная	M±m	5,96±0,29	8,0±0,05	1,24±0,04	7,39±0,42
	Cv	15,8	2,37	10,3	19,8
II опытная	M±m	6,24±0,21	8,1±0,08	1,37±0,08	8,55±0,35
	Cv	13,8	2,94	13,7	12,4
III опытная	M±m	6,29±0,16	8,2±0,06*	1,38±0,06*	8,68±0,29**
	Cv	11,9	2,26	11,9	10,7

Концентрация сперматозоидов у быков III опытной группы выше по сравнению со сверстниками I контрольной группы на 0,1 млрд/мл или на 7,9 % ( $P<0,05$ ), у производителей II опытной группы – на 0,09 млрд/мл или на 7,1 %. Количество сперматозоидов в эякуляте у производителей III опытной группы больше, чем у аналогов I контрольной группы на 0,99 млрд. или на 13,0 % ( $P<0,05$ ), у быков II опытной группы – на 0,85 млрд. или на 11,2 %.

Для оценки поствливания кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» на спермопродукцию быков-производителей в течение месячного периода после окончания эксперимента определили показатели спермы. В послеопытный период просматривалась та же закономерность, что и в опытный период, а именно, наиболее высокие показатели спермы были у быков-производителей II и III опытных групп.

**Заключение.** 1. Применение в рационе племенных быков кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого

вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 0,64 мг или на 30,0 %.

2. Включение кормовой добавки в состав рациона быков-производителей позволяет улучшить их гематологические показатели, о чём свидетельствует увеличение в сыворотке крови содержания общего белка на 6,1 г/л или на 8,1 % ( $P < 0,01$ ), альбуминов – на 3,5 г/л или на 9,1 % ( $P < 0,05$ ).

3. Применение в кормлении быков-производителей наночастиц хрома способствует повышению количества и качества спермы, что выразилось в увеличении объёма эякулята на 4,6 %, активности спермы – на 2,5 % ( $P < 0,05$ ), концентрации сперматозоидов – на 7,9 % ( $P < 0,05$ ) и количества сперматозоидов в эякуляте – на 13,0 % ( $P < 0,05$ ).

### Литература

1. Ахметова, И. Н. Влияние органического селена на переваримость питательных веществ рациона бычков / И. Н. Ахметова // Зоотехния. – № 7. – 2008. – С. 12–13.
2. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов: учебник / В. А. Медведский [и др.]. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2015. – 736 с.
3. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с.
4. Карпеня, М. М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с.
5. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию быков-производителей / С. Л. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 19 с.
6. Наночастицы хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота и ремонтных свинок : рекомендации / В. М. Голушко [и др.]. – Жодино, 2021. – 28 с.
7. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота : монография / И. И. Горячев [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 169 с.
8. Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голиков [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Моква : Агропромиздат, 1991. – 432 с.
9. Финогенов, А. Ю. Биохимические показатели крови животных в норме и при патологии : монография / А. Ю. Финогенов, – Минск : ООО «Инфоэксперт», 2011. – 192 с.
10. Медведев, Г. Ф. Физиология и патология репродуктивной системы крупного рогатого скота : монография / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко. – Горки : БГСХА, 2006. – 216 с.

*Поступила 11.04.2023 г.*

А.И. КОЗИНЕЦ, Т.Г. КОЗИНЕЦ, О.Г. ГОЛУШКО,  
М.А. НАДАРИНСКАЯ, М.С. ГРИНЬ, С.А. ГОНАКОВА

**МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КОРОВ ПРИ  
СКАРМЛИВАНИИ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «ОЕМИКС-П»  
И «ОЛИПЛУС»**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В процессе производства масложировой продукции на различных стадиях образуются многочисленные жировые отходы и побочные продукты, которые имеют кормовую ценность и не используются как кормовые средства в промышленных масштабах. В связи в этом область кормления сельскохозяйственных животных является наиболее перспективным направлением использования твёрдой фракции отходов или оливкового жмыха. В статье представлены результаты изучения влияния кормовых добавок «Оемикс-П» и «Олиплюс» в рационах коров на морфо-биохимический состав крови животных. За период проведения научно-хозяйственного опыта установлено их положительное влияние на морфологические и биохимические показатели крови коров первого периода лактации (0-100 дней после отёла). Использование в составе комбикормов-концентратов для дойных коров, содержащих 0,7 % добавки кормовой «Оемикс-П» и 0,8 % добавки кормовой «Олиплюс», способствует повышению интенсивности обменных процессов организме животных.

**Ключевые слова:** коровы, кормовые добавки, кровь.

A.I. KOZINETS, T.G. KOZINETS, O.G. GOLUSHKO,  
M.A. NADARINSKAYA, M.S. GRIN, S.A. GONAKOVA

**MORPHO-BIOCHEMICAL BLOOD COMPOSITION OF COWS  
WHILE FEEDING THE “OEMIX-P” AND “OLIPLUS”  
FEED ADDITIVES**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

During manufacturing of fat-and-oil products, numerous fatty wastes and by-products are formed at various stages, which have feeding value and are not used as feedstuffs on an industrial scale. In this regard, farm animal feeding is the most promising area of use of the solid waste fraction or olive cake. This paper contains the results of studying the effect of “Oemix-P” and “Oliplus” feed additives in cows’ diets on the morpho-biochemical composition of animal blood. During the period of scientific and economic experiment, their positive effect on morphological and biochemical

blood parameters of cows of the first lactation period (0-100 days after calving) was established. The use of compound feed concentrates for dairy cows, containing 0.7% of the “Oemix-P” and 0.8% of the “Oliplus”, helps to increase the rate of metabolism in the body of animals.

**Keywords:** cows, feed additives, blood.

**Введение.** Оливковое масло и оливки являются одними из самых полезных продуктов, чья питательная ценность и экономическое значение неоспоримы [1, 2, 3, 4]. В процессе производства масложировой продукции на различных стадиях образуются многочисленные жировые отходы и побочные продукты, которые имеют кормовую ценность и не используются как кормовые средства в промышленных масштабах.

Учитывая большие масштабы отходов маслоэкстракционной промышленности основное внимание до недавнего времени уделялось детоксикации отходов перед утилизацией, кормлением, компостированием, поскольку они длительное время разлагаются естественным путем нарушая экологическое равновесие [5]. Однако извлечение высокоценных соединений или использование этих отходов в качестве основного материала для вторичных продуктов является привлекательным способом их повторного использования, так как процесс восстановления представляет экономический и практический интерес. Поэтому в последние годы интерес учёных и технологов направлен к использованию отходов оливковых заводов, представляющих проблему утилизации и угрозу потенциального загрязнения окружающей среды, которые могут быть фракционированы и использованы как новые компоненты путём разработки и создания инновационных процессов [6, 7].

Одним из перспективных направлений использования твёрдой фракции отходов или оливкового жмыха является область кормления сельскохозяйственных животных. Многочисленные исследования показали, что оливковый жмых можно включать в рацион лактирующих коров до 30 % от общего количества концентратов без негативного влияния на использование кормов и производство молока [8, 9, 10].

Цель исследований – изучить влияние кормовых добавок «Оемикс-П» и «Олиплюс» на морфо-биохимический состав крови коров первого периода лактации (0-100 дней после отёла).

**Материал и методика исследований.** Для изучения влияния добавок кормовых «Оемикс-П» и «Олиплюс», полученных из оливкового жмыха, в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области проведён научно-хозяйственный опыт на высокопродуктивных коровах по схеме, представленной в таблице 1.

Для проведения опыта сформировали три группы животных по принципу пар-аналогов со средней живой массой 550-600 кг. Содержание – привязное.

