

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов

Основан в 2003 году

Под редакцией В. В. Пешко

Том 61

ЗООТЕХНИЯ

Гродно
ГГАУ
2023

УДК 636 (06)

В сборнике научных трудов помещены материалы научных исследований по вопросам зоотехнии, отражающие современное состояние, проблемы и перспективы развития животноводческой отрасли сельского хозяйства.

Сборник предназначен для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, руководителей и специалистов предприятий агропромышленного комплекса.

Редакционная коллегия:

В. В. Пешко (ответственный редактор),

Л. А. Танана (зам. ответственного редактора),

М. Г. Величко, В. В. Малашко, О. Б. Павленко, Г. А. Жолик,

А. В. Свиридов, Г. М. Милоста, В. К. Пестис, С. В. Косьяненко,

Н. В. Киреенко, Н. С. Яковчик, А. В. Пилипук

ЗООТЕХНИЯ

УДК 664.641.111:633.15:636.083.37

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕЛЯТ

И. В. Богданович

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

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,
г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru)

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, цельное зерно, рационы, продуктивность, эффективность.*

Аннотация. *Исследованиями установлено, что 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 вещества на 1,0-4,4 п. п., количества общего белка в сыворотке крови на 1,0 и 1,4 %, при снижении концентрации мочевины на 1,2 и 0,8 %, активизации интенсивности физиолого-биохимических процессов в рубце молодняка послемолочного периода, повышении среднесуточного прироста на 9,1 и 4,3 %, при снижении его себестоимости на 7,4 и 3,9 %.*

EFFICIENCY OF USING WHOLE GRAIN CORN IN THE DAIRY PERIOD WHEN RAISING CALVES

I. V. Bogdanovich

RUE «Research and Production Center of the National Academy of
Sciences of Belarus for Livestock Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,
11Frunze st.; e-mail: labkrs@mail.ru)

Key words: *young cattle, whole grain, diets, productivity, efficiency.*

Summary. *The studies have found that the inclusion of whole corn grains in the composition of mixed feeds in the amount of 30 and 40 % by weight for calves during the dairy period has a positive effect on feed intake, increases the digestibility of nutrients by 1,0-4,4 percentage points, the amount of total protein in blood serum by 1,0 and 1,4 %, with a decrease in urea concentration by 1,2 and 0,8 %, activation of the intensity of physiological and biochemical processes in the rumen of young animals*

of the post-dairy period, an increase in the average daily increase by 9,1 and 4,3 %, while reducing its cost by 7,4 and 3,9 percent.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Большое значение в повышении продуктивности животных, эффективности использования кормов и рентабельности производства продукции играет кормовой фактор. Чем раньше начнет развиваться рубец, тем выше продуктивность взрослого животного. Поэтому необходимо добиться быстрого развития рубца с целенаправленной стимуляцией роста слизистой и увеличения площади всасывающей поверхности [1-3].

Технология выращивания телят связана с особенностями развития желудочно-кишечного тракта [4-6]. При рождении у теленка рубец не развит и не способен выполнять свою функцию. Однако в дальнейшем он играет ключевую роль в переваривании грубых кормов, что влияет на продуктивность. Поэтому крайне важно не упустить момент роста и развития рубца в первый месяц жизни [7, 8].

Организация кормления телят в этот период оказывает существенное влияние на размер, развитие и становление оптимальной микрофлоры рубца. Важно не только увеличить объем рубца, но в первую очередь необходимо оптимальным образом развить его слизистую оболочку [9, 10].

На ранних этапах жизни теленка повышенное потребление качественных престартеров положительно сказывается на его росте и здоровье. Ввод концентрированных кормов – залог раннего развития рубца. Крахмал при метаболизме в рубце распадается до летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой, масляной), которые помогают ускоренному развитию папилл – ворсинок стенки рубца [11, 12]. Раннее их потребление ведет к лучшему функционированию рубца как за счет микробной популяции, так и за счет функции всасывания [13-15].

Цель работы – определить эффективность выращивания телят в послемолочный период при скармливании цельного зерна кукурузы в молочный период.

Материал и методика исследований. Исследования продолжались на молодняке крупного рогатого скота в послемолочный период выращивания, получавших в молочный период цельное зерно кукурузы в составе комбикормов.

Научно-хозяйственный опыт проведен на 4-х группах телят чернопестрой породы по 12 голов в каждой, средней живой массой 81,9-86,2 кг, в возрасте 116-180 дней, в течение 65 дней (таблица 1).

По схеме научно-хозяйственного опыта в этот период проведен физиологический опыт на 4-х группах животных по 3 головы в каждой.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	104,8	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
II опытная	107,8	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
III опытная	108,7	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3
IV опытная	102,9	12	65	Основной рацион (ОР) – силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-3

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, 50 % по массе.

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 исследований и их обсуждение. Рост и развитие молодняка обуславливается уровнем биохимических процессов в организме, на который оказывает большое влияние 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 поедали животные без остатка.

На основании полученных результатов проведенных контрольных кормлений животных определена питательность рационов – 4,36-4,51 корм. ед. Концентрация обменной энергии в сухом веществе находилась

на уровне 10,3-10,5 МДж. В расчете 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 было 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 проведенных 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 потребленных кормов (таблица 2).

Таблица 2 – 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

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 протеина телятами III опытной группы оказалась выше аналогов контроля на 3 п. п. Рацион животных IV опытной группы, которым в молочный период скармливали комбикорма с 50 % ввода по массе цельного зерна, оказался несколько худшим по переваримости питательных веществ, за исключением клетчатки, по сравнению с другими группами, что связано с недостаточной сбалансированностью его по протеину и другим компонентам корма. Однако различия оказались недостоверными. Наиболее высокая переваримость жира и клетчатки отмечена у животных II и III опытных групп.

Изучение показателей содержимого рубца молодняка послемолочного периода выращивания показало, что скармливание телятам в

молочный период разных доз цельного зерна кукурузы (30, 40 и 50 %) оказывает определенное влияние на процессы рубцовой ферментации и использование образующихся метаболитов, что указывает на лучшую обеспеченность протеином животных опытных групп (таблица 3).

Таблица 3 – 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

В результате исследований установлено незначительное повышение количества ЛЖК в рубцовой жидкости животных с 10,27 до 10,31 ммоль/100 мл при снижении величины концентрации ионов водорода. Содержание аммиака в рубцовом содержимом находилось на уровне контрольного значения. Концентрация общего азота в рубцовой жидкости молодняка в послемолочный период выращивания, получавших ранее цельное зерно в количестве 30-40 %, находилась на уровне контрольного значения. Уменьшение количества аммиака и увеличение азота в рубцовой жидкости свидетельствуют о улучшении использования азота животными опытными групп.

По составу крови можно объективно оценить жизненные процессы и все изменения, протекающие в организме, охарактеризовать условия кормления и иметь представление о действии природных добавок. В конце физиологического опыта у животных проводили забор крови на исследования (таблица 4).

Таблица 4 – Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 180 дней

Показатель	Группа			
	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 физиологических норм.

При скормливания в молочный период цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе комбикорма содержание общего белка в сыворотке крови 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 %.

В крови животных опытных групп, получавших с рационом комбикорма 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 между группами. Значения отдельных показателей повысились с включением нормы ввода цельного зерна 30-40 % по массе в составе комбикорма.

Изучение динамики роста живой массы подопытных телят за весь научно-хозяйственный опыт показало, что скормливание комбикормов с включением цельного зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе позволило увеличить показатель живой массы по отношению к контрольным аналогам в послемолочный период (таблица 5).

Таблица 5 – 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, корм. ед.	5,34	4,97	5,08	5,35

В результате исследований выявлено, что скормливание 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, их аналоги 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, определено, что получен больший эффект от их скармливания, чем в контрольном варианте.

Экономическая эффективность выращивания молодняка в послемолочный период с использованием цельного зерна кукурузы в разных дозировках в комбикормах 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 определена экономическая эффективность (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность выращивания телят в послемолочный период

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Затраты кормов за период опыта, корм. 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 корм. 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 проведенных научно-хозяйственных исследований по установлению 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 вещества на 1,0-4,4 п. п., количества общего белка в сыворотке крови на 1,0 и 1,4 %, при снижении концентрации мочевины на 1,2 и 0,8 %, активизации интенсивности физиолого-биохимических процессов в рубце молодняка послемолочного

периода, повышении среднесуточного прироста на 9,1 и 4,3 %, при снижении его себестоимости на 7,4 и 3,9 процента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конверсия энергии рационов в продукцию при скормливании бычкам комбикормов с сапропелем / В. Ф. Радчиков [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 28 мая 2015 г.). – Гродно: ГГАУ, 2015. – Зоотехния. Ветеринария. – С. 100-101.
2. Шнитко, Е. А. Переваримость и использование питательных веществ кормов при скормливании бычкам трепела / Е. А. Шнитко, В. Ф. Радчиков // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. III Междунар. конф. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, вып. 7. – С. 243-245.
3. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота: монография / В. Ф. Радчиков. – Барановичи, 2003. – 190 с.
4. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – С. 12080.
5. Влияние нового заменителя обезжиренного молока на продуктивность телят / А. Н. Кот [и др.] // В сборнике: Актуальні питання технології продукції тваринництва. Матеріали за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтавська державна аграрна академія. – 2017. – С. 27-34.
6. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков [и др.] // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.
7. Рапсовый жмых в составе комбикорма для телят / В. Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зоогигиена, содержание. – С. 139-147.
8. Новые сорта зерна крестоцветных и зернобобовых культур в рационах ремонтных телок / В. Ф. Радчиков [и др.] // Известия ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». – 2014. – Т. 51, ч. 2. – С. 64-68.
9. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков [и др.] // В сборнике: Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. И. Ф. Горлова. – 2018. – С. 59-63.
10. Рубцовое пищеварение бычков при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1. – С. 331-340.
11. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская академия ветеринарной медицины. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474.
12. Приемы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота: монография / В. Ф. Радчиков [и др.]; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – 245 с.
13. Сбалансированное кормление – основа высокой продуктивности животных / В. И. Передня [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : посвященная 65-летию основания Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства (г. Минск, 10-11 октября 2012 г.). – Минск, 2012. – С. 104-111.
14. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Ученые записки УО «ВГАВМ». – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 227-231.
15. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков [и др.] // Ученые записки ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161-164.

УДК 636.222.7:612.018

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА (GH) И ГИПОФИЗАРНОГО ФАКТОРА ТРАНСКРИПЦИИ (PIT-1) У БЫКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ

О. В. Вертинская, Л. А. Танана, В. В. Пешко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: olga_vertinskaya@mail.ru)

Ключевые слова: *герекфорд, ген гормона роста, гипофизарный фактор транскрипции, частота встречаемости, аллель, генотип, ДНК.*

Аннотация. *В статье приведены результаты исследования полиморфизма генов гормона роста (GH) и гипофизарного фактора транскрипции (PIT-1) в популяции быков герекфордской породы, выращиваемых в СПК имени Денщикова. С помощью ПЦР-ПДРФ-анализа в исследованной популяции (96 голов) были идентифицированы все возможные полиморфные варианты аллелей и генотипов генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции. По результатам исследования установлено, что в исследуемом поголовье наблюдается разнообразие форм аллелей генотипов по обоим изученным генам.*

POLYMORPHISM OF THE GROWTH HORMONE (GH) AND HYPOPHYSICAL TRANSCRIPTION FACTOR (PIT-1) GENES IN HEREFORD BULLS

O. V. Vertinskaya, L. A. Tanana, V. V. Peshko

El «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *hereford, growth hormone gene, pituitary transcription factor, frequency of occurrence, allele, genotype, DNA.*

Summary. *The article presents the results of a study of polymorphism of the growth hormone (GH) and pituitary transcription factor (PIT-1) genes in a population of Hereford bulls bred in the Denshchikov Farm. Using PCR-RFLP analysis in the studied population (96 animals), all possible polymorphic variants of alleles and genotypes of the growth hormone and pituitary transcription factor genes were identified. According to the results of the study, it was found that in the studied livestock there is a variety of forms of genotype alleles for both studied genes.*

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. В настоящее время разведение животных, характеризующихся высокой мясной продуктивностью, является приоритетным направлением исследований в животноводстве. Для его успешной

реализации необходимо привлечение ДНК-технологий, что позволит проводить более быструю и точную оценку генетического потенциала животных и накапливать в популяции предпочтительные генотипы, которые связаны с хозяйственно полезными признаками.