Таблица 1 – Схема проведения исследований на коровах

Группа	Количество животных в группе	Продолжительность исследований, дней	Условия кормления
Физиологическое состояние в начале исследований – один-три месяца после отёла			
I контрольная	11	91	ОР (силос кукурузный, сенаж разнотравный, сено злаковое, шрот соевый) + комбикорм собственного производства
II опытная	11	91	ОР + комбикорм собственного производства с вводом 0,7% добавки «Оемикс-П» (из расчёта 56 грамм добавки «Оемикс-П» на голову в сутки)
III опытная	11	91	ОР + комбикорм собственного производства с вводом 0,8% добавки «Олиплюс» (из расчёта 64 грамма добавки «Олиплюс» на голову в сутки)

Для начала исследований животных подбирали с учётом физиологического состояния – один-три месяца после отёла. Изучаемые добавки скармливали в составе комбикормов. Добавка кормовая «Оемикс-П» по внешнему виду представляет собой порошок коричневого цвета со специфическим запахом, состоящий из 100 % муки, полученной из оливкового жмыха. Активные действующие вещества: маслиновая кислота – 35000-70000 мг/кг, олеаноловая кислота – 16000-34000 мг/кг, общее содержание трипертиновых кислот – 51000-104000 мг/кг. Добавка кормовая «Олиплюс» представляет собой порошок коричневого цвета с запахом, свойственным основному продукту. Состоит из 100 % муки, полученной из смеси продуктов переработки оливок: вытяжки из оливы – 20-25 % и оливкового жмыха – до 100 %, которая содержит тритерпены, полифенолы, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, гидрокситирозол. Активные действующие вещества: маслиновая кислота – 29000-62000 мг/кг, олеаноловая кислота – 12000-26000 мг/кг, общее содержание трипертиновых кислот – 41000-88000 мг/кг, гидрокситирозол – не более 3150 мг/кг. Различие в кормлении состояло в том, что животные контрольной группы получали комбикорм-концентрат без применения аналогичных исследуемым кормовым добавкам по физиологическому действию. II опытной группе вводили комбикорм-концентрат собственного производства с добавкой «Оемикс-П» в дозировке 0,7 % на 1 т комбикорма (из расчёта 56 г добавки «Оемикс-П» на голову в сутки). III опытной группе – комбикорм собственного производства с

вводом 0,8 % добавки «Олиплюс» на 1 т комбикорма (из расчёта 64 грамма добавки «Олиплюс» на голову в сутки). Во время проведения всего периода исследований животные пользовались моционом на открытых выгульных площадках, доение коров проводили дважды в сутки, поение – водопроводной водой (одна поилка на 2 животных).

Для определения гематологических показателей (содержание эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов и гемоглобина) использовали автоматический анализатор Urit3000Vetplus. Содержание общего белка и его фракций, глюкозы, мочевины, холестерина, общего билирубина, АлАТ, АсАТ, амилазы, ЛДГ, общего кальция, фосфора неорганического, магния, железа, креатинина в сыворотке крови исследовали на биохимическом анализаторе Accent-200. Отбор проб крови проводили у 4 коров из каждой группы после скармливания добавок. Кровь для исследований брали из яремной вены через 2,5-3 часа после утреннего кормления. Для определения форменных элементов и минеральной части использовали цельную кровь, для биохимических показателей – сыворотку.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Система крови является индикатором состояния организма, а поведение форменных элементов, выполняющих важнейшие для жизнедеятельности организма функции, можно рассматривать как модель поведения других клеток. Результаты исследований по изучению действия кормовых добавок на морфологические показатели крови подопытных животных представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$ (RBC)	4,61±0,14	5,05±0,19	4,99±0,26
Гемоглобин, г/л (HGB)	91,0±2,48	97,3±3,38	94,5±4,25
Гематокрит, %	23,6±1,20	23,5±1,12	23,4±1,34
Лейкоциты, $10^9/л$ (WBC)	14,4±1,55	14,9±1,89	15,6±1,09
Тромбоциты, $10^9/л$ (PLT)	193,0±28,9	218,8±26,1	180,5±23,1

Относительно физиологической нормы количество эритроцитов было в пределах нижней границы ( $5,0-7,5 \cdot 10^{12}/л$ ). К окончанию исследований у коров II опытной группы («Оемикс-П») установлена тенденция к увеличению количества эритроцитов на 9,5 % в сравнении с животными контрольной группы. Однако следует отметить тот факт, что на фоне повышения уровня эритроцитов в крови опытных животных (II группа) отмечено и более высокое содержание гемоглобина (на 6,9 %), тогда как в контрольной группе наблюдалась некоторая тенденция к снижению показателя кровяного пигмента.



Уровень гематокрита у опытных животных, получавших новые кормовые добавки, был на одном уровне с контролем.

Концентрация лейкоцитов у подопытных коров всех групп несколько превышала верхнюю границу физиологического норматива ( $12,0 \cdot 10^9/\text{л}$ ), что свидетельствует о напряжённости обменных процессов в период интенсивной отдачи молока.

К окончанию периода скармливания изучаемых добавок количество тромбоцитов у животных всех групп характеризовалось нижним уровнем физиологической нормы ( $260-700 \cdot 10^9/\text{л}$ ). Повышение уровня тромбоцитарных клеток в крови на  $13,4\%$  относительно контрольного показателя было у животных II опытной группы. Данный факт свидетельствует о повышении защитных свойств крови и кровяного русла против негативных воздействий у опытных аналогов.

Биохимические показатели крови подопытных животных представлены в таблице 3. Общий белок в крови коров характеризовался показателями, превышающими средненормативный уровень ( $81,2-83,2 \text{ г/л}$ ), что согласуется с гиперпротеинемией по окончании периода раздоя. Количество общего белка во II опытной группе с возрастанием срока лактации снизилось на  $6,9\%$ , в III опытной – на  $9,7\%$ . Снижение уровня общего белка в крови животных III опытной группы имеет связь с достаточно высоким его расходом в организме и повышением его уровня в молоке. Концентрация альбуминов за период опыта у животных II опытной группы повысилась по сравнению с контрольными аналогами на  $3,2\%$ , у коров III опытной группы – на  $5,6\%$ .

Таблица 3 – Биохимические показатели крови

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Общий белок, г/л	101,0±3,50	94,0±2,65	91,2±1,65
Альбумины, г/л	37,6±0,83	38,8±1,10	39,7±0,10
Глобулины, г/л	63,4±4,10	55,2±3,43	51,5±1,66
Мочевина, ммоль/л	7,49±0,22	6,53±0,41	7,41±0,32
Креатинин, мкмоль/л	98,7±1,60	97,0±4,22	101,4±3,01
Глюкоза, ммоль/л	1,17±0,13	1,72±0,03*	1,82±0,27
Холестерин, ммоль/л	4,73±0,54	4,27±0,37	4,52±0,17
Триглицериды, ммоль/л	0,04±0,01	0,03±0,01	0,05±0,02
Билирубин, мкмоль/л	1,34±0,07	1,45±0,03	1,35±0,05

Примечание: \*  $P < 0,05$

Уровень мочевины в сыворотке крови коров подтверждает повышенный расход белковых веществ в организме. Её концентрация в образцах опытных животных II группы по окончании скармливания добавки кормовой «Оемикс-П» была ниже на  $12,8\%$ , «Олиплюс» – на

1,1 % относительно животных, которым не скармливали кормовые добавки.

При анализе показателей креатинина установлено снижение его уровня у коров II опытной группы и повышение – у животных III опытной группы в сравнении с контрольными аналогами на 1,7 и 2,7 %.

Углеводы являются основным источником энергии в рационе. На их основе образуется ряд белков, аминокислот, нуклеиновых кислот. Наибольшую диагностическую ценность представляет содержание в сыворотке крови глюкозы. Концентрация глюкозы к окончанию периода исследований в крови животных II и III опытных групп повысилась на 47,0 и 55,5 % соответственно по сравнению с данными контрольных аналогов, что согласуется с результатами, полученными у других исследователей, заменявших часть концентратов оливковым жмыхом.

Уровень билирубина, или цветного пигмента, у животных контрольной и III опытной группы характеризовался практически одинаковыми показателями и его повышением на 8,2 % у животных II опытной группы.

Липидный обмен в организме высокопродуктивных коров можно проследить по концентрации в сыворотке крови таких метаболитов как холестерин и триглицериды. Концентрация триглицеридов в сыворотке крови животных опытной группы существенных изменений не претерпела, а вот количество холестерина в крови коров опытных групп снижалось с возрастанием срока лактации на 9,7 % во II опытной группе и на 4,4 % в III опытной группе. Это обусловлено качеством используемых добавок, в состав которых входят полиненасыщенные жирные кислоты, которые регулируют жировой обмен, а также способствуют снижению липопротеидов низкой плотности.

В процессе проведения исследований изучена ферментативная активность сыворотки крови коров. С возрастанием срока лактации ферментативная активность сыворотки крови обычно снижается, так же как и интенсивность метаболических превращений, что естественным образом снижает нагрузку на печень и другие органы животных (таблица 4).

Таблица 4 – Энзимная картина крови

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
АсАТ, ед./л	114,8±6,62	99,0±4,39	100,1±2,54
АлАТ, ед./л	80,2±4,57	70,8±2,97	74,0±1,41
Лактатдегидрогеназа, ед.л	584,3±1,89	588,2±2,23	583,8±10,5
Амилаза, ед./л	34,6±3,34	28,9±2,79	37,1±2,93

Активность АсАТ – фермента, катализирующего процессы переаминования аминокислот, в сыворотке крови коров II группы снизилась

на 13,7% и на 12,8 % в III опытной группе.

Количество АлАТ снизилось в пределах 11,7 и 7,7 % во II опытной и III опытной группах соответственно. Анализ соотношения этих двух ферментов метаболического переаминирования и переноса аминокислот свидетельствует, что по окончании периода скармливания испытуемых добавок результаты составили в контроле 1,43, во II опытной – 1,39 и III опытной – 1,35. Расчёт разницы по группам получившихся соотношений свидетельствует, что во II опытной группе разница в сравнительном аспекте с контролем составила 2,79 %, в III опытной – 5,59 %, что демонстрирует повышенную активность процессов синтеза над процессами распада в организме коров опытных групп, которая положительным образом повлияла на метаболизм.

Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) – фермента, характеризующего интенсивность обменных процессов в печени, в период завершения скармливания кормовых добавок у коров II группы в сравнении с контролем разница в сторону увеличения составила 0,6 % при практически неизменном результате у аналогов из III группы (-0,08 %). Трёхмесячный срок скармливания изучаемой добавки характеризовался напряжением активности ЛДГ в крови подопытных животных, что обусловлено понижением уровня продуктивности в связи с переходом их на новый физиологический этап и снижением интенсивности анаболических процессов в печени.

Установлено увеличение активности амилазы – фермента, отвечающего за расщепление крахмалистых сложных углеводов, в крови коров III опытной группы на 7,2 % в сравнении с контрольным показателем по окончании исследований. При использовании добавки «Оемикс-П» у животных II опытной группы установлена тенденция к снижению активности амилазы на 16,5 % по сравнению с контролем.

Важным показателем, характеризующим отражение интенсивности обменных процессов в организме подопытных животных, является содержание в сыворотке крови минеральных веществ, которые участвуют в поддержании осмотического давления и постоянства pH среды, служат активаторами и ингибиторами ферментов, являются строительным материалом для органов и тканей, участвуют в защитных реакциях организма. Одним из важнейших показателей минерального обмена является содержание кальция в крови животных. Концентрация кальция в сравнении с показателями контрольных аналогов возросла во всех подопытных группах (II и III) на 3,8 и 0,8 % соответственно (таблица 5).

Концентрация фосфора в крови коров III опытной группы в сравнении с показателями животных контрольной и II опытной группы была выше на 2,6 %.

Таблица 5 – Минеральный состав крови

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Кальций, ммоль/л	2,39±0,04	2,48±0,05	2,41±0,06
Фосфор, ммоль/л	2,34±0,05	2,34±0,06	2,40±0,10
Железо, мкмоль/л	19,58±3,05	19,48±1,26	19,00±0,37
Магний, ммоль/л	1,12±0,07	1,08±0,04	1,23±0,03
Медь, ммоль/л	14,8±1,06	12,9±0,28	13,8±0,85
Цинк, ммоль/л	11,6±1,87	11,4±0,65	12,2±1,28

Концентрация железа, магния, меди и цинка в крови подопытных животных II группы снизилась в сравнении с показателями контрольной группы на 0,5 %, 3,6, 12,8 и 1,7 % соответственно. В конце опыта при вводе в состав рациона кормовой добавки «Олиплюс» установлено превышение концентрации магния и цинка в крови животных над контрольным значением на 9,8 и 5,2% соответственно.

**Заключение.** За период проведения научно-хозяйственного опыта изучено влияние кормовых добавок «Оемикс-П» и «Олиплюс» на морфологические и биохимические показатели крови коров первого периода лактации (0-100 дней после отёла). Использование в составе комбикормов-концентратов для дойных коров, содержащих 0,7 % добавки кормовой «Оемикс-П», способствует повышению содержания в крови эритроцитов на 9,5 %, гемоглобина – на 6,9 %, альбуминов – на 3,2 %, глюкозы – на 47,0 % ( $P<0,05$ ) и кальция – на 3,8 %. Введение в состав комбикормов-концентратов для дойных коров добавки кормовой «Олиплюс» в количестве 0,8 % способствует увеличению содержания в крови альбуминов на 5,6 %, креатинина – на 2,7 %, амилазы – на 7,2 %, глюкозы – на 55,5 %, фосфора – на 2,6 %, магния – на 9,8 % и цинка – на 5,2 %.

#### Литература

1. Aruoma, O. I. Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods / O. I. Aruoma // Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. – 2003. – Vol. 523. – P. 9-20.
2. Восканян, О. С. Рынок оливкового масла России / О. С. Восканян, И. А. Никитин, Д. А. Гусева // Пищевая промышленность. – 2015. - № 4. – С. 10–15.
3. Ерёмина, О. А. Анализ рынка оливкового масла / О. А. Ерёмина. – Москва : Триумф, 2014. – 161 с.
4. Фролова, Е. Ю. Некоторые аспекты взаимного влияния продуктовых рынков (на примере рынков пальмового, подсолнечного и оливкового масел) / Е. Ю. Фролова // Агротехнологическая экономика. – 2018. - № 11. – С. 7–16.
5. Aragón, J. M. Improlive 2000. Present and future of Alpeorujo / J. M. Aragon, M. C. Palancar ; Editorial Complutense. – Madrid, 2001.
6. Galanakis, C. Innovations in Traditional Foods / C. Galanakis. – Chania : Woodhead Publishing, 2019. – 348 p.
7. Carbone, A. Exploring quality and its value in the Italian olive oil market / A. Carbone,

L. Cacchiarelli, V. Sabbatini // Agricultural and food economics. – 2018. – No. 6. – P. 1–15.

8. The intake and performance of dairy ewes fed with different levels of olive cake silage in late pregnancy and suckling periods / A. Cabiddu [et al.] // Nutrition and Feeding Strategies of Sheep and Goats under Harsh Climates. – CIHEAM, Zaragoza, 2004. – P. 197–201.

9. Modification of 18 milk fatty acid composition by feeding forages and agro-industrial byproducts from dry areas to Awassi sheep / S. Abbeddou [et al.] // J. Dairy Sci. – 2011. – Vol. 94. – P. 4657–4668. DOI 10.3168/jds.2011-4154.

10. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese / E. Vargas-Bello-Pérez [et al.] // Anim. Feed Sci. Technol. – 2013. – Vol. 184. – P. 94–99. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2013.05.016.

*Поступила 8.02.2023 г.*

УДК 636.2.087.26+636.2.087.72

А.И. КОЗИНЕЦ, М.А. НАДАРИНСКАЯ, О.Г. ГОЛУШКО,  
Т.Г. КОЗИНЕЦ, С.А. ГОНАКОВА, М.С. ГРИНЬ

## **ЖИРНАЯ ОТБЕЛЬНАЯ ГЛИНА В КОРМЛЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г Жодино, Республика Беларусь*

В настоящее время в целях импортозамещения возникла потребность в дешёвых источниках сырья для производства кормовых добавок, обогащающих основными питательными веществами рационы животных. В качестве таких источников могут быть использованы вторичные продукты маслоэкстракционной промышленности. В статье представлены материалы исследований, в которых изучалось влияние жирной отбельной глины, включённой в состав комбикорма, на продуктивность молодняка крупного рогатого скота. С этой целью в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области проведён научно-хозяйственный опыт на трёх группах телят, отобранных по принципу пар-аналогов с учётом возраста и живой массы. Исследования показали, что введение в состав комбикорма молодняку крупного рогатого скота жирной отбельной глины в количестве 0,5 и 1,0 % способствует повышению продуктивности на 10,3 и 9,0 %, снижению затрат кормов на 5,23 и 2,7 %.

**Ключевые слова:** жирная отбельная глина, молодняк крупного рогатого скота, продуктивность, экономические показатели, себестоимость.