Для успешной селекционно-племенной работы необходимо изучение генофонда сельскохозяйственных животных по полиморфизму генов, связанных с показателями мясной продуктивности, что будет способствовать рациональному использованию генофонда сельскохозяйственных животных, а также позволит вести селекционную работу на увеличение мясной продуктивности.

Показатели мясной продуктивности определяются сочетанием многих генов, поэтому выявление более «удачных» вариантов осуществляется с помощью генетических маркеров. Для поиска прямых генетических маркеров используются мутации, которые приводят к возникновению аллелей в генах, участвующих в формировании количественных признаков (темп роста, живая масса животных, характер телосложения и др.) [1-3].

В современных условиях применение маркерной селекции в дополнение к традиционным методам разведения, содержания и кормления может стать мощным инструментом в интенсификации селекционного процесса. К тому же генетический полиморфизм определяет потенциальное разнообразие морфологических и физиологических свойств организмов, а молекулярно-генетические маркеры позволяют получать информацию о полиморфизме генов и определять, какие варианты отдельных генов имеют преимущественное распространение у животных. Анализ генетической структуры популяции, ее сохранение и совершенствование позволяет судить о протекающих в популяции адаптационных и селекционных процессах.

У животных на процесс роста значительное влияние оказывает гормон роста (GH) и группа гормонов, которые участвуют в проявлении его эффекта на клетки-мишени (соматотропиновый каскад). В настоящее время среди генов, отвечающих за синтез гормонов соматотропинового каскада, активно ведется поиск потенциальных генов-кандидатов, которые влияют на проявление количественных признаков крупного рогатого скота, в т. ч. на мясную продуктивность. В литературных источниках описан широкий спектр полиморфных вариантов практически для каждого из генов соматотропинового каскада у представителей различных пород крупного рогатого скота, а некоторые из них исследованы на предмет влияния на признаки мясной и молочной продуктивности.

Соматотропный гормон стимулирует рост организма за счет активизации и нормализации обмена веществ – необходим в период

постнатального роста и развития для нормализации углеводного, липидного, азотного и минерального обмена. Ген гормона роста (GH) локализован на 19-й хромосоме, имеет размер 1800 п. н. и состоит из пяти экзонов и четырех интронов [4]. Гормон соматотропин представляет интерес как метаболический стимулятор отложения белка у сельскохозяйственных животных и является одним из ключевых регуляторов роста у млекопитающих; координирует и регулирует скорость протекания обменных процессов, усиливает биосинтез белка, ДНК, РНК и гликогена и способствует мобилизации жиров из депо и распаду высших жирных кислот и глюкозы в тканях.

Фактор транскрипции Pit-1 осуществляет контроль транскрипции генов пролактина, соматотропина, рецептора соматотропин-рилизин гормона и других гормонов. Он расположен в цетромерной зоне первой хромосомы между локусами TGLA57 и RM95 и является членом ROU-домена, в который входит группа транскрипционных регуляторов, играющих важную роль в дифференциации и пролиферации клеток. На сегодняшний день вопросу полиморфизма гена Pit-1 и его влиянию на продуктивные признаки животных посвящено значительное число работ, но при этом не существует единого мнения о том, ассоциируется ли связь данного гена с молочной продуктивностью или с ростом и развитием молодняка.

Гормон роста и гипофизарный фактор транскрипции имеют большое значение для регулирования ростовых процессов, клеточной пролиферации и дифференцировки [5].

Цель работы – изучение полиморфизма генов гормона роста (GH) и гипофизарного фактора транскрипции (Pit-1) у быков герефордской породы.

Материал и методика исследований. Исследования осуществлялись на чистопородных быках герефордской породы, выращиваемых в СПК имени Деньщикова Гродненского района. Животные содержались на ферме по выращиванию и откорму крупного рогатого скота «Большая Жорновка».

Исследования полиморфизма генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции проводили в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». Для ДНК-генотипирования были взяты ушные выщипы у 96 быков герефордской породы.

Полиморфизм гена GH диагностировали методом ПЦР-анализа, который позволяет диагностировать два аллельных варианта гена GH^L и GH^V.

Праймеры для амплификации фрагмента гена GH:

GH 1: 5' – CCG TGT CTA TGA GAA GC – 3';

GH 2: 5' – GTT CTT GAG CAG CGC GT – 3'.

Длина амплифицированного фрагмента – 211 п. о. При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой Alu I при 37 °С идентифицируются следующие генотипы:

GH^{VV} – фрагмент 211 п. о.;

GH^{LL} – фрагменты 159, 152 п. о.;

GH^{LV} – фрагменты 211, 159 и 52 п. о. [6].



Рисунок 1 – Электрофореграмма гена гормона роста (GH) у быков герфордской породы на основе ПЦР-ПДРФ-анализа

Частоту встречаемости генотипов рассчитывали по формуле:

$$P = n / N * 100, \quad (1)$$

где P – частота определенного генотипа;

n – количество животных, имеющих определенный генотип;

N – общее число животных.

Частоту отдельных аллелей определяли по формуле Е. К. Меркурьевой (1977):

$$PL = (2n_{LL} + n_{LV}) / 2N, \quad (2)$$

$$QV = (2n_{VV} + n_{LV}) / 2N, \quad (3)$$

где PL – частота аллеля L;

QV – частота аллеля V.

Полиморфизм гена PIT-1 диагностировали методом ПЦР-анализа, который позволяет диагностировать два аллельных варианта гена Pit-1^A и Pit-1^B.

Для амплификации участка гена PIT-1 использовали следующие праймеры и программу:

- Pit1: 5' – AAA CCA TCA TCT CCC TTC TT – 3'

- Pit2: 5' – AAT GTA CAA TGT GCC TTC TGA G – 3'.

При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой *HinfI*, идентифицируются следующие генотипы:

- Pit 1AA – фрагмент 451 п. о.;
- Pit 1AB – фрагменты 451, 244, 207 п. о.;
- Pit 1BB – фрагменты 244, 207 п. о. [6].

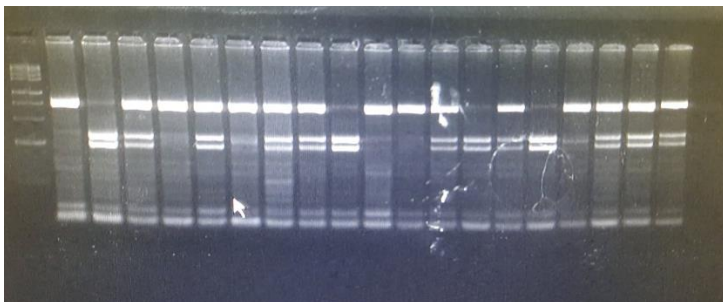


Рисунок 2 – Электрофореграмма гена гипофизарного фактора транскрипции (Pit-1) у быков герефордской породы на основе ПЦР-ПДРФ анализа

Частоту отдельных аллелей определяли по формуле Е. К. Меркурьевой (1977):

$$PA = (2nAA + nAB) / 2N, \quad (4)$$

$$QB = (2nBB + nAB) / 2N, \quad (5)$$

где PA – частота аллеля A;

QB – частота аллеля B.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты изучения частоты встречаемости аллелей и генотипов гена GH у быков герефордской породы представлены в таблице 1 и рисунках 3-4.

Таблица 1 – Частота встречаемости аллелей и генотипов гена GH у быков герефордской породы

Ген	Частота встречаемости				
	аллелей		генотипов, %		
	L	V	LL	LV	VV
GH	0,589	0,411	28	61	11

В результате проведенного генотипирования была установлена внутривидовая специфичность полиморфизма гена гормона роста, который представлен двумя аллелями L и V с разной частотой встречаемости. Встречаемость аллеля V составила 0,411, а аллеля L – 0,589. По частоте встречаемости генотипов в исследуемом поголовье быков

геррефордской породы преобладали животные с генотипом GH^{LV} – 59 голов (61 %). Количество быков с генотипом GH^{VV} составило 10 голов (11 %), а с генотипом GH^{LL} – 27 голов (28 %).

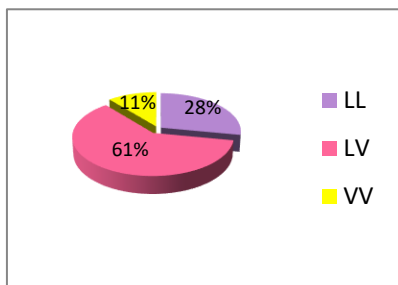


Рисунок 3 – Частота встречаемости генотипов по гену гормона роста (GH) у быков геррефордской породы

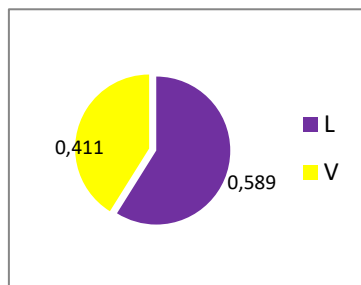


Рисунок 4 – Частота встречаемости аллелей гена гормона роста (GH) у быков геррефордской породы

Выявленные внутрипородные особенности полиморфизма гена гормона роста (GH) у быков геррефордской породы согласуются с данными, полученными российскими и зарубежными исследователями [7-9].

Результаты изучения частоты встречаемости аллелей и генотипов гена P1T-1 у быков геррефордской породы представлены в таблице 2 и рисунках 5-6.

Таблица 2 – Частота встречаемости аллелей и генотипов гена P1T-1 у быков геррефордской породы

Ген	Частота встречаемости				
	аллелей		генотипов, %		
	A	B	AA	AB	BB
P1T-1	0,385	0,615	17	44	39

Из данных таблицы 2 и рисунков 5-6 видно, что в исследуемом поголовье быков геррефордской породы преобладали животные с генотипом P1T-1^{AB} – 44 % (42 головы). Частота встречаемости животных с генотипом P1T-1^{AA} составила 17 % (16 голов), а с генотипом P1T-1^{BB} – 39 % (38 голов). Частота встречаемости аллелей P1T-1^A и P1T-1^B составила 0,385 и 0,615.

Преобладание аллеля P1T-1^B в популяциях мясных пород было установлено и в исследованиях российских ученых [2, 10]. Это дает

основание предположить возможность влияния данного аллеля на хозяйственно полезные признаки животных.