A.I. KOZINETS, M.A. NADARINSKAYA, O.G. GOLUSHKO,  
T.G. KOZINETS, S.A. GONAKOVA, M.S. GRIN

## FATTY BLEACHING CLAY IN CATTLE FEEDING

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus  
for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Presently, for the purpose of import substitution, there is a need for cheap sources of raw materials for the production of feed additives that enrich animal diets with basic nutrients. Secondary products of oil extraction industry can be used as such sources. The paper contains the results of research aimed at studying the effect of fatty bleaching clay included in the composition of compound feed on the productivity of young cattle. For this purpose, a scientific and economic experiment on three groups of calves selected according to the principle of paired peers with regard to age and body weight was carried out in the RSUE "ZhodinoAgroPlemElita" of Smolevichi district, Minsk region. The research has shown that putting 0.5 and 1.0 % of fatty bleaching clay into the compound feed for young cattle provides an increase in the productivity by 10.3 and 9.0 %, while reducing the feed costs by 5.23 and 2.7%.

**Keywords:** fatty bleaching clay, young cattle, productivity, economic indicators, prime cost.

**Введение.** Активное развитие маслоэкстракционной промышленно-сти в условиях расширения площадей посадки рапса и наращивание производства масла в нашей стране создаёт весомые предпосылки для включения полученных вторичных продуктов в состав комбикормов сельскохозяйственных животных. Максимальное их использование в качестве кормовых добавок позволяет решить проблему поиска дешё-вых источников сырья и основных питательных веществ для животных, стоящую перед агропромышленным комплексом Беларуси [1, 2, 3].

Для улучшения внешнего вида масла, его вкусовых качеств и ста-бильности производится отделение и удаление примесей, способных ухудшить его хранение. В качестве фильтрующего компонента (так называемые отбельные глины) чаще всего используют бентониты либо монтмориллониты, являющиеся продуктами природных месторожде-ний вулканического или осадочного происхождения.

Жирная отбельная глина – вторичный продукт, получаемый после очистки масла от пигментов, примесей и вредных для хранения компо-нентов, представляет собой тягучую пастообразную массу. Активиро-ванные отбельные глины, используемые для осветления и очистки масла, содержат в себе часть высокоактивных компонентов, таких как фосфоглицериды, триглицериды и др. [4, 5].

Отбельные глины могут использоваться при производстве масла на каждой из четырёх стадий: отбеливание, нейтрализацию,

дегумирование и дезодорирование [6, 7]. Сжигание использованных отбеленных глин в нашей стране запрещено. Поскольку этот вторичный продукт переработки масла обладает резким запахом и легко воспламеняется его хранение создаёт высокую пожароопасную ситуацию, а значит вызывает выброс токсичных веществ в окружающую среду. Согласно многим исследованиям зарубежных производителей, масла, содержащих отбеленные глины, рекомендуется использовать с учётом их адсорбционных свойств и остаточного количества жиров в составе кормов для животных [7, 8, 9]. Использование жирных отбеленных глин в составе рациона свиней и птицы рекомендовано в количестве, не превышающем 3 % [3, 10, 11].

В остаточном масле содержатся ненасыщенные жирные кислоты – линолевая и линоленовая. После использовании глин и других адсорбирующих компонентов маслоэкстракционной промышленности наблюдалось уменьшение удельной площади поверхности адсорбентов, что зачастую сильно снижало повторное их использования. Содержание масла в отработанном адсорбенте масла составило от 35 до 10 % соответственно. В процессе осветления масла в конце технологического процесса с каждой тонны отходит 50-70 кг жирной глины с содержанием 30-33 % жира и калорийностью до 265 ккал/100 г. Её можно использовать для кормовых целей при условии, что применяемая для осветления бентонитовая глина соответствует техническим требованиям, предъявляемым к кормовому минеральному сырью. На эффективность экстракции влияли конкретные площадь поверхности глины. Для усиления эффекта отбеливания в отбеленные глины добавляют активированный уголь. Кроме того, при добавлении к смеси отбеленной глины и угля карбонатов никеля и меди выводится сера из рапсового масла [8, 9, 12, 13].

Целью исследований явилось изучение влияния включённой в состав комбикорма для молодняка крупного рогатого скота жирной отбеленной глины на продуктивность и определить экономическую эффективность скармливания комбикормов с её включением.

**Материал и методика исследований.** Для изучения скармливания вторичного продукта переработки жирной отбеленной глины (ЖОГ) в рационах молодняка крупного рогатого скота в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области проведён научно-хозяйственный опыт. Для его проведения по принципу пар-аналогов с учётом возраста и живой массы были сформированы три группы телят по 10 голов в каждой со средней живой массой 110 кг в возрасте 4-5 месяцев.

Кормовой компонент ЖОГ скармливали телятам опытных групп в составе комбикорма в количестве 0,5 % по массе во II опытной группе,

в количестве 1,0 % по массе в III опытной группе. Телята контрольной группы получали комбикорм без использования добавки. Продолжительность предварительного периода составила 4 дня, учётного – 90 дней.

В процессе проведения исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели: расход кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путём взвешивания кормов и несъеденных остатков с расчётом фактической поедаемости; химический состав и питательность кормов – путём общего зоотехнического анализа; живая масса – путём индивидуального взвешивания животных до и после скармливания изучаемой добавки.

В состав комбикорма для подопытного молодняка крупного рогатого скота первого периода выращивания входили: пшеница – 34 %, ячмень – 34 %, пелюшка – 5 %, кукуруза – 5 %, жмых рапсовый – 14 %, шрот подсолнечный – 2,8 %, мел кормовой – 0,5 %, соль поваренная – 0,35 %, премикс – 1 %. ЖОГ вносили в количестве 0,5 и 1,0 % в расчёте на тонну комбикорма.

Таблица 1– Состав и питательность комбикорма для молодняка крупного рогатого скота

Компоненты	Группы		
	I группа	II группа	III группа
1	2	3	4
Ячмень, %	35,0	34,5	34,0
Пшеница, %	34,5	34,5	34,5
Шрот подсолнечный, %	2,85	2,85	2,85
Жмых рапсовый, %	14,0	14,0	14,0
Пелюшка, %	11,8	11,8	11,8
Мел, %	0,5	0,5	0,5
Премикс П 60-3, %	1,0	1,0	1,0
Соль поваренная, %	0,35	0,35	0,35
Жирная отбельная глина, %	-	0,5	1,0
Итого:	100	100	100
В 1 кг комбикорма содержится:			
кормовых единиц	1,18	1,17	1,16
обменной энергии, МДж	10,7	10,6	10,6
сухого вещества, кг	0,85	0,85	0,86
сырого протеина, г	171	170	170
переваримого протеина, г	137	136	136
сырого жира, г	30	32	34
сырой клетчатки, г	50	49	49
сахара, г	14,7	14,7	14,6
кальция, г	2,94	2,94	2,93



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
фосфора, г	4,64	4,62	4,60
магния, г	1,81	1,82	1,82
калия, г	5,78	5,80	5,81
натрия, г	1,05	1,05	1,05
железа, мг	125,6	144,5	163,3
меди, мг	12,5	12,5	12,5
цинка, мг	93,1	93,1	93,0
кобальта, мг	2,16	2,17	2,18
марганца, мг	34,7	34,9	35,2
йода, мг	2,69	2,69	2,69
каротина, мг	0,52	0,52	0,52
витамина Е, мг	42,25	42,03	41,81

Средние показатели поступления кормов за весь период исследования рациона представлены в таблице 2

Таблица 2 – Рационы кормления молодняка крупного рогатого скота по фактически потребленным кормам

Показатели	Группа					
	I контрольная		II опытная		III опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%
1	2		3		4	
Сенаж разнотравный	2,0	15,5	2,2	16,3	2,4	17,5
Силос кукурузный	3,5	23,6	4,0	25,9	4,1	26,1
Комбикорм I группы	2,6	60,9	-	-	-	-
Комбикорм II группы	-	-	2,6	57,8	-	-
Комбикорм III группы	-	-	-	-	2,6	56,4
Содержится в рационе:						
кормовых единиц	5,04		5,26		5,35	
обменной энергии, МДж	47		48		49	
сухого вещества, кг	4,2		4,4		4,6	
сырого протеина, г	635		657		668	
переваримого протеина, г	455		466		471	
сырого жира, г	144		157		165	
сырой клетчатки, г	557		607		634	
сахара, г	95		102		107	
кальция, г	16,1		17,0		17,7	
фосфора, г	15,4		15,7		15,9	
магния, г	8,3		8,7		9,0	
калия, г	33,7		36,1		37,2	
натрия, г	4,56		4,79		4,89	
железа, мг	682,4		772,0		848,3	
меди, мг	39,7		40,5		41,1	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
цинка, мг	280,1	284,5	287,0
кобальта, мг	6,45	6,56	6,67
марганца, мг	167,6	177,1	183,7
йода, мг	7,54	7,61	7,64
каротина, мг	72,2	82,2	84,3
витамина D, МЕ	8,2	8,2	8,3
витамин E, мг	340,9	370,3	381,3

В расчёте на 1 кормовую единицу приходилось в среднем по группам 125,9 г сырого протеина и 90,27 г переваримого протеина. Поступление с кормами сухого вещества находилось в пределах 4,5 кг, в 1 кг которого содержалось в среднем 1,2 к. ед., 132,6 г сырой клетчатки и 11,19 МДж обменной энергии. Обеспеченность подопытных животных минеральными веществами и витаминами в целом отвечала требованиям детализированных норм. Соотношение кальция к фосфору в рационе телят контрольной группы равнялось 1,05.

Потребность в сыром жире, согласно установленным нормам для молодняка крупного рогатого скота, у контрольных животных была значительно ниже требуемой (220-230 г) [14]. Потребление сырого жира опытными животными при скармливании ЖОГ в составе комбикорма в количестве 0,5 % по массе увеличилось, благодаря чему обеспеченность сырым жиром превзошла контрольных животных на 9,0 %. Потребление сырого жира в ежедневном рационе III опытной группе повысилось на 14,6 % относительно сверстников из контрольной группы. Потребление сырого жира опытными животными в составе комбикорма составило во II группе 121,7 г или 60,3% от общей обеспеченности, в III группе – 125,1 г или 58,2 % от суммарно поступившего с рационом, тогда как в контроле с комбикормом поступало 107,6 г сырого жира, что составило 62,2 % от общей обеспеченности.

По интенсивности роста молодняк крупного рогатого скота, которому скармливали ЖОГ в составе комбикорма, превзошёл контрольных аналогов (таблица 3).

По окончании ввода в рацион ЖОГ установлено, что телята, получавшие комбикорм с 0,5 % по массе, по валовому приросту за период исследований (90 кормодней) превзошли аналогов из контрольной группы на 8,8 кг, что составило 10,2 % в сравнении с контролем. Поступление с комбикормом ЖОГ в количестве 1,0 % по массе обеспечило повышение валового прироста на 7,7 кг или на 9,0 % относительно контрольных телят.

Среднесуточный прирост за период скармливания добавки у опытных животных был выше показателей в контрольной группе животных

на 98 г или на 10,3 %, тогда как увеличение дозировки введения ЖОГ обеспечило разницу, равную 86 г или 9,0 %.

Таблица 3 – Показатели продуктивности

Показатели	Группа		
	I	II	III
Живая масса при постановке на опыт, кг	113,9±2,80	110,93±2,09	111,7±1,95
Конечная живая масса, кг	199,8±5,23	205,63±7,59	206,3±2,29
Валовой прирост за период исследований, кг	85,9±1,82	94,7±2,77	93,6±4,16
Среднесуточный прирост за опыт, г	954±59,0	1052±39,6	1040±69,3
% к контролю	-	110,3	109,0

При расчёте экономической эффективности использования добавки в составе комбикорма для молодняка крупного рогатого скота наблюдается существенное изменение стоимости килограмма прироста (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность скормливания жирной отбельной глины выращивания телят (цены 01.10.2017 г.)

Показатели	Группы		
	I	II	III
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	5,28	5,00	5,14
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц к. ед.	4,54	4,74	4,82
Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову, руб.	90,99	96,06	98,73
Себестоимость 1 к. ед., руб.	0,20	0,20	0,21
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	1,01	1,07	1,1
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.	1,06	1,05	1,06
Получено прироста живой массы, кг	85,9	94,7	93,6
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	64,0		
Общие затраты на производство валового прироста, руб.	142,3	150,0	154,0
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	1,66	1,59	1,65
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб.	-	0,07	0,01
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, %	-	4,2	4,6
Получено дополнительной прибыли на голову за период опыта за счёт снижения себестоимости, руб.	-	6,63	0,94

Общие затраты на получение прироста повысились во II группе на 5,4 % и на 8,2 % в III группе. Снижение себестоимости килограмма прироста при включение жирной отбеленной глины в состав комбикорма составила 4,2 и 4,6 %. Уровень дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости составило 6 руб. 63 коп. при включении 0,5 % жирной отбеленной глины, что в сумме за дополнительный валовый прирост составило 24 рубля и 23 копейки на одну голову. Общая прибыль в III группе составила 8 рублей и 64 копейки на голову за период.

**Заключение.** Введение в состав комбикорма молодяку крупного рогатого скота жирной отбеленной глины в количестве 0,5 и 1,0 % способствует повышению продуктивности на 10,3 и 9,0 %, снижению затрат кормов на 5,23 и 2,7 %.

### Литература

1. Технология производства кормовых добавок на основе фосфолипидов и их влияние на переваримость и продуктивное действие комбикормов / Н. И. Кузнецов [и др.] // Вестник Воронежского аграрного университета. – 1998. – № 1. – С. 162-167.
2. Николаев, С. И. Научное обоснование и практическое использование побочных продуктов масложировой промышленности в рационах сельскохозяйственных животных : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / С. И. Николаев. – Москва, 2000. – 45 с.
3. Использование жировых отходов масложировой промышленности в кормовых целях // АПК-Информ [Электрон. ресурс]. – 2000-2023. – Режим доступа: <https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/59081>. – Дата доступа: 24.12.2022 г.
4. Щербков, В. Г. Технология получения растительных масел / В. Г. Щербков. – Москва : Колос, 1992. – 206 с.
5. Эффективность использования добавок и фосфатидов при выращивании поросят / Л. А. Бахирева [и др.] // Сб. науч. тр. Краснодарского региона ин-та агробизнеса. – 2002. – Вып. 11. – С. 134-138.
6. Технология переработки жиров : учебник / Б. Н. Тюпюнников [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Пищепромиздат, 1963. – 595 с.
7. Mohammad, H. E. Studying the efficiency of Regenerated Spent Bleaching Earth (RSBE) in removing cyanide from coke industry wastewater in Kerman / H. E. Mohammad, A. Almasi, B. Salmani // Der Pharma Chemica. – 2015. – Vol. 7(9). – P. 80-89.
8. Properties of adsorbents used for bleaching of vegetable oils and animal fats / V. Kuuluvainen [et al.] // J. Chem. Technol. Biotechnol. – 2015. – Vol. 90. – P. 1579-1591.
9. Process modelling of combined degumming and bleaching in palm oil refining using artificial neural network / N. A. Morad [et al.] // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2010. – Vol. 87(11). – P. 1381-1388. DOI: 10.1007/s11746-010-1619-5
10. Получение и тенденции применения растительных фосфолипидов / С. А. Ерешко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 2-3. – С. 34-36.
11. Шмидт-Нильсон, К. Физиология животных «приспособление и среда». Т. 1 / К. Шмидт-Нильсон. – Москва : Мир, 1982. – 237 с.
12. О'Брайен, Р. Жиры и масла: производство, состав и свойства, применение / Р. О'Брайен. – СПб. : Профессия, 2007. – 752 с.
13. Кассирский, И. А. Клиническая гематология / И. А. Кассирский, Г. А. Алексеев. – Москва, 1970. – 800 с.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашникова [и др.]. – Москва : Агрпромииздат, 1986. – 352 с.

*Поступила 16.03.2023 г.*

А.Н. КОТ<sup>1</sup>, И.Ф. ГОРЛОВ<sup>2</sup>, А.К. НАТЫРОВ<sup>3</sup>, Н.Н. МОРОЗ<sup>3</sup>,  
П.В. СКРИПИН<sup>4</sup>, А.В. КОЗЛИКИН<sup>4</sup>, В.Ф. РАДЧИКОВ<sup>1</sup>,  
Н.А. ШАРЕЙКО<sup>5</sup>

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД НА ИХ ПОСЛЕДУЮЩУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ**

<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

<sup>3</sup>*Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Россия*

<sup>4</sup>*Донской государственный аграрный университет, пос. Персиановский, Россия*

<sup>5</sup>*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Правильное кормление телят позволяет полностью использовать их генетический потенциал для получения максимальной продуктивности. В молочный период происходит функциональная перестройка органов пищеварения телят. Они быстро растут, поэтому их кормят по схемам, которые составляют в соответствии с нормами и учётом хозяйственных условий. В статье представлены результаты научного эксперимента, целью которого было разработать систему выращивания телят с оптимальной продолжительностью молочного периода, обеспечивающую нормальное протекание процессов пищеварения, высокую резистентность и продуктивность животных в послемолочный период. Исследования показали, что у телят, которым в молочный период скармливали в рационах заменители цельного и обезжиренного молока, микробиологические процессы в рубце шли более активно в послемолочный период. Также установлено, что скармливание ЗЦМ и ЗОМ молодняку, у которого молочный период длился в течение 90 дней, способствует повышению среднесуточного прироста в послемолочный период на 5,4 % при снижении себестоимости прироста на 4,4 %, что позволило получить дополнительную прибыль в размере 6,64 рублей на голову за период исследований.