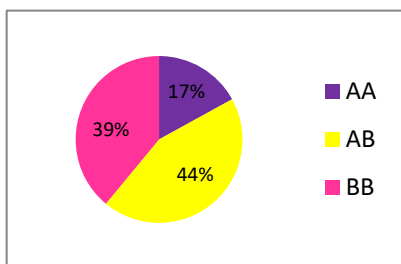


Рисунок 5 – Частота встречаемости генотипов по гену гипофизарного фактора транскрипции (PIT-1) у быков герефордской породы

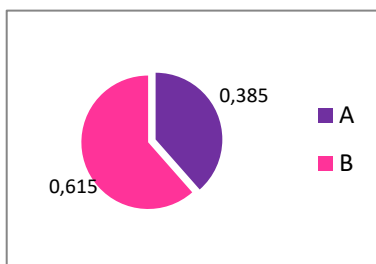


Рисунок 6 – Частота встречаемости аллелей гена гипофизарного фактора транскрипции (PIT-1) у быков герефордской породы

Закключение. Изучение полиморфизма генов гормона роста (GH) гипофизарного фактора транскрипции (PIT-1) у быков герефордской породы с использованием молекулярно-генетических методов позволило установить частоту встречаемости аллелей и генотипов в исследуемом поголовье. В результате исследования было установлено, что исследуемое поголовье быков герефордской породы, выращенных в СПК имени Деньшикова, характеризуется разнообразием форм аллелей и генотипов по генам гормона роста (GH) и гипофизарного фактора транскрипции (PIT). В исследуемом поголовье быков герефордской породы преобладали животные с генотипом GH^{LV} и PIT-1^{AB}. Полученные в процессе исследования данные по изучаемым генам, как по значениям частот аллелей, так и по встречаемости генотипов, предполагают возможность установления желательных генотипов и проведения направленной селекции на увеличения их количества в популяции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Убойные и качественные показатели мяса герефордских быков в зависимости от генотипов гена соматотропина / Л. А. Танана [и др.] // Вестник Брянской ГСХА – № 6 (76) – 2019 – С. 40-45.
2. Полиморфизм гена гипофизарного фактора транскрипции (Pit-1) среди мясных пород крупного рогатого скота / М. В. Позовникова [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – № 2 (30), 2016. – С. 14-16.
3. Влияние генетических ресурсов герефордской породы при различных методах разведения для получения высококачественной говядины / В. К. Пестис [и др.] // Вести национальной академии наук. Серия аграрных наук. – №3. – 2016. – С. 73-80.
4. Михайлова, М. Е. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропного каскада bGH, bGHR и bIGF-1 на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота

- голландской породы / М. Е. Михайлова, Е. В. Белая // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2011. – Т. 55. – № 2. – С. 63-69.
5. Влияние полиморфизма генов соматотропного каскада на мясную продуктивность казахской белоголовой породы / И. С. Бейшова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2018 – № 2 (70). – С. 194-199.
6. Методические рекомендации по проведению ДНК-тестирования племенных животных субъектов племенного животноводства по генам определяющим продуктивные качества / В. К. Пестис [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2016. – 23 с.
7. Особенности полиморфизма генов гормона роста (GH), кальпаина (CAPN1) быков-производителей мясных пород / М. И. Селионова [и др.] // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 2(98). – С. 65-72.
8. Полиморфизм генов bGH, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота России / И. Ф. Горлов [и др.] // Генетика. – 2014, Т. 50. – № 12. – С. 1448-1454.
9. Polymorphisms of growth hormone GH-Alul in Jersey cows and its effect on milk yield and composition / C. Dario [and oth.] // Asian-australasian Journal of Animal Sciences. – 2008. – V. 21. – P. 1-5.
10. Оценка генетического потенциала отечественного скота по признакам высокого качества мяса на основе ДНК-маркерных систем / Г. Е. Сулимова [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 1. – С. 62-64.

УДК 636.592.082.474.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЭМБРИОНОВ КУР, КАЧЕСТВА СУТОЧНЫХ ЦЫПЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ ПРЕДЫНКУБАЦИОННОЙ САНАЦИИ ЯИЦ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С-СПЕКТРА И ПАРАФОРМАЛЬДЕГИДА

М. А. Волонсевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, параформальдегид, санация яиц, развитие эмбрионов, выводимость яиц, вывод цыплят, качество цыплят.

Аннотация. Проведены исследования по сравнительной оценке развития эмбрионов кур, качества суточных цыплят при использовании для предынкубационной санации яиц ультрафиолетового излучения С-спектра и параформальдегида. Установлено, что применение ультрафиолетового излучения С-спектра с обеспечением энергетической экспозиции $1,94 \text{ кДж/м}^2$, в сравнении с применением параформальдегида в дозе $7,5 \text{ г/м}^3$, обеспечивает опережающее развитие эмбрионов в первой половине инкубации – в возрасте 10 суток эмбрионы опытной группы достоверно превосходили эмбрионы контрольной группы: по массе эмбриона на 0,073 г, или 1,9 % ($P < 0,05$); длине эмбриона на 0,3 см, или 1,9 % ($P < 0,01$); массе сердца на 0,006 г, или 15,4 % ($P < 0,05$), печени на 0,008 г, или 12,3 % ($P < 0,001$), желудка на 0,005 г, или 7,2 % ($P < 0,01$), массе кишечника на 0,006 г, или 18,2 % ($P < 0,001$). При этом по результатам инкубации

достигнуты более высокие инкубационные качества яиц: выводимость яиц – 89,7 % (+2,7 п. н.), вывод кондиционных цыплят – 87,3 % (+2,6 п. н.), меньшее количество некондиционных цыплят – 4,0 % (-1,3 п. н.). Полученные результаты исследований свидетельствуют, что ультрафиолетовое излучение C-спектра может выступать в качестве альтернативы формальдегиду при проведении прединкубационной санации яиц и обеспечивает лучшее развитие эмбрионов в ходе инкубации, получение цыплят более высокого качества.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF CHICKEN EMBRYOS, THE QUALITY OF DAY-OLD CHICKS WHEN USING UV C-SPECTRUM AND PARAFORMALDEHYDE FOR PRE-HABITATION SANITATION OF EGGS

M. A. Volonsevich

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: ultraviolet radiation, paraformaldehyde, sanitation of eggs, development of embryos, hatchability of eggs, hatching of chickens, quality of chickens.

Summary. Studies have been carried out on a comparative assessment of the development of chicken embryos, the quality of day-old chicks when using ultraviolet radiation of the C-spectrum and paraformaldehyde for pre-hatching sanitation of eggs. It has been established that the use of ultraviolet radiation of the C-spectrum with an energy exposure of 1,94 kJ/m² in comparison with the use of paraformaldehyde at a dose of 7,5 g/m³ ensures the advanced development of embryos in the first half of incubation – at the age of 10 days, the embryos of the experimental group significantly exceeded embryos of the control group: by weight of the embryo per 0,073 g or 1,9 % ($P < 0,05$); embryo length by 0,3 cm or 1,9 % ($P < 0,01$); heart weight by 0,006 g or 15,4 % ($P < 0,05$), liver by 0,008 g or 12,3 % ($P < 0,001$), stomach by 0,005 g or 7,2 % ($P < 0,01$), intestinal mass by 0,006 g or 18,2 % ($P < 0,001$). At the same time, according to the results of incubation, higher incubation qualities of eggs were achieved: hatchability of eggs 89,7 % (+2,7 p.p.), hatching of conditioned chickens 87,3 % (+2,6 p.p.), fewer substandard chickens 4,0 % (-1,3 p.p.). The obtained research results indicate that ultraviolet radiation of the C-spectrum can act as an alternative to formaldehyde during the pre-hatching sanitation of eggs and provides better development of embryos during incubation, obtaining chickens of higher quality.

(Поступила в редакцию 30.05.2023 г.)

Введение. Санация инкубационных яиц является важным технологическим процессом, влияющим на развитие эмбрионов и качество получаемого молодняка сельскохозяйственной птицы. На протяжении многих лет для санации инкубационных яиц в инкубаториях традиционно используют формальдегид, обеспечивающий приемлемое качество

дезинфекции при сравнительно низких затратах на проведение обработки [1, 2]. Однако вследствие высокой токсичности формальдегид признан для человека канцерогеном (постановление Европарламента (ЕС) 648/2004 от 31.03.2004) и во многих странах уже запрещен или ограничен к применению. Кроме того, недавние масштабные исследования немецких исследователей показали, что при использовании для дезинфекции инкубационных яиц формальдегида у половины эмбрионов на 7- и 14-е сутки инкубации наблюдаются макроскопические аномалии массы тела, массы печени и изгибов кишечника [3]. Поэтому поиск альтернативных формальдегиду санирующих средств для предынкубационной обработки яиц является актуальным и становится вопросом всестороннего изучения ученых [4, 5]. Проводимые нами в течение ряда лет исследования свидетельствуют, что применение ультрафиолетового излучения С-спектра в рациональной дозе с обеспечением энергетической экспозиции $1,94 \text{ кДж/м}^2$ может выступать в качестве достойной альтернативы традиционно применяемому для предынкубационной санации яиц формальдегиду.

Цель работы – изучить влияние ультрафиолетового излучения С-спектра при предынкубационной санации яиц на развитие эмбрионов в ходе инкубации и качество выведенных цыплят.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в условиях сложившейся технологии промышленной инкубации на базе филиала «Скидельская птицефабрика» ОАО «Агрокомбинат «Скидельский». Объектом исследований служили инкубационные яйца, эмбрионы и суточный молодняк высокопродуктивного мясного кросса кур Ross 308. Инкубационные яйца для исследований получали от одного родительского стада кур в возрасте 280 дней. Пригодные для инкубации и прошедшие на площадке родительского стада первичную дезинфекционную обработку 96 % параформальдегидом яйца доставляли в инкубаторий и размещали в специальной камере хранения. Продолжительность хранения яиц до инкубации составляла 5 суток с обеспечением поддержания температуры на уровне $20\text{--}21^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха в пределах 70–80 %.

Перед закладкой на инкубацию опытную группу яиц санировали ультрафиолетовым излучением С-спектра с обеспечением энергетической экспозиции $1,94 \text{ кДж/м}^2$, что достигалось 5-минутной обработкой яиц на экспериментальной облучательной установке. Установка для облучения яиц представляла собой металлический каркас с закрепленными сверху и снизу 4 облучателями бактерицидными ОБН-01-2х55-013, укомплектованными 8 современными безозоновыми бактерицидными лампами Philips TUV G55 T8 55W HO G13 L895 mm суммарной

мощностью потока ультрафиолетового излучения 140 Вт. Во время санации перфорированный инкубационный лоток с яйцами помещали между облучателями на расстоянии 10 см от источников облучения, что позволяло воздействовать ультрафиолетовым излучением практически на всю поверхность скорлупы каждого яйца. Контрольную группу яиц перед закладкой на инкубацию дезинфицировали 96 % параформальдегидом в дозе 7,5 г/м³ путем фумигации при нагреве гранул препарата.

Всего из яиц, соответствующих требованиям ТУ ВУ 100098867/512-2019 «Яйца куриные инкубационные» [6], для проведения исследований были сформированы 1 опытная и 1 контрольная группы яиц. Каждая группа состояла из 300 шт. яиц массой 64-66 г, размещенных для инкубации в стандартных лотках производства компании Petersime (Бельгия). Один лоток инкубируемых яиц использовали для оценки развития эмбрионов – проводили вскрытие по 30 шт. яиц на 7, 10, 14, 18 сутки инкубации, а другой лоток яиц задействовали для оценки выведенного молодняка с вскрытием 30 голов цыплят по результатам завершённой инкубации. Массу и длину эмбрионов измеряли с 7-суточного возраста – размер недельного эмбриона позволял достаточно четко отделить его от белка. Массу сердца, печени, желудка, кишечника определяли с 10-суточного возраста, а массу трахеи – с 18-суточного возраста, что было связано со сложностями извлечения указанных внутренних органов из тела эмбриона на более ранних стадиях развития. Взвешивание внутренних органов проводили на высокоточных электронных весах производства компании CAS Corporation (Южная Корея). При измерении длины эмбрионов цыплят использовали специальную линейку и соответствующую методику компании Hatchtech (Нидерланды) [7]. За время эксперимента в каждой группе было исследовано по 120 эмбрионов и 30 цыплят.

Для обеспечения идентичных параметров инкубации яйца опытной и контрольной групп закладывали в среднюю зону одного инкубационного шкафа. Этот же принцип соблюдали при перекладке яиц в выводной шкаф. При отнесении отходов инкубации к конкретному виду руководствовались подробной системой классификации времени эмбриональной гибели для изучения содержимого яйца в диагностических и исследовательских целях, разработанной дочерним подразделением Ross шотландской компании Aviagen [8].