**Ключевые слова:** молодняк крупного рогатого скота, рационы, поедаемость кормов, кровь, продуктивность, экономическая эффективность.

A.N. KOT<sup>1</sup>, I.F. GORLOV<sup>2</sup>, A.K. NATYROV<sup>3</sup>, N.N. MOROZ<sup>3</sup>,  
P.V. SKRIPIN<sup>4</sup>, A.V. KOZLIKIN<sup>4</sup>, V.F. RADCHIKOV<sup>1</sup>,  
N.A. SHAREIKO<sup>5</sup>

## **INFLUENCE OF CALF FEEDING METHOD IN THE PRE-WEANING PERIOD ON SUBSEQUENT PRODUCTIVITY**

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing  
of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

<sup>3</sup>*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia*

<sup>4</sup>*Don State Agrarian University, Persianovsky set, Russia*

<sup>5</sup>*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus*

Proper feeding of calves allows you to make the most of their genetic potential for maximum productivity. In the pre-weaning period, functional changes in the calf digestive system take place. They grow quickly, so they are fed according to schemes, which are drawn up in accordance with the norms and taking into account the economic conditions. The paper describes the results of research, the purpose of which was to develop a calf rearing system with optimal duration of pre-weaning period, ensuring normal course of digestion processes, high resistance and productivity of animals in the post-weaning period. The research showed that in calves fed whole and skim milk replacers during the pre-weaning period, microbiological processes in the rumen were more active in the post-weaning period. It was also found that feeding WMR and SMR to young calves, whose pre-weaning period lasted for 90 days, contributed to an increase in average daily gain in the post-weaning period by 5.4% with a decrease in the cost of gain by 4.4%, which allowed to obtain an additional profit of 6.64 rubles per head for the period of research.

**Keywords:** young cattle, diets, feed intake, blood, productivity, economic efficiency.

**Введение.** Для успешного ведения скотоводства большое значение имеет правильное выращивание телят. Только здоровые телята могут полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности [1, 2, 3, 4].

Основными кормами в молочный период являются жидкие молочные, остальная часть рациона состоит из комбикормов-стартеров, сена или травяной резки [5, 6, 7]. Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастрического животного при одновременном стимулировании развития преджелудков за счёт растительных кормов [8, 9, 10, 11].

До 2-месячного возраста, пока недостаточно развит рубец и синтез

микробного белка в преджелудках отсутствует или происходит очень слабо, телята должны получать корма с высокой биологической ценностью протеинов, то есть молоко. С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма, на которые молодняк переводят в послемолочный период [12, 13, 14, 15, 16]. Основные задачи этого периода: формирование животных желательного типа, достижение высокой живой массы и упитанности во время убоя при выращивании на мясо [17, 18, 19, 20, 21].

В течение послемолочного периода можно применять разные системы кормления: однотипное кормление в течение всего года, когда животным дают сбалансированный монокорм, состоящий из измельчённых и смешанных в заданных пропорциях кормов разного вида, или сезонное кормление с набором соответствующих кормов. Обычно программы кормления рассчитаны на использование 3-4 видов кормов с получением кормосмесей [22, 23, 24]. Выращивание телят до 6-месячного возраста проводится по схемам кормления, которые представляют собой набор рационов на каждую декаду. Связано это с тем, что телята быстро растут, им необходима частая смена рационов [25, 26, 27].

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки, предусматривающую скармливание телятам молочных кормов на протяжении 4-х месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2-3-х месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [28, 29].

Цель исследований – разработать систему выращивания телят с оптимальной продолжительностью молочного периода, обеспечивающую нормальное протекание процессов пищеварения, высокую резистентность и продуктивность животных в послемолочный период.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в течение 90 дней на 2-х группах телят живой массой в начале опыта 104,7-106,1 кг с учётом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов. В каждой группе было по 10 голов (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	10	90	Основной рацион (ОР): комбикорм КР-2, КР-3, силосно-сенажная смесь
II опытная	10	90	ОР

Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях: кормление осуществлялось два раза в сутки, поение из автопоилок, содержание беспривязное.

Различия заключались в том, что в молочный период животные контрольной группы получали цельное молоко, а их аналоги опытной группы – ЗЦМ и заменитель сухого обезжиренного молока (ЗСОМ).

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

- химический состав и питательность кормов – путём исследования их образцов;

- поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков – один раз в 10 дней;

- морфологический состав – эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, тромбоциты и гематокрит – прибором MedonicCH 620 (в цельной крови); сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, фосфор, кальций, АСТ, АЛТ – прибором ACCENT 200, в конце опытов взята кровь у трёх животных из каждой группы для контроля физиологического состояния и протекающих в их организме обменных процессов;

- показатели рубцового пищеварения – путём взятия рубцовой жидкости от трёх бычков из каждой подопытной группы. Содержимое рубца отбирали через фистулу спустя 2-2,5 часа после утреннего кормления в течение двух дней с определением в нём: рН, общий азот, аммиак, общее количество летучих жирных кислот;

- интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта;

- экономическую эффективность определяли по следующим показателям: себестоимость производства продукции, затраты кормов на производство продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учётом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В результате исследований отмечены незначительные различия в потреблении травяных кормов между группами.

Животными потреблено 4,22 и 4,29 к. ед. Содержание обменной энергии в сухом веществе находилось в пределах 9,26 и 9,23 МДж. Потребление сухого вещества подопытным молодняком оказалось практически одинаковым и находилось на уровне 4,77-4,89 кг. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества составила 9,26 и 9,23 МДж. В расчёте на 1 кормовую единицу во всех группах приходилось 83,6 г переваримого протеина. Содержание сырой клетчатки от сухого вещества в рационе животных подопытных групп составило 21,9 и 22,1 %.



Анализ гематологических данных показал, что в крови молодняка опытной группы увеличилось количество эритроцитов на 3,9 %, гемоглобина – на 5,4 %, количество глюкозы – на 5,1 % (таблица 2).

Таблица 2 – Морфо-биохимический состав крови подопытных животных

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,35±0,17	5,56±0,51
Гемоглобин, г/л	100,3±2,03	105,7±8,69
Лейкоциты, $10^9/л$	19,4±0,38	16,1±0,73
Общий белок, г/л	68,4±1,0	68,8±0,82
Глюкоза, ммоль/л	3,9±0,1	4,1±0,23
Мочевина, ммоль/л	6,62±0,06	6,54±0,06
Кальций, ммоль/л	2,52±0,18	2,43±0,21
Фосфор, ммоль/л	2,98±0,07	3,17±0,21
АЛТ, ед./л	73,3±1,36	77,4±1,0
АСТ, ед./л	25,9±2,96	27,5±6,5
Тромбоциты, $10^9/л$	392,3±114,81	293,7±41,07
Гематокрит, %	22,4±1,64	22,52,35

Активность фермента аланинаминотрансферазы и аспартатамино-трансферазы в сыворотке крови животных II группы повысилась на 5,6 и 6,2 % соответственно. Повышение этих показателей свидетельствует о более интенсивном протекании обменных процессов в организме.

Исследованиями установлено, что количество ЛЖК в рубце животных всех групп за период опыта находилось в пределах 9,13-9,75 ммоль/100 миллилитров (таблица 3).

Таблица 3 – Рубцовое пищеварение

Показатель	Группа	
	I	II
pH	7,0±0,06	6,8±0,03
ЛЖК, ммоль/100 мл	9,13±0,22	9,75±0,57
Общий азот, мг/100 мл	116,0±12,03	124,0±1,26
Аммиак, мг%	13,43±0,59	11,67±0,38

Полученные данные по изучению рубцового пищеварения свидетельствуют о том, что увеличение концентрации летучих жирных кислот в содержимом рубца бычков опытных групп обусловило снижение величины pH рубца с 7,0 (контроль) до 6,8 или на 2,9 %. Наивысшая концентрация ЛЖК – 9,75 ммоль/100 мл – соответствует наименьшему значению pH 6,8, что соответствует данным, в которых чем больше образуется метаболитов, тем интенсивнее происходит закисление среды.