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны с использованием компьютерной программы Microsoft Excel и принятием следующего обозначения уровня значимости P: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты оценки развития эмбрионов кур на разных стадиях инкубации при использовании для предынкубационной обработки яиц ультрафиолетового излучения С-спектра и 96 % параформальдегида приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели развития эмбрионов кур в процессе инкубации при использовании для предынкубационной обработки яиц ультрафиолетового излучения С-спектра и 96 % параформальдегида

Показатель	Группа							
	УФ-обработка яиц энергетической экспозицией 1,94 кДж/м ²				обработка яиц 96 % параформальдегидом 7,5 г/м ³			
	7 суток	10 суток	14 суток	18 суток	7 суток	10 суток	14 суток	18 суток
масса эмбриона, г	1,228 ± 0,011	3,960 ± 0,041*	17,400 ± 0,209	47,470 ± 0,198	1,195 ± 0,021	3,887 ± 0,042	17,400 ± 0,204	47,840 ± 0,205
длина эмбриона, см	3,470 ± 0,040	16,270 ± 0,050**	10,980 ± 0,070	16,640 ± 0,075	3,450 ± 0,030	15,970 ± 0,080	10,820 ± 0,060	16,520 ± 0,063
масса сердца, г	-	0,045 ± 0,001*	0,153 ± 0,002*	0,240 ± 0,004	-	0,039 ± 0,001	0,144 ± 0,002	0,250 ± 0,004
масса печени, г	-	0,073 ± 0,001***	0,321 ± 0,004	0,710 ± 0,010	-	0,065 ± 0,001	0,319 ± 0,007	0,690 ± 0,010
масса желудка, г	-	0,074 ± 0,001**	0,608 ± 0,013	1,480 ± 0,027	-	0,069 ± 0,001	0,614 ± 0,013	1,480 ± 0,034
масса кишечника, г	-	0,039 ± 0,001***	0,340 ± 0,013	0,750 ± 0,027	-	0,033 ± 0,001	0,319 ± 0,011	0,770 ± 0,034
масса трахен, г	-	-	-	0,130 ± 0,004**	-	-	-	0,110 ± 0,005

Полученные результаты оценки развития эмбрионов кур на разных стадиях инкубации свидетельствуют, что при предынкубационной обработке яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра с обеспечением энергетической экспозиции 1,94 кДж/м² эмбрионам свойственно опережающее развитие в сравнении с использованием 96 % параформальдегида. Необходимо отметить, что особенно выражено это проявляется в первой половине инкубации и свидетельствует о высокой степени усвоения интенсивно развивающимся эмбрионом питательных веществ яйца. Так, в возрасте 10 суток эмбрионы опытной группы достоверно по всем оцениваемым показателям превосходили эмбрионов контрольной группы по массе эмбриона на 0,073 г, или 1,9 % ($P < 0,05$), и его длине на 0,3 см, или 1,9 % ($P < 0,01$), а также по массе внутренних органов: сердца на 0,006 г, или 15,4 % ($P < 0,05$), печени на 0,008 г, или 12,3 % ($P < 0,001$), желудка на 0,005 г, или 7,2 % ($P < 0,01$), кишечника на 0,006 г, или 18,2 % ($P < 0,001$). К 18-суточному возрасту установленные

различия по развитию эмбрионов между опытной и контрольной группами постепенно нивелировались, а относительная масса внутренних органов по отношению к массе эмбриона снижалась (таблица 2).

Таблица 2 – Относительная масса внутренних органов на разных стадиях инкубации при использовании для предынкубационной обработки яиц ультрафиолетового излучения С-спектра и 96 % параформальдегида

Показатель	Группа					
	УФ-обработка яиц энергетической экспозицией 1,94 кДж/м ²			обработка яиц 96 % параформальдегидом 7,5 г/м ³		
	10 суток	14 суток	18 суток	10 суток	14 суток	18 суток
масса эмбриона, г	3,960	17,400	47,470	3,887	17,400	47,840
% от массы эмбриона:						
сердца	1,13	0,87	0,50	1,00	0,82	0,52
печени	1,84	1,84	1,49	1,67	1,83	1,44
желудка	1,86	3,49	3,11	1,77	3,52	3,09
кишечника	0,98	1,95	1,57	0,84	1,83	1,60
трахеи	-	-	0,27	-	-	0,22

Из данных таблицы 2 следует, что с 10- до 18-суточного возраста эмбрион увеличивает свою массу в среднем в 12 раз, наиболее интенсивное его развитие, в том числе и рост внутренних органов, приходится на период с 10 до 14 дня инкубации, когда было установлено 4,4-4,5-кратное удвоение массы.

Результаты изучения жизнеспособности эмбрионов кур по итогам завершённой инкубации на основе вскрытия отобранных по разным причинам яиц, а также оценки качества выведенного молодняка представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Жизнеспособность эмбрионов кур и качество выведенного молодняка при применении для предынкубационной обработки яиц ультрафиолетового излучения С-спектра и 96 % параформальдегида

Показатель	Группа			
	УФ-обработка яиц энергетической экспозицией 1,94 кДж/м ²		обработка яиц 96 % параформальдегидом 7,5 г/м ³	
	шт.	%	шт.	%
1	2	3	4	5
количество проинкубированных яиц	150	100,0	150	100,0
количество отобранных яиц, в т. ч.:	13	8,7	15	10,0
- неоплодотворенное	4	2,7	4	2,7
- кровь-кольцо	3	2,0	2	1,3
- ранняя эмбриональная гибель	3	2,0	3	2,0
- эмбриональная гибель в средний период	1	0,7	1	0,7
- поздняя эмбриональная гибель	2	1,3	3	2,0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
- дистрофия	0	0,0	0	0,0
- уродства	0	0,0	1	0,7
- битое	0	0,0	0	0,0
- тумак	0	0,0	1	0,7
количество некондиционных цыплят	6	4,0	8	5,3
выводимость яиц, %	89,7		87,0	
вывод кондиционных цыплят	131	87,3	127	84,7
масса цыплят, г	45,3 ± 0,2		45,2 ± 0,3	
длина цыплят, см	18,340 ± 0,047***		17,910 ± 0,088	
однородность цыплят, %	92,0		85,0	
масса внутренних органов, г				
- сердце	0,380 ± 0,006		0,360 ± 0,006	
- печень	1,320 ± 0,021		1,330 ± 0,019	
- желудок	2,930 ± 0,043		2,820 ± 0,046	
- кишечник	2,080 ± 0,041		2,190 ± 0,031*	
- трахея	0,140 ± 0,007*		0,120 ± 0,005	

Данные таблицы 3 показывают, что предынкубационная санация яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра оказалась значительно более эффективной в сравнении с дезинфекцией яиц параформальдегидом. По итогам завершенной инкубации в опытной группе яиц, по сравнению с контрольной группой яиц, были получены более высокие инкубационные качества яиц: выводимость яиц – 89,7 % (+2,7 п. п.), вывод кондиционных цыплят – 87,3 % (+2,6 п. п.). Одновременно было установлено меньшее количество некондиционных цыплят – 4,0 % (-1,3 п. п.), а пригодный для выращивания молодняк имел высокостойчиво ($P < 0,001$) большую на 0,43 см, или 2,4 %, длину при высокой однородности по данному показателю – 92,0 % (+7,0 п. п.). По массе внутренних органов цыплят достоверных различий между проинкубированными группами яиц не наблюдалось за исключением массы трахеи и кишечника. Трахея у опытного молодняка, в сравнении с контрольным, была достоверно ($P < 0,05$) тяжелее на 0,02 г, или 16,7 %, и ее масса составила 0,140 г. Роль трахеи в дыхании выведенных цыплят-бройлеров чрезвычайно важна, потому что, выполняя защитные функции, она в первую очередь подвержена повреждению и изменению гистологической структуры под влиянием зачастую возникающих неблагоприятных факторов среды птичника (загазованность воздуха, остаточное действие дезинфицирующих средств и др.) [9]. Проблема может усугубляться тем, что в экспериментах турецких ученых с использованием электронного микроскопа было обнаружено появление аномалий эпителия воздухоносных путей даже при непродолжительной 20-минутной предынкубационной дезинфекции яиц формальдегидом [10]. По массе кишечника, наоборот, незначительное достоверное ($P < 0,05$) превосходство

было отмечено у цыплят контрольной группы – он оказался тяжелее, в сравнении с молодняком опытной группы, на 0,110 г, или 5,3 %, и весил 2,190 г. Немаловажно, что в нашем исследовании при анализе отходов инкубации в опытной группе яиц не было установлено таких видов брака, как дистрофия и тумак, которые присутствовали в количестве по 0,7 % в контрольной группе яиц. Это косвенно подтверждает токсичное воздействие паров формальдегида на развивающийся эмбрион и указывает на неполную нейтрализацию присутствующей на скорлупе яиц микрофлоры.

Закключение. Изучено влияние применения различных средств предынкубационной санации яиц кур на развитие эмбрионов в ходе инкубации и качество выведенного молодняка. Установлено, что использование для этой цели ультрафиолетового излучения С-спектра с обеспечением энергетической экспозиции 1,94 кДж/м², в сравнении с применением параформальдегида в дозе 7,5 г/м³, обеспечивает опережающее развитие эмбрионов в первой половине инкубации – в возрасте 10 суток эмбрионы опытной группы достоверно по всем показателям превосходили эмбрионов контрольной группы: по массе эмбриона на 0,073 г, или 1,9 % ($P < 0,05$); длине эмбриона на 0,3 см, или 1,9 % ($P < 0,01$); массе сердца на 0,006 г, или 15,4 % ($P < 0,05$), печени на 0,008 г, или 12,3 % ($P < 0,001$), желудка на 0,005 г, или 7,2 % ($P < 0,01$), массе кишечника на 0,006 г, или 18,2 % ($P < 0,001$). По итогам инкубации в опытной группе яиц, по сравнению с контрольной группой яиц, получены более высокие инкубационные качества яиц: выводимость яиц – 89,7 % (+2,7 п. п.), вывод кондиционных цыплят – 87,3 % (+2,6 п. п.) и наличие меньшего количества некондиционных цыплят – 4,0 % (-1,3 п. п.). Предынкубационная обработка яиц ультрафиолетовым излучением С-спектра в сравнении с параформальдегидом сопровождалась получением цыплят с высокодостоверно ($P < 0,001$) большей на 0,43 см, или 2,4 %, длиной при высокой однородности молодняка по данному показателю – 92,0 % (+7,0 п. п.). Таким образом, полученные результаты исследований свидетельствуют, что ультрафиолетовое излучение С-спектра может выступать в качестве альтернативы формальдегиду при проведении предынкубационной санации яиц и обеспечивает лучшее развитие эмбрионов в ходе инкубации, получение цыплят более высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cadirci, S. Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation – a review / S. Cadirci // Arch. Geflügelk. – 2009. – V. 73 (2). S. 116-123, ISSN 0003-9098. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
2. Николаенко, В. Формальдегид или бактерицид / В. Николаенко, Р. Турченко // Птицеводство. – 2004. – № 5. – С. 18.

3. Preliminary study: Health and performance assessment in broiler chicks following application of six different hatching egg disinfection protocols / W. Tebrün [et al.] // PLoS One. – 2020. – V. 15(5). – P. 0232825. (doi: 10.1371/journal.pone.0232825).
4. Melo, E. F. An evaluation of alternative methods for sanitizing hatching eggs / E. F. Melo, W. L. S. Climaco // Poultry Science. – 2019. – Vol. 98(6). – P. 2466-2473.
5. Mattioli, S. Impact of ozone and UV irradiation sanitation treatments on the survival of Salmonella and the physical–chemical characteristics of hen eggs / S. Mattioli, R. Ortenzi // Journal of Applied Poultry Research. – 2020. – Vol. 29(2) – P. 409-419.
6. Технические условия. Яйца куриные инкубационные: ТУ БУ 100098867/512–2019. – Введ. 19.12.2019. – РБ, 2019. – 14 с.
7. Magazine – Your guide to superior chick quality. – Hatchtech, 2016. [Электронный ресурс]. URL: https://hatchtech.magzmaker.com/december_2016_ru/colofon (дата обращения: 11.05.2023).
8. Техническое пособие Росс. Рассмотрение методики инкубации [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.aviagen.com/tech-center/download/518/Ross-Tech-Investigating-Hatchery-Practice_RUS.pdf (дата обращения: 11.05.2023).
9. Гистоструктура трахеальной стенки у цыплят-бройлеров в зависимости от условий циркуляции воздуха в закрытых помещениях / В. И. Фисинин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – №6. – С. 782-794.
10. Hayretdag, S. Investigation of the effects of pre-incubation formaldehyde fumigation on the tracheal epithelium of chicken embryos and chicks / S. Hayretdag, D. Kolankaya // Turkish journal of veterinary and animal sciences. – 2008. – Vol. 32 – No. 4. – P. 263-267.

УДК 636.2.053:636.087.26

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ТЕЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАСЛОЖИРОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАПСОВОГО МАСЛА

Е. С. Высочина, Т. В. Снитко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: телята, кровь, фосфолипиды, масложировой концентрат, биологически активная добавка.

Аннотация. Установлено, что масложировой концентрат из отходов производства рапсового масла оказывает положительное влияние на гематологические показатели крови телят, на что указывает увеличение количества эритроцитов в опытной группе на 6,1 %, лейкоцитов на 12,3 % и гемоглобина на 7,5 % ($P < 0,01$) по отношению к контрольной группе телят, а также способствует повышению уровня естественной резистентности их организма.

HEMATOLOGICAL INDICATORS OF BLOOD OF CALVES USING OIL AND FAT CONCENTRATE FROM WASTE OF RAPSE OIL PRODUCTION

E. S. Vysochina, T. V. Snitko

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st., e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: calves, blood, phospholipids, oil and fat concentrate, dietary supplement.

Summary. *It has been established that the oil and fat concentrate from rapeseed oil production waste has a positive effect on the hematological parameters of the blood of calves, as indicated by an increase in the number of erythrocytes in the experimental group by 6,1 %, leukocytes by 12,3 % and hemoglobin by – 7,5 % ($P < 0,01$) in relation to the control group of calves, and also contributes to an increase in the level of natural resistance of the organism.*

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. В хозяйствах нашей республики наибольший процент заболеваемости и падежа (или непроемчивого выбытия) животных приходится на новорожденных и молодняк группы дорашивания. Наиболее сложно сохранить телят в первые 15-20 дней. На этот период приходится около 50 % падежа. Кроме этого, переболевшие в раннем возрасте телята хуже развиваются в дальнейшем, снижается их резистентность и на 15-20 % приросты живой массы.

В связи с этим выращивание здорового молодняка, его сохранность от болезней и гибели является одной из главных задач животноводства [1, 7, 8].

В последние годы, отечественными и зарубежными учеными создается все больше кормовых добавок, в состав которых вводят различные биологически активные вещества [4, 5, 9].

В качестве биологически активной добавки нами предложен масложировой концентрат из отходов производства рапсового масла под условным названием «фосфолипиды». Он представляет собой вязкую массу желтого цвета, не смешивающуюся с рыбьим жиром, нерастворим в воде. Свое название получил из-за наибольшего содержания фосфолипидов.

Фосфолипиды – это группа сложных липидов, в состав которых входят: остаток фосфорной кислоты, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, альдегиды, спирты, азотистые основания и аминокислоты.

Состав фосфолипидного продукта, отхода производства растительного масла, довольно сложный, в его входят фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилинозит, полиненасыщенные жирные кислоты. Полиненасыщенные жирные кислоты иногда называют витамином F – они не могут синтезироваться в организме (в основном линолевая и арахидоновая). Комплекс эссенциальных фосфолипидов с полиненасыщенными жирными кислотами делает продукт весьма ценной биологически активной добавкой. Кроме этого, в состав данного отхода производства растительного масла входят витамин E, растительные стерины, каратиноиды, протеин и минеральные вещества [2].

Роль фосфолипидов для организма весьма многогранна, благодаря особенностям структуры молекулы, вместе с липидами и белками они входят в состав внутриклеточных структур, составляют химическую основу клеточных мембран, обуславливая их избирательную проницаемость для различных веществ, участвуют в процессах клеточного дыхания и переносе электронов.

Помимо этого, фосфолипиды способствуют нормальному перевариванию, всасыванию и обмену жиров. Они снижают содержание жира в крови, участвуют в процессах удаления триглицеридов из печени, предотвращая ее жировое перерождение, обеспечивают транспорт жиров из стенки кишечника в кровь [6].

Фосфолипиды, как и белки, в значительной степени определяют иммунологическую реактивность организма, изменяют ее в сторону повышения или понижения, начиная со структуры мембран иммунокомпетентных клеток и кончая реакциями их взаимодействия с антигенами и между собой.

Кроме того, фосфолипиды давно известны как продукты с широким спектром лечебного и профилактического действия [3].

Цель работы – изучение влияния масложирового концентрата из отходов производства рапсового масла на гематологические показатели крови молодняка крупного рогатого скота.

Материал и методика исследований. Для реализации поставленной цели нами был проведен научно-хозяйственный опыт в условиях молочно-товарного комплекса «Коптевка» КПСУП «Гродненская птицефабрика» Гродненского района Гродненской области.

Для проведения опыта по принципу пар-аналогов (одинаковой породы, возраста, живой массы и физиологического состояния) были сформированы две группы телят в суточном возрасте: первая контрольная и вторая опытная. Продолжительность опытного периода составила 20 дней. Содержание телят индивидуальное, в домиках, на сменяемой соломенной подстилке. Основной рацион состоял из цельного молока, а

также комбикорма-концентрата КР-1. Различия в кормлении молодняка заключались в том, что телята опытной группы с молоком получали масложировой концентрат в дозе 10 мл на голову 1 раз в день, согласно схеме опыта, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления	Доза добавки
1 контрольная	10	Основной рацион (ОР) – молоко цельное, КР-1	-
2 опытная	10	ОР + масложировой концентрат	10 мл на голову 1 раз в день

Пробы крови для исследований отбирали из яремной вены через 3 ч после кормления с соблюдением правил асептики и антисептики. Гематологические исследования осуществляли при помощи автоматического гематологического анализатора «MEDONIC CA620».

Цифровой материал, полученный в опытах, обработан методом вариационной статистики с применением компьютерной техники.

Результаты исследований и их обсуждение. О той или иной степени функционирования организма невозможно судить без детального изучения состава крови.

Гематологический состав крови отражает уровень постоянства внутренней среды организма и его физиологическое состояние. Кровь также служит показателем возможностей организма в отношении той или иной продуктивности.

Гематологические показатели крови подопытных телят представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Гематологические показатели крови телят опытных групп

Показатели	Дни опыта	Группы	
		1 контрольная	2 опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	До опыта	$4,8 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,2$
Эритроциты, $10^{12}/л$	7-й день	$4,6 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,2$
Эритроциты, $10^{12}/л$	20-й день	$4,9 \pm 0,4$	$5,2 \pm 0,1$
Лейкоциты, $10^9/л$	До опыта	$3,8 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,2$
Лейкоциты, $10^9/л$	7-й день	$4,5 \pm 1,3$	$4,8 \pm 0,3$
Лейкоциты, $10^9/л$	20-й день	$5,7 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,3$
Гемоглобин, %	До опыта	$116 \pm 0,8$	$115 \pm 0,3$
Гемоглобин, %	7-й день	$114 \pm 0,5$	$120 \pm 0,6$
Гемоглобин, %	20-й день	$106 \pm 0,2$	$114 \pm 0,5^{**}$

Примечание – $^{**} P < 0,01$

Результаты исследований, представленные в таблице 2, показали, что в начале и конце опытного периода гематологические показатели крови телят контрольной и опытной групп находились в пределах

физиологической нормы для данного вида и возраста животных. На 7-й день проведения исследований в опытной группе количество эритроцитов увеличилось на 6,5 %, лейкоцитов на 6,6 % и гемоглобина на 5,3 % по отношению к контролю. На 20-й день содержание эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина превышало контрольные показатели на 6,1; 12,3 и 7,5 % ($P < 0,01$) соответственно, что свидетельствует о более интенсивном повышении уровня окислительно-восстановительных процессов организма телят, получавших изучаемую биологически активную добавку.

Анализ показателей лейкограммы крови подопытных телят (таблица 3) показывает, что количество палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов у телят до проведения исследований и в конце опыта в контрольной группе составило 1,6 и 2,8 п. п., 6,4 и 16,3 п. п. соответственно по отношению к опытной группе телят. В начале опыта содержание эозинофилов у животных в опытной и контрольной группах было практически одинаковым, но в конце опыта данный показатель опытной группы превысил контрольный на 7,1 %.

Таблица 3 – Показатели лейкограммы крови телят опытных групп

Показатели	1-контрольная группа			2-опытная группа		
	До опыта	7-й день	20-й день	До опыта	7-й день	20-й день
Нейтрофилы:						
Юные, %	0,6 ± 0,2	-	-	-	-	-
Палочкоядерные, %	10,0 ± 1,5	8,1 ± 3,2	5,6 ± 0,7	8,4 ± 1,3	3,2 ± 0,4	2,8 ± 1,1
Сегментоядерные, %	46,4 ± 3,9	35,6 ± 4,1	40,8 ± 0,9	40,0 ± 1,5	25,6 ± 0,8	24,5 ± 1,4
Эозинофилы, %	2,2 ± 0,7	2,0 ± 0,5	1,4 ± 0,8	2,6 ± 0,55	2,0 ± 0,5	1,5 ± 0,7
Базофилы, %	0,2 ± 0,2	-	-	-	-	-
Моноциты, %	2,5 ± 0,4	2,8 ± 0,7	2,0 ± 0,5	3,0 ± 0,5	2,6 ± 0,3	2,8 ± 0,6
Лимфоциты, %	38,4 ± 3,1	49,5 ± 7,9	50,6 ± 1,8	47,6 ± 2,18	57,4 ± 6,4	68,4 ± 0,9*
Соотношение: Лимфоциты нейтрофилы	0,67	1,13	1,09	0,98	1,99	2,5

Примечание – * $P < 0,05$

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что разница в количестве моноцитов в начале исследований в опытной и контрольной группах составляла 0,5 п. п., на 20-й день содержание моноцитов опытной группы превысило контрольный показатель на 0,8 п. п. Количество лимфоцитов до исследований в опытной группе телят составило 9,2 п. п., а в конце опыта превысило данный показатель контрольной группы на 17,8 п. п. ($P < 0,05$).

Соотношение в лейкограмме крови лимфоцитов и нейтрофилов может служить показателем стрессового состояния, т. к. при стрессе содержание их в крови меняется. Воздействие стресс-факторов развивается в три стадии: мобилизация, резистентность и истощение. Для

каждой стадии характерно определенное соотношение лимфоциты / нейтрофилы: стадии мобилизации – 1,5-1,2 и ниже, стадии истощения – 3,6-3,9 и выше, стадии резистентности в пределах – 1,4-3,5. Согласно данным таблицы 3, до проведения опытных исследований соотношение лимфоциты / нейтрофилы составило в опытной группе 0,98, а в контрольной – 0,67. На 7-й день опытов данное соотношение в контрольной группе составило 1,13, а на 20-й день – 1,09. В опытной группе телят соотношение лимфоцитов и нейтрофилов на 7-й и 20-й день исследований увеличилось и составило 1,99 и 2,5 соответственно, это говорит о том, что у телят опытной группы уровень естественной резистентности организма был выше и они были более устойчивы к воздействию стресс-факторов по сравнению с телятами контрольной группы.