Самое низкое количество аммиака отмечено в содержимом рубца

животных II опытной группы – меньше на 13,1%.

Следует отметить, что уровень общего азота в рубцовой жидкости во II опытной группе был выше на 6,9 % по отношению к контрольной.

В результате исследований установлено, что скармливание заменителя цельного молока и заменителя обезжиренного молока в составе комбикорма КР-2 в рационах молодняка в послемолочный период способствовало увеличению среднесуточных приростов их живой массы по сравнению с контролем (таблица 4). Так, молодняк в контрольной группе достиг среднесуточных приростов 875 г, а их аналоги из II опытной группы – 922 г, что выше на 5,4 %.

Таблица 4 – Динамика живой массы и среднесуточных приростов

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг: в начале опыта	104,7±3,35	106,1±2,5
в конце опыта	183,5±3,23	189,1±2,92
Валовой прирост, кг	78,8±1,26	83,0±1,06
Среднесуточный прирост за опыт, г	875,0±14,01	922,0±11,82
% к контролю	100	105,4
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	4,82	4,65

Установлено, что больший эффект получен от скармливания в рационах животных в послемолочный ЗЦМ и ЗОМ, чем в контрольном варианте (рисунок 1).

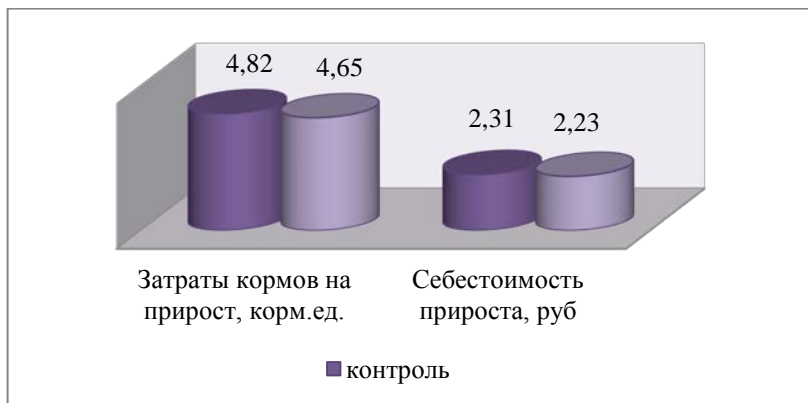


Рисунок 1 – Зависимость себестоимости прироста от затрат кормов на его получение

На основании полученных исследований установлено, что стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, во II опытной группе

составила 1,45 рублей или ниже контрольного варианта на 3,3 % (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность выращивания телят

Показатель	Группа	
	I	II
Стоимость суточного рациона, руб.	1,31	1,34
Стоимость кормов за период опыта, руб.	117,90	120,60
Стоимость 1 к. ед., руб.	0,31	0,31
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	1,50	1,45
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	2,31	2,23
Получено дополнительной прибыли 1 кг прироста от снижения себестоимости, руб.	-	0,08
Дополнительная прибыль за опыт от снижения себестоимости, руб.	-	6,64

В результате себестоимость прироста по сравнению с контрольными аналогами снизилась на 4,4 %. Это позволило получить дополнительную прибыль в опытной группе в размере 6,64 рублей на голову за период исследований от снижения себестоимости.

**Заключение.** Использование ЗЦМ и ЗОМ в рационах молодняка крупного рогатого скота способствует активизации микробиологических процессов в рубце в послемолочный период, на что указывает повышение количества ЛЖК на 6,8 %, общего азота – на 6,9 % при снижении аммиака – на 13,1 %, что отразилось на морфо-биохимическом составе крови (количество эритроцитов увеличилось на 3,9 %, гемоглобина – на 5,4 %, глюкозы – на 5,1 % при повышении активности ферментов АЛТ и АСТ на 5,6 и 6,2 %).

Скармливание заменителя цельного молока и ЗОМ молодняку в молочный период с продолжительностью 90 дней способствует повышению среднесуточных приростов в послемолочный период на 5,4 % при снижении себестоимости прироста на 4,4 %, что позволило получить дополнительную прибыль в размере 6,64 рублей на голову за период исследований.

#### Литература

1. Продуктивные и воспроизводительные показатели племенных бычков в зависимости от качества протеина в рационе / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, И. В. Богданович, В. Н. Карабанова // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 299-304.
2. Эффективность скармливания коровам кормовой добавки "ПМК" / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский, Е. А. Долженкова, А. В. Жалнеровская // Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания : материалы междунар. науч.-практ. конф. – пос. Персиановский, 2020. –

3. Белково-витаминно-минеральные добавки с включением зерна масличных и бобовых культур местной селекции в кормлении ремонтных тёлочек / Т. Л. Сапсальёва, Г. Н. Радчикова, В. П. Цай, А. А. Мосолов, Д. В. Медведева, Н. А. Шарейко, О. Ф. Ганушенко, В. О. Лемешевский // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1458-1463.

4. Влияние скармливания БВМД с рапсом и люпином на использование корма и продуктивность ремонтных тёлочек / Т. Л. Сапсальёва, Г. Н. Радчикова, А. Н. Шевцов, С. Л. Шинкарёва, Д. В. Медведева, Е. А. Долженкова, Е. А. Лёвкин, Е.А., А. А. Мосолов // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1463-1468.

5. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счёт местных масличных и бобовых культур / А. М. Глиноква, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, И. В. Богданович, Д. В. Медведева // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 212-216.

6. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глиноква, Н. В. Пилук, М. В. Джумкова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложеникина, А. А. Мосолов, Н. И. Мосолова, А. К. Натыйров, Н. Н. Мороз, С. А. Коваленко, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2. – С. 44-54.

7. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсальёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов, Д. В. Медведева, Н. И. Мосолова, И. С. Серяков, А. Я. Райхман, В. А. Голубицкий // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1468-1473.

8. Влияние скармливания экструдированного обогатителя на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глиноква, И. В. Богданович, В. Н. Карабанова // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 290-294.

9. Физиологическое состояние и продуктивность телят при скармливании комбикорма кр-1 с включением экструдированного обогатителя / С. Л. Шинкарёва, Т. Л. Сапсальёва, Г. В. Бесараб, С. Н. Пилук, Д. М. Богданович // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию института. – Щёлково, 2019. – С. 437-441.

10. Влияние использования заменителя обезжиренного молока с различным вводом протеина на продуктивность телят старше 65-дневного возраста / Т. Л. Сапсальёва, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко, М. В. Джумкова, И. С. Серяков, А. Я. Райхман, В. А. Голубицкий, В. В. Карелин, Д. В. Медведева, Т. Л. Голубенко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 2. – С. 23-32.

11. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко, В. А. Томчук, В. В. Данчук, В. И. Передня, Е. Л. Жилич, В. А. Люндышев // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2019. – С. 210-215.

12. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich, V. F. Radchikov, V. N. Kuznetsova, E. V. Petrushko, M. E. Spivak, A. N. Sivko // IOP Conf. Ser.: Earth Environ.

Sci. – 2021. – Vol. 852. – 12080. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012080.

13. Богданович, Д. М. Микробиологические показатели и количество соматических клеток при хранении молока коз-производителей rhlf второго и третьего года лактации / Д. М. Богданович, А. И. Будевич, Е. В. Петрушко // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2018. – С. 135-140.

14. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, С. Н. Пилюк, М. В. Джумкова, В. О. Лемешевский, И. В. Яночкин, Е. И. Приловская // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 2. – С. 3-13.

15. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, И. В. Богданович, Е. И. Приловская, А. А. Мосолов, Д. В. Медведева, В. Н. Карабанова, В. В. Букас // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1540-1545.

16. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская, Т. М. Натынчик, В. А. Томчук, В. В. Данчук, Л. В. Кладницкая, А. В. Пашенко // Модернизация аграрного образования : сб. науч. ст. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. – Томск-Новосибирск, 2020. – С. 452-455.

17. Природный минеральный сорбент в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, Д. В. Медведева, А. В. Жалнеровская // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 221-225.

18. Влияние скармливания разных количеств сапропеля молодняку крупного рогатого скота на физиологическое состояние и переваримость питательных веществ корма / Г. В. Бесараб, В. П. Цай, Д. М. Богданович, В. М. Буйко, Д. В. Медведева, Е. А. Долженкова, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1331-1336.