Заключение. Результатами исследований установлено, что введение в рацион кормления молодняка крупного рогатого скота масложирового концентрата из отходов производства рапсового масла как биологически активной добавки оказывает положительное влияние на гематологические показатели крови телят, следовательно, способствует более интенсивному повышению уровня окислительно-восстановительных процессов и естественной резистентности организма телят.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолова, О. А. Оценка колострального иммунитета телят / О. А. Богомолова // РацВетИнформ. – 2011. – № 6. – С. 33-34.
2. Бречко, Я. Н. Повышение эффективности возделывание рапса в Республике Беларусь / Я. Н. Бречко // Сборник научных трудов «Проблемы экономики» – Горки: БГСХА, 2016. – № 2. – С. 3-15.
3. Василькевич, А. И., Дымар, О. В. Биологическая функция и методы выделения фосфолипидов молока / А. И. Василькевич, О. В. Дымар // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – 2019. – №1 (14). – С. 159-165.
4. Винников, Н. Т. Влияние полноценного и неполноценного кормления коров-матерей на неспецифические факторы защиты у новорожденных телят / Н. Т. Винников, М. Г. Султанов // Вест. Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. – № 6. – С. 12-13.
5. Кириллов, Н. К. Здоровье и продуктивность животных: монография / Н. К. Кириллов, Ф. П. Петрякин, В. Г. Семенов. – Чебоксары, 2006. – 265 с.
6. Ларицкая, А. М., Харлап, С. Ю. / Технология получения и выращивания телят / А. М. Ларицкая, С. Ю. Харлап // Молодежь и наука, 2019. – № 5-6. – С. 43.
7. Метревели, Т. В. Биохимия животных / Т. В. Метревели; под ред. Н. С. Шевелева. – М.: Лань, 2005. – 295 с.
8. Эленшлегер, А. А. Стадии новорожденного периода у телят / А. А. Эленшлегер, В. А. Афанасьев // Инновации и продовольственная безопасность. – 2016. – № 4 (14). – С. 37-39.
9. Фаритов, Т. А. Корма и кормовые добавки для животных: учеб. пособие / Т. А. Фаритов. – Уфа: Издательство БашГАУ, 2008. – 264 с.

АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ НОРОК ПРИ ПОЛИМОРФИЗМЕ ГЕНА MLPH

А. А. Глазев, С. Д. Клиса, О. А. Епишко, Е. С. Чебуранова

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023,
г. Гродно, ул. Ожешко, 22; e-mail: mail@grsu.by)

Ключевые слова: полиморфизм гена, норки, окраска меха, плазма крови, свободные аминокислоты, диагностика.

Аннотация. В данной работе исследовали аминокислотный профиль плазмы крови норок при полиморфизме гена, детерминирующего образование меланофилина (MLPH). ДНК-диагностику полиморфизма гена MLPH проводили методом ПЦР-анализа с использованием специальных праймеров. Скрининг аминокислотного профиля плазмы крови норок проводили методом обращенно-фазовой жидкостной хроматографии с детектированием по флуоресценции. Установлено, что полиморфизм гена MLPH у исследуемых групп норок ассоциирован с маркерными изменениями в аминокислотном профиле их плазмы крови, обусловленными полом и генотипом животного и характеризующимися у самок норки с генотипом AA пониженным содержанием аргинина, лейцина и фосфоглутаминовой кислоты, а у самцов норки с аналогичным генотипом – высоким уровнем аспарагиновой кислоты и аспарагина, а также низкой концентрацией глицина, таурина и β -аланина ($P < 0,05$) по сравнению с их содержанием в плазме крови животных соответствующего пола с генотипами GG и GA.

AMINO ACID PROFILE OF BLOOD PLASMA OF MINKS WITH MLPH GENE POLYMORPHISM

A. A. Glazev, S. D. Klisa, O. A. Epishko, E. S. Cheburanova

EI «Yanka Kupala State University of Grodno»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230023, Grodno,
22 Ozheshko st.; e-mail: mail@grsu.by)

Key words: gene polymorphism, minks, fur coloration, blood plasma, free amino acids, diagnostics

Summary. In this work was investigated an amino acid profile of blood plasma of minks under polymorphism of the gene determining melanophilin formation (MLPH). DNA-diagnostics of MLPH gene polymorphism was performed by PCR-analysis using special primers. Amino acid profile of blood plasma of minks was screened by reversed-phase liquid chromatography with fluorescence detection. The polymorphism of the MLPH gene in the studied groups of minks was found to be associated with marker changes in the amino acid profile of their blood plasma, determined by sex and genotype of the animal and characterized by: in female mink with AA-genotype – reduced quantitative content of arginine, leucine and

phosphoethanolamine, and in male mink with a similar genotype – a high level of aspartic acid and asparagine, as well as a low concentration of glycine, taurine and β -alanine ($P < 0,05$) compared with their content in blood plasma of animals with GG- and GA-genotype.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Основные хозяйственно ценные (селекционные) признаки пушных зверей (в частности, норок) – это тип волосяного покрова, густота и окраска их меха, причем последний признак является результатом высокой генетической изменчивости данной группы животных, которая в условиях их domestikации привела к возникновению множественного аллелизма генов, детерминирующих окраску меха норок [1].

Вместе с тем интенсификация разведения данного вида пушных зверей без должного (на начальном этапе) молекулярно-генетического скрининга привела к накоплению и проявлению различных мутаций, обуславливающих широкие вариации окраски их меха и соответствующее снижение товарных качеств конечного продукта (шкурки норки), реализуемого на рынке.

Одновременно, некоторые мутации генов, отвечающие за формирование окраски меха норок, оказывают плеiotропный эффект, приводящий к изменению ряда физиологических процессов, например, снижению устойчивости животных к некоторым заболеваниям и их плодовитости [2], изменению ряда биохимических показателей [3] и морфофункциональных особенностей клеток [4] у мутантных форм норок.

В связи с этим возникает необходимость более детального исследования биологических эффектов полиморфизма ряда генов, детерминирующих окраску волосяного покрова норок.

Цель работы – исследовать изменения в аминокислотном профиле плазмы крови норок при полиморфизме гена, детерминирующего образование меланофилина (MLPH).

Материал и методика исследований. В качестве объекта исследований использовали плазму крови самцов и самок норки, разводимой в зверохозяйстве в д. Стриевка (Гродненский район).

Геномную ДНК для генетического анализа выделяли из ткани животных перхлоратным методом.

Реакционная смесь для проведения полимеразной реакции по гену MLPH, детерминирующего образование меланофилина, готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: 1хTaq-буфер – 1,6 мкл; $MgCl_2$ (25 mM) – 0,5 мкл; смесь dNTP (25 mM) – 2 мкл; праймеры – 0,5 мкл; Taq-полимераза – 0,5 мкл; ДНК (100-200 нг/мкл) – 0,5 мкл; вода (дистиллированная) – 18,9 мкл.

Для проведения амплификации фрагмента гена MLPN использовались следующие праймеры:

- MLPN.Exon1 fw: 5'-TGTTCAAAAAGCTCTAAAAGCCTCC-3'
rev: 5'-GGTATTATAGAGGGCACAGCTTGCA-3';
- MLPN.Exon2 fw: 5'-TTAGAAAAGCATTACACCCAGGTCC-3'
rev: 5'-GCATTGATGCTTCCTGCTGTCTG-3'.

Полимеразная цепная реакция была проведена на амплификаторе C100 Touch Thermal Cycler.

Режим амплификации состоял из следующих этапов: «горячий старт» – 5 мин при температуре 94 °C; 35 циклов: денатурация – 30 с при 94 °C, отжиг – 30 с при температуре 54 °C, синтез – 30 с при 72 °C; до-стройка – 5 мин при температуре 72 °C.

Концентрацию и специфичность амплификатов оценивали электрофоретическим методом в 3 % агарозном геле при напряжении 90 В в течение 90 мин. Длина амплифицированного фрагмента ДНК составляла 500 и 300 п. н.

Количественный анализ свободных аминокислот и их метаболитов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии их ортофталевых и флуоренилметилхлороформатных производных в белковых хлорнокислых экстрактах биологических образцов на аналитической колонке, заполненной обращенно-фазовым сорбентом Zorbax Eclipse XDB-C8, в режиме градиентного элюирования подвижной фазой на основе 0,1 М натрий-ацетатного буфера и органического модификатора ацетонитрила в объемной доле – 70 %, при скорости потока элюента – 0,2 мл/мин, температуре анализа 38 °C и детектирования по флуоресценции – 231/445 нм по методу внутреннего стандарта, в качестве которого использовали δ-аминовалериановую кислоту [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение генетической структуры популяции норок (n = 96), разводимых в зверохозяйстве в д. Стриевка Гродненского района, выявило наличие мутантного аллеля (A) гена MLPN, частота встречаемости которого в исследуемой популяции животных составила 10,9 %, частота встречаемости генотипов AA составила 6,25 %.

Основные показатели эндогенного профиля свободных аминокислот и их метаболитов в плазме крови у обследованных групп самцов и самок норок при полиморфизме гена MLPN представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Концентрация свободных аминокислот и их метаболитов в плазме крови самок норки при полиморфизме гена MLPH

Аминокислоты и их метаболиты	Молярная концентрация, 10 ⁻⁶ моль/дм ³		
	Генотип GG (здоровые особи)	Генотип GA (скрытые носители мутации)	Генотип AA (мутация гена MLPH)
CA	0,35 ± 0,19	0,25 ± 0,24	0,23 ± 0,12
Asp	11,51 ± 4,66	18,16 ± 1,91*	6,81 ± 2,67 ^Δ
Glu	161,56 ± 72,21	432,29 ± 153,99*	141,86 ± 36,43 ^Δ
Asn	15,38 ± 5,61	25,11 ± 4,37*	21,32 ± 10,08
Ser	197,79 ± 53,50	210,41 ± 17,10	179,61 ± 54,75
Gln	155,08 ± 84,48	42,27 ± 4,08*	151,88 ± 47,25 ^Δ
His	42,06 ± 18,56	34,68 ± 4,43	28,37 ± 6,62
Gly	385,09 ± 82,62	390,50 ± 62,60	321,34 ± 125,52
MHis3	9,67 ± 4,25	7,84 ± 2,54	2,09 ± 2,80* ^Δ
PEA	7,99 ± 3,59	7,46 ± 0,95	2,97 ± 4,70* ^Δ
Thr	177,40 ± 78,37	118,56 ± 16,81	148,88 ± 85,62
Ctr	9,33 ± 2,82	8,53 ± 1,49	10,03 ± 2,09
Arg	113,66 ± 34,01	114,49 ± 7,16	66,47 ± 4,45* ^Δ
bAla	7,67 ± 3,36	7,81 ± 1,10	4,86 ± 1,32 ^Δ
Ala	328,02 ± 139,90	331,18 ± 42,68	289,04 ± 127,02
Tau	268,83 ± 85,25	363,45 ± 77,48*	198,00 ± 95,48 ^Δ
bABA	12,86 ± 6,39	14,68 ± 3,14	6,83 ± 4,25 ^Δ
GABA	1,52 ± 0,84	1,23 ± 0,49	1,11 ± 0,24
Tyr	37,09 ± 10,47	39,77 ± 4,05	31,65 ± 3,92 ^Δ
aABA	15,42 ± 5,10	16,72 ± 3,02	14,45 ± 1,74
EA	22,37 ± 7,59	31,45 ± 5,44*	18,00 ± 9,15 ^Δ
Val	222,77 ± 183,24	260,21 ± 134,56	185,26 ± 169,17
Met	15,88 ± 4,26	14,40 ± 4,09	14,59 ± 2,09
Trp	56,61 ± 15,10	70,19 ± 9,51*	65,99 ± 4,56
Ile	74,81 ± 36,32	75,40 ± 10,49	66,54 ± 47,12
Phe	57,64 ± 13,50	57,00 ± 6,59	53,07 ± 6,59
Leu	121,48 ± 72,69	147,00 ± 30,00	38,07 ± 16,02* ^Δ
HPro	76,33 ± 72,04	47,73 ± 4,15	38,39 ± 20,47
Orn	20,74 ± 10,17	29,75 ± 4,69*	13,18 ± 5,08 ^Δ
Lys	44,99 ± 37,87	35,94 ± 6,42	21,18 ± 5,14 ^Δ
Pro	169,46 ± 51,66	156,98 ± 89,32	90,04 ± 64,88*

Примечание

1 * – достоверно различаются значения по сравнению с соответствующей группой животных с генотипом GG ($P < 0,05$);

2 ^Δ – достоверно различаются значения по сравнению с соответствующей группой животных с генотипом GA ($P < 0,05$)

Таблица 2 – Концентрация свободных аминокислот и их метаболитов в плазме крови самцов норки при полиморфизме гена MLPH

Аминокислоты и их метаболиты	Молярная концентрация, 10^{-6} моль/дм ³		
	Генотип GG (здоровые особи)	Генотип GA (скрытые носители мутации)	Генотип AA (мутация гена MLPH)
CA	0,65 ± 0,39	0,39 ± 0,29	0,93 ± 0,18
Asp	11,54 ± 3,70	11,36 ± 1,03	24,81 ± 3,84* ^Δ
Glu	166,49 ± 49,53	179,74 ± 63,86	206,62 ± 36,01
Asn	15,04 ± 6,17	15,88 ± 2,80	28,78 ± 2,96* ^Δ
Ser	223,63 ± 49,53	269,86 ± 30,78	205,54 ± 47,17
Gln	76,14 ± 45,63	36,49 ± 38,12	105,52 ± 16,36 ^Δ
His	11,53 ± 13,33	6,90 ± 7,08	19,88 ± 4,05 ^Δ
Gly	446,36 ± 98,67	509,10 ± 129,37	327,56 ± 46,34* ^Δ
MHis3	6,24 ± 5,58	5,91 ± 1,31	2,66 ± 0,69 ^Δ
PEA	7,71 ± 2,32	9,85 ± 1,74	4,65 ± 0,57* ^Δ
Thr	200,80 ± 52,12	272,46 ± 106,52*	150,31 ± 27,73
Ctr	3,57 ± 3,53	2,56 ± 1,99	3,28 ± 0,82
Arg	61,15 ± 56,43	52,03 ± 55,16	94,83 ± 12,09
bAla	8,81 ± 2,84	10,63 ± 3,59	4,97 ± 0,94* ^Δ
Ala	319,21 ± 77,47	374,98 ± 74,24	251,98 ± 40,98 ^Δ
Tau	365,53 ± 99,56	451,87 ± 165,35	235,26 ± 28,36* ^Δ
bABA	4,71 ± 2,02	2,83 ± 1,83	1,76 ± 0,29*
GABA	2,72 ± 1,40	2,50 ± 0,30	1,85 ± 0,84
Tyr	9,37 ± 13,74	8,41 ± 5,97	21,35 ± 1,74 ^Δ
aABA	6,74 ± 4,03	3,88 ± 3,88	24,54 ± 6,06* ^Δ
EA	28,11 ± 7,33	30,45 ± 9,76	23,44 ± 2,43
Val	209,50 ± 92,31	345,69 ± 143,05*	174,37 ± 55,52
Met	10,11 ± 8,91	5,25 ± 5,29	5,42 ± 2,67
Trp	47,49 ± 25,59	82,95 ± 24,10*	62,06 ± 9,00
Ile	62,49 ± 20,41	63,44 ± 16,05	75,39 ± 14,28
Phe	23,27 ± 22,17	13,15 ± 12,79	34,65 ± 2,96 ^Δ
Leu	67,75 ± 49,69	63,26 ± 2,14	85,48 ± 15,04 ^Δ
HPro	102,72 ± 51,29	165,01 ± 70,85*	68,53 ± 20,23 ^Δ
Orn	21,35 ± 7,22	33,16 ± 15,18*	22,17 ± 8,50
Lys	24,36 ± 9,89	22,30 ± 4,75	24,69 ± 6,03
Pro	175,20 ± 59,96	198,51 ± 34,78	238,71 ± 32,34*

Примечание

1 * – достоверно различаются значения по сравнению с соответствующей группой животных с генотипом GG ($P < 0,05$);

2 ^Δ – достоверно различаются значения по сравнению с соответствующей группой животных с генотипом GA ($P < 0,05$).

Сравнительный анализ аминокислотного профиля плазмы крови самок норки показал, что мутация в гене MLPH (генотип AA) сопровождается статистически значимыми ($P < 0,05$) изменениями в содержании

аргинина (Arg), лейцина (Leu) и пролина (Pro), концентрация которых существенно снижается (более чем в 1,7 раза) по сравнению с их уровнями у животных с генотипом GG, а изменения в аминокислотном профиле плазмы крови самок норок, являющихся гетерозиготными носителями мутации в гене MLPN (генотип GA), имеют разнонаправленный характер и характеризуются значительным (более чем на 30 %) увеличением в крови уровней аспарагиновой (Asp) и глутаминовой кислот (Glu), аспарагина (Asn), орнитина (Orn), основного метаболита серосодержащих аминокислот – таурина (Tau), ароматической аминокислоты – триптофана (Trp), а также значительным снижением (более чем в 3 раза) содержания основного метаболита глутаминовой кислоты – глутамина (Gln) по сравнению с их уровнями в плазме крови животных с генотипом GG (таблица 1).

Одновременно, в сравнении с гетерозиготными животными (с генотипом GA) аминокислотный профиль плазмы крови самок норок с генотипом AA характеризуется значительными отличиями по более широкому спектру исследуемых соединений, в частности, установлено достоверное ($P < 0,05$) снижение концентраций глутаминовой кислоты, аргинина, таурина, тирозина (Tyr), лейцина, орнитина и лизина (Lys), а также повышение (более чем в 3,2 раза) концентрации глутамина (таблица 1).

В плазме крови самцов норок с генотипом AA имеет место статистически значимое ($P < 0,05$) увеличение (на 40 %) количественного содержания гетероциклической аминокислоты – пролина, аспарагиновой кислоты и ее основного метаболита – аспарагина (более чем на 80 %), а также снижение уровней таурина и глицина (Gly) (более чем на 50 %) по сравнению с их содержанием в крови животных с генотипом GG, а в сравнении с гетерозиготами (генотип GA) аминокислотный профиль плазмы крови самцов норки (дополнительно к ранее установленным изменениям) характеризуется увеличением концентрации аминокислот глутамина, гистидина (His), тирозина, фенилаланина (Phe) и лейцина, а также значительным снижением (более чем на 45 %) уровней аланина (Ala) и гидроксипролина (HPro) (таблица 2).

Вместе с тем носительство мутации в гене MLPN (генотип GA) сопровождается выраженными изменениями в аминокислотном профиле плазмы крови самцов норки, которые характеризуются статистически значимыми ($P < 0,05$) различиями в содержании валина (Val), гидроксикаминокислоты – треонина (Thr), ароматической аминокислоты – триптофана и метаболитов – гидроксипролина и орнитина, концентрация которых в крови исследуемой группы норок увеличивалась более чем на 42 % по сравнению с генетически здоровыми животными (таблица 2).

В целом, половые различия у исследуемых животных оказывают существенное влияние на характер изменений в аминокислотном спектре их плазмы крови при полиморфизме гена MLPH. В частности, установлено, что изменения в аминокислотном профиле плазмы крови самцов норки с генотипом AA в сравнении с аминокислотным профилем плазмы крови самок норки характеризуются общей тенденцией снижения уровней цитруллина (Citr), тирозина, метионина (Met) и фенилаланина (таблицы 1-2) вне зависимости от генотипа исследуемых животных.

Однако половые различия норок обуславливают и специфические изменения в содержании исследуемого класса соединений в зависимости от генотипа животных. Так, у самцов норки с генотипом GA наблюдается увеличение (более чем в 3 раза) концентрации аспарагиновой кислоты в плазме крови по сравнению с ее уровнем в плазме крови у самок, а у самцов норки с генотипом GA уровень данной аминокислоты уже снижается (в 1,6 раза) по сравнению с ее содержанием в крови у норок противоположного пола. Аналогичная картина изменений наблюдается и при сравнительном анализе уровней лейцина в плазме крови исследуемых животных.

Сравнительный анализ содержания свободных аминокислот и их метаболитов в плазме крови норок с генотипом GG показал разнонаправленный характер изменений в их аминокислотном спектре в зависимости от пола животного, для которого присуща общая тенденция снижения в плазме крови самцов концентраций большинства достоверно изменяющихся аминокислот, за исключением уровней аминокислот с короткой углеродной цепью – серина (Ser), глицина, а также одного из продуктов метаболизма серосодержащих аминокислот – таурина, концентрации которых незначительно выше (более чем на 14 %) чем их уровни в крови генетически здоровых самок (таблицы 1-2).

Закключение. Таким образом, полиморфизм гена MLPH у исследуемых норок ассоциирован с маркерными изменениями в аминокислотном профиле их плазмы крови, обусловленными полом и генотипом животного и характеризующимися у самок норки с генотипом AA пониженным содержанием аргинина, лейцина и фосфоэтаноламина, а у самцов норки с аналогичным генотипом – высоким уровнем аспарагиновой кислоты и аспарагина, а также низкой концентрацией глицина, таурина и β -аланина ($P < 0,05$) в плазме крови по сравнению с их содержанием у животных соответствующего пола с генотипами GG и GA.

Установленные изменения вероятно обусловлены метаболическим дисбалансом, развивающимся в организме исследуемых сельскохозяйственных животных на фоне наличия (носительства) мутации в гене

MLPN, который затрагивает процессы промежуточного обмена свободных аминокислот и их метаболитов в их клетках.

Выявленные метаболические особенности у исследованных групп норок являются основой для дальнейшего изучения влияния различных генетических аномалий на обменные процессы ключевых низкомолекулярных эндогенных соединений в животной клетке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колдаева, Е. М. Научные аспекты совершенствования хозяйственно полезных признаков пушных зверей: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.03 / Е. М. Колдаева. – Родники, 2005. – 48 с.
2. Алферова, О. О. Плодовитость норок разных генотипов по окрасу: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / О. О. Алферова. – Санкт-Петербург, 2004. – 28 с.
3. Берестов, В. А. Ферменты крови пушных зверей / В. А. Берестов, Л. К. Кожевникова. – Л.: Наука, 1981. – 184 с.
4. Кижина, А. Г. Морфофункциональные особенности лейкоцитов крови и костного мозга норок: *Mustela vison* Schr.: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / А. Г. Кижина. – Петрозаводск, 2011. – 22 с.
5. МВИ.МН 3201-2009 «Определение содержания свободных аминокислот и их производных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» / Л. И. Нефедов, А. А. Глазев, Е. М. Дорошенко. – Гродно, ГрГУ им. Я. Купалы, 2009. – 18 с.

УДК 636.2.034.636.087.7

ГЕНОТИПИРОВАНИЕ КУР ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ГЕНУ ГОРМОНА РОСТА (GH) И ПРОЛАКТИНА (PRL)

В. Ю. Горчаков¹, А. И. Киселев², С. В. Жогло²

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223036,

г. Заславль, ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onspititsa@tut.by)

Ключевые слова: *гены, генотип, куры, гормон роста, пролактин, продуктивность.*

Аннотация. *Разработаны и адаптированы методики, позволяющие определить и изучить полиморфизм гена гормона роста и гена пролактина у кур отечественной селекции яичного направления продуктивности. Результаты исследований показали, что в линиях кур по гормону роста (GH) имеются генотипы AA – 46,43 %, AB – 32,14 %, BB – 3,57 %, CC – 10,71 %, AC – 1,43 %; а в линиях кур по гормону пролактину (PRL) встречаются генотипы CC – 52 %, CT – 34 %, TT – 14 %. Более высокими продуктивными показателями обладали куры с генотипом CC по гормону пролактина (PRL) и с генотипом AA по гормону роста (GH).*

GENOTYPING HENS OF DOMESTIC SELECTION ON GENE GENERAL (GH) AND PROLANTIN (PRL)

V. Yu. Gorchakov, A. I. Kiselev, S. V. Joglo

1 – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

2 – RUE «Experimental scientific station of poultry breeding»

Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,

2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: genes, genotype, hens, growth hormone, prolactin, productivity.