19. Богданович, Д. М. Влияние разных доз сапропеля на трансформацию энергии рационов в продукцию и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // Совершенствование региональных породных ресурсов мясного скота и повышение их генетического потенциала в целях наращивания производства высококачественной отечественной говядины : материалы междунар. науч. конф. – Элиста, 2020. – С. 64-68.

20. Влияние скармливания кормовых добавок с включением синтетических азотсодержащих веществ на продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, Л. А. Возмитель, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина, В. А. Голубицкий // Модернизация аграрного образования : сб. науч. ст. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф. – Томск-Новосибирск, 2019. – С. 248-251.

21. Откорм бычков с использованием кормовой добавки "Ипан" / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, И. А. Петрова, С. Н. Пилюк // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2019. – С. 363-367.

22. Природная кормовая добавка в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, А. М. Глинкова, И. В. Богданович // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 253-257.

23. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, В. В. Букас // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 258-262.
24. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота в зависимости от содержания в рационе расщепляемого протеина / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 262-267.
25. Белково-витаминно-минеральные добавки с использованием узколистного люпина и карбамида в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, Г. Н. Радчикова // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 22-27.
26. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота новой энергетической добавки / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, В. Н. Карабанова, И. В. Сучкова // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 267-271.
27. Регулирование обменной энергии в рационе за счёт рапсового масла / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, Л. А. Возмитель // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 271-276.
28. Влияние разных способов переработки зерна на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скот / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, Е. А. Долженкова, В. В. Карелин // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 226-230.
29. Разумовский, Д. М. Эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота белковых добавок на основе зерна рапса, люпина, вики / Н. П. Разумовский, Д. М. Богданович // Совершенствование региональных породных ресурсов мясного скота и повышение их генетического потенциала в целях наращивания производства высококачественной отечественной говядины : материалы междунар. науч. конф. – Элиста, 2020. – С. 79-83.

*Поступила 3.03.2023 г.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕНЕТИКА, РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Богданович Д.М. Влияние экспериментального состава синтетической среды, применяемой для криоконсервации, на качество спермы .....	4
Богданович Д.М. Иммунологическая сочетаемость родительских пар при искусственном воспроизводстве свиней .....	13
Богданович Д.М. Иммуно-резистентный метод совместимости генетического материала отца и матери в технологии искусственного осеменения свиней .....	21
Василюк О.Я., Гридюшко И.Ф., Шейко И.П., Бальников А.А. Дендрограммы линий свиней материнских пород на основе микросателлитного анализа .....	29
Василюк О.Я., Гридюшко И.Ф., Орловская Е.В., Шейко И.П. Генетические профили свиней белорусской крупной белой породы в племенных предприятиях Республики Беларусь .....	39
Голубец Л.В., Дешко А.С., Кысса И.С., Драгун Т.Ю., Сехина М.А., Харитоник Д.Н. Морфологические особенности ооцит-кумулюсных комплексов, полученных путём трансвагинальной пункции фолликулов .....	49
Голубец Л.В., Якубец Ю.А., Дешко А.С., Гайсенко Е.Л., Касницкий В.В. Некоторые аспекты результатов суперовуляции и извлечения эмбрионов в ОАО «Гастелловское» Минского района .....	56
Горбуков М.А., Герман Ю.И., Чавлытко В.И., Рудак А.Н., Герман А.И., Семченко С.В. Параметры лошадей белорусской упряжной породы и перспективы их дальнейшего использования .....	66
Гридюшко И.Ф., Василюк О.Я. Генетические особенности свиней белорусской чёрно-пёстрой породы .....	78
Карпеня С.Л., Подрез В.Н., Карпеня А.М., Антипова Л.В. Молочная продуктивность и племенная ценность коров-первотёлок разного происхождения .....	86
Леткевич Л.Л., Ганджа А.И., Симоненко В.П., Кириллова И.В., Ракович Е.Д., Журина Н.В., Ковальчук М.А. Классификация спермиев быка при проведении процедуры ИКСИ .....	95
Леткевич Л.Л., Симоненко В.П., Ганджа А.И., Кириллова И.В., Ракович Е.Д., Журина Н.В., Ковальчук М.А. Условия подготовки сперматозоидов быков для проведения интрацитоплазматической инъекции .....	102

Рудак А.Н., Герман А.И., Герман Ю.И., Горбуков М.А. Взаимосвязь полиморфизма микросателлитных локусов ДНК лошадей верховых пород с их работоспособностью .....	110
Храмченко Н.М., Романенко А.В., Невар К.В. Влияние селекционно-генетических параметров на точность индексной оценки (на примере свиноводства) .....	119
Шейко И.П., Янович Е.А., Тимошенко Т.Н., Приступа Н.В., Аниховская И.В., Среда Е.С. Генеалогическая структура свиней породы ландрас по ДНК-МС .....	130

## ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ И КОРМЛЕНИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

Бесараб Г.В., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Радчиков В.Ф., Кот А.Н., Ганущенко О.Ф., Карелин В.В., Натынчик Т.М. Влияние химических способов обработки высокобелковых концентратов на показатели белкового обмена молодняка крупного рогатого скота .....	136
Бесараб Г.В., Сложенкина М.И., Сапсалёва Т.Л., Джумкова М.В., Ганущенко О.Ф., Медведская Т.В., Серяков И.С., Карелин В.В., Райхман А.Я. Влияния азотистых веществ небелковой природы на расщепляемость протеина комбикормов .....	144
Богданович Д.М., Садыков Е.В., Радчиков В.Ф., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Короткий В.П., Рыжов В.А., Люндышев В.А. Хвойно-энергетическая добавка в кормлении коров .....	152
Богданович И.В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов .....	160
Власенко Е.В., Капитонова Е.А. Продуктивность индеек при введении в рацион новой минеральной добавки .....	171
Глинкова А.М., Натыров А.К., Убушаев Б.С., Мосолов А.А., Козликин А.В., Сапсалёва Т.Л., Люндышев В.А., Сембаева А.И. Закономерность протекания рубцового метаболизма у молодняка крупного рогатого скота при скармливании рационов с разным соотношением расщепляемого и нерасщепляемого протеина .....	180
Дашкевич М.А., Буштевич В.Н., Гавриленко В.П., Трошина А.Д., Кацер Ю.А. Использование тритикале озимого при организации зелёного конвейера .....	190
Дмитрович Н.П., Козлова Т.В. Влияние новых растительных компонентов комбикормов на биохимические показатели крови клариевого сома .....	198



Капитонова Е.А., Чирвинский А.Ю. Изучение стабильности сухой ферментной кормовой добавки .....	205
Карпеня М.М., Гуйван В.В. Молочная продуктивность коров при использовании в сухостойный период кормовых добавок «Мегашанс-І» и «Мегашанс-ІІ» .....	212
Карпеня М.М., Ногина Т.Н., Козинец А.И., Карпеня С.Л. Эффективность использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе быков-производителей .....	219
Козинец А.И., Козинец Т.Г., Голушко О.Г., Надаринская М.А., Гринь М.С., Гонакова С.А. Морфо-биохимический состав крови коров при скармливании кормовых добавок «Оемикс-ІІ» и «Олиплюс» .....	228
Козинец А.И., Надаринская М.А., Голушко О.Г., Козинец Т.Г., Гонакова С.А., Гринь М.С. Жирная отбельная глина в кормлении крупного рогатого скота .....	236
Кот А.Н., Горлов И.Ф., Натыров А.К., Мороз Н.Н., Скрипин П.В., Козликин А.В., Радчиков В.Ф., Шарейко Н.А. Влияние способа кормления телят в молочный период на их последующую продуктивность .....	244

Научное издание

**ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ**

Сборник научных трудов

Том 58

Часть 1

Ответственный за выпуск, ведущий редактор М.В. Джумкова  
Переводчик А.В. Власик

Подписано в печать 31.07.2023 г. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 14,94. Уч.-изд. л. 14,40  
Тираж 100 экз. Заказ № .....

Издатель – Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/409 от 14 августа 2014 г.  
222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Фрунзе, 11.

Республиканское унитарное предприятие  
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов  
Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 2/41 от 29 января 2014 г.  
220004, г. Минск, ул. Кальварийская, 17

В сборнике представлены результаты экспериментальных исследований в области разведения и кормления сельскохозяйственных животных, проведенных учеными Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и других научных и учебных организаций не только Беларуси, но и стран ближнего зарубежья. Издание предназначено для научных работников, преподавателей и студентов зоотехнических учреждений образования, руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций.