Summary. *Methods have been developed and adapted to determine and study the polymorphism of the Gene General and Prolantin gene in chickens of the domestic selection of the egg direction of productivity. The research results showed that in the lines of chickens along the growth hormone (GH) there are AA genotypes – 46,43 %; AB – 32,14 %; BB – 3,57 %, SS – 10,71 %; AS – 1,43 %; and in the lines of chickens along the hormone prolactin (PRL) there are SS genotypes – 52 %, ST – 34 %, TT – 14 %. High productive indicators were possessed by chickens with the SS genotype on the hormone prolactin (PRL) and with the AA genotype on growth hormone (GH).*

(Поступила в редакцию 02.06.2023 г.)

Введение. Цель промышленного птицеводства заключается в производстве большого количества яиц высокого качества с низкими затратами труда и кормовых средств. Именно поэтому на сегодняшний день так актуален вопрос поиска локусов количественных признаков, связанных с продуктивными признаками как сельскохозяйственных животных, так и птиц. Использование молекулярных маркеров в современной генетике позволяет значительно ускорить процесс селекции в сельском хозяйстве как в животноводстве, так и в птицеводстве [1].

Метод генотипирования животных, в частности птицы, по генам, отвечающим за продуктивные качества, является мощным инструментом в селекционной работе. Взаимосвязь полиморфных вариантов генетической изменчивости и их использование в качестве генетических маркеров позволит повысить эффективность селекции кур яичного направления. На протяжении последних 10-15 лет проводятся исследования, направленные на изучение генома кур, выявление и идентификацию вариантов генетического полиморфизма, а также выявление взаимосвязи полиморфных вариантов генетической изменчивости с хозяйственно полезными признаками продуктивности. Неоднократно было доказано, что показатели продуктивности, а также репродуктивные качества животных и птиц напрямую зависят от генетических факторов [2].

В основе геномной селекции лежит изучение полиморфизма целевых генов, аллельные варианты которых связаны с продуктивными качествами животных. Аллельные варианты функциональных генов возникают в результате различных модификаций нуклеотидного состава, таких как точечные мутации (однонуклеотидный полиморфизм, single nucleotide polymorphism SNP), инсерции / делеции (indel) и т. д. В любом случае выявление полиморфизма и последующее изучение его корреляции с продуктивными признаками служат основой дальнейшей направленной селекции. Наиболее интересен поиск полиморфизма в генах, которые кодируют регуляторные белки, участвующие в контроле роста и дифференцировки, в частности гормоны. В свою очередь, физиологический эффект любого гормона напрямую зависит от его рецептора, что определяет целесообразность изучения полиморфизма генов, кодирующих как сами гормоны, так и их рецепторы [3].

Когда оба аллеля в паре совершенно одинаковы (например, ОО, АА), то такой генотип и его обладатель называются гомозиготным, а когда эти аллели разные (скажем, АО) – гетерозиготным [4].

Поиск взаимосвязи полиморфных вариантов генетической изменчивости с яичной продуктивностью кур и использование их в качестве генетических маркеров позволит повысить эффективность селекции кур яичной направленности. С этой точки зрения в генетике птицы в качестве одного из наиболее перспективного гена-кандидата для изучения полиморфизма и связи аллельных вариантов с продуктивными качествами птицы рассматривают ген гормон роста (GH) и ген пролактин (PRL) [5].

Гормон роста (GH) относится к классу пептидных гормонов с широким спектром регулируемых функций. Так, гормон роста принимает непосредственное участие в регуляции роста и дифференцировки различных типов тканей организма. Гормон пролактин (PRL), являясь пептидным гормоном, оказывает серьезное влияние на обменные процессы в организме млекопитающих и птиц благодаря своей ростовой, анаболической, гипергликемической и лактогенной активности [6].

Целью исследований является разработка и адаптация методики, позволяющей определить и изучить полиморфизм гена гормона роста и гена пролактина у кур отечественной селекции яичного направления продуктивности.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на базе отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет». В лаборатории имеется современный генетический анализатор для расшифровки ДНК (3500 Applied Biosystems); ДНК-амплификаторы для

проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР); спектрофотометр Implen Nano Photometer P-Class, позволяющий исследовать сверхмалые объемы образцов (до 0,3 мкл); для анализа концентрации нуклеиновых кислот и белков, скорости роста бактерий, кинетики реакции имеется система гель-документирования GelDoc XR+; приборы для детекции хемилюминесцентных красителей или 2D-гелей высокого разрешения, вестерн-блоттинга, 2D-электрофореза, дот-блоттинга, денситометрии. Все оборудование сертифицировано в Республике Беларусь и соответствует международным стандартам.

В качестве объекта исследований использовали биологический материал, полученный от птицы отечественной селекции яичного кросса кур, несущего яйца с коричневой окраской скорлупы (линии K1, K3 и K4). Для исследований было отобрано 140 проб крови птицы. Кровь отбирали из гребня с помощью скарификатора на стерильную фильтровальную бумагу. ДНК из опытных образцов выделяли с помощью коммерческого набора для очистки ДНК «Арт ДНК». Концентрация выделенных нуклеиновых кислот регистрировалась с помощью спектрофотометра Implen P330.

Амплификацию гена гормона роста (GH) проводили с помощью синтетических олигонуклеотидов, имеющих следующую последовательность:

GH – F: 5'- ATCCCCAGGCAAACATCCTC-3';

GH – R: 5'- CCTCGACATCCAGCTCACAT-3'.

ПЦР-программа: «горячий старт» – 4 мин при 94 °С; 35 циклов: денатурация – 1 мин при 94 °С, отжиг – 45 с при 54 °С, синтез – 30 с при 72 °С; достройка – 10 мин при 72 °С.

Амплификацию гена GH проводили с использованием реакционной смеси, объемом 20 мкл, содержащую: 1хTaq-буфер, 0,2 mM dNTP's, 2 mM MgCL₂, 500-1000 пМ каждого праймера, концентрация Taq ДНК-полимеразы, 1 ед. геномной ДНК.

Продукт амплификации разделяли в 2 % агарозном геле (аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по длине, основан на разной скорости движения фрагментов разной длины при движении в геле под действием внешнего электрического поля) в течение 50 мин, используя напряжение 110 В.

Дальнейший анализ аллельных вариантов гена проводили с помощью эндонуклеазной рестриктазы MspI. Продукт амплификации расщепляли рекстриктазой, смесь инкубировали при температуре 37 °С в течение 12-16 ч, после чего разделение продуктов рестрикции проводили в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В.

Визуализацию полученных результатов проводили с использованием гель-документирующей системы GelDoc XR+, Bio-Rad. Наличие того или иного аллеля определяется присутствием цитозина или тимина в сайте рестрикции. У гена гормона роста (GH) (1-й интрон) возможны три аллеля. Для аллеля А характерно наличие одного сайта рестрикции, для аллеля В – двух, для аллеля С – трех. При расщеплении продуктов амплификации гена гормона роста распознавались следующие генотипы: АА – 539/237 п. н., ВВ – 392/237 и 147 п. н., СС – 267/237/147 и 125 п. н., АВ – 539/392/237 и 147 п. н., АС – 267/237/147 и 125 п. н., ВС – 267/237/147 и 125 п. н.

На рисунке 1 представлена электрофореграмма продуктов рестрикции первого интрона гена гормона роста.

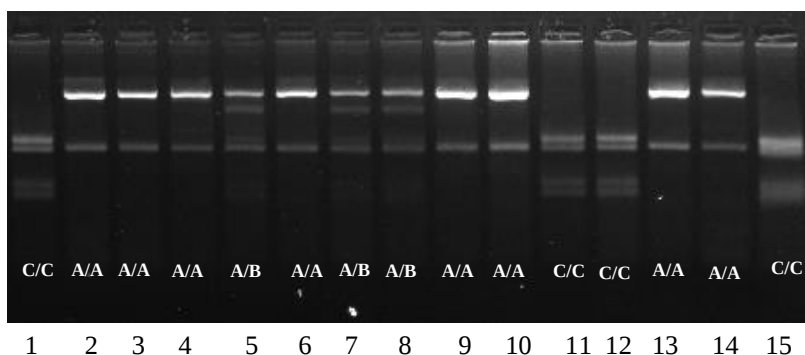


Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов рестрикции первого интрона гена гормона роста у кур отечественной селекции; 1-15 – номера лунок (А/А, А/В, С/С – генотипы)

Продуктивные показатели яичной птицы по гену гормона роста (GH) определяли у генотипов АА, АВ и АС.

Полиморфизм гена пролактина определяли по двум показателям – 24 бр (PRL) и 5FA (PRL). Первый показатель определял инсерцию, размером 24 п. н., его определяли сравнительным анализом длины амплифицированных фрагментов при проведении электрофореза; второй показатель – однонуклеотидный полиморфизм – при помощи рестрикционного анализа с помощью рестриктазы AluI.

Для амплификации участка гена PRL использовали праймеры:

- PRL24 1: 5'-TTT AAT ATT GGT GGG TGA AGA GACA-3';
- PRL24 2: 5'-ATG CCA CTG ATC CTC GAA AAC TC-3';
- PRL 5FA1: 5'-AGA GGC AGC CCA GGC ATT TTAC-3';
- PRL5FA2: 5'-CCT GGG TCT GGT TTG GAA ATTG-3'.

ПЦР-программа: «горячий старт» – 5 мин при 94 °С; 35 циклов: денатурация – 30 с при 94 °С, отжиг – 30 с при 54 °С, синтез – 30 с при 72 °С; достройка – 5 мин при 72 °С.

Амплификацию гена PRL проводили с использованием реакционной смеси, объемом 20 мкл, содержащую 1хTaq-буфер, 0,2 мМ dNTP's, 2 мМ MgCl₂, 500-1000 пМ каждого праймера, 0.05 е. а./мкл Taq-полимеразы, 1 ед. геномной ДНК.

Продуктивные показатели яичной птицы по гену пролактина (PRL) определяли у генотипов СС, СТ и ТТ.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам оценки Msp-полиморфизма в 1-м интроне гена гормона роста (GH), в изученной популяции кур, имелись особи пяти (из шести возможных) генотипов – АА, АВ, ВВ, СС, АС. Хотелось бы отметить, что в изученной популяции отсутствовали особи с генотипом ВС.

Анализ полиморфизма 140 голов кур отечественной селекции по гену гормона роста (GH) показал, что в линиях кур среди гомозигот встречаются генотипы АА – 49,43 %, АВ – 34,86 %, ВВ – 3,57 %, СС – 10,71 % и АС – 1,43 % (рисунок 2).

Таким образом, у птицы яичного направления наибольшую частоту встречаемости имел гомозиготный генотип АА, наименьшую – генотипы ВВ и АС.

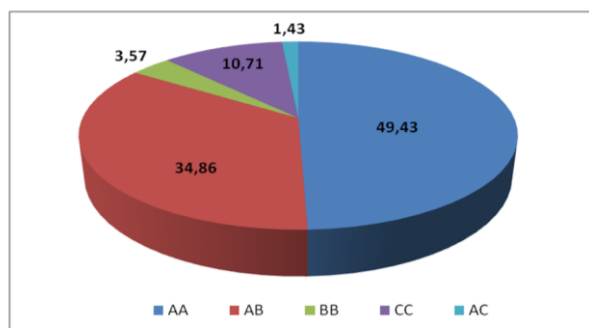


Рисунок 2 – Частота встречаемости генотипов по гену GH, %

Частота встречаемости аллелей GH^A, GH^B и GH^C составила соответственно 0,625; 0,196 и 0,072. При этом в популяции выявлено нарушение генетического равновесия ($P < 0,01$) в сторону преобладания особей с аллелем GH^A, что связано с проведением преимущественной селекции птицы на увеличение яичной продуктивности.

При анализе полиморфизма в 1-м интроне гена гормона роста в исследуемой популяции кур был найден аллель С в гетерозиготном состоянии (АС), при этом его частота составила 0,072. Следует отметить тот интересный факт, что как таковой аллель С, согласно данным специальной литературы, практически полностью отсутствует в популяциях коммерческих линий, однако присутствует у некоторых аборигенных пород [9].

Анализ полиморфизма кур отечественной селекции по гену пролактина PRL(5FA) показал, что в стаде петухов генотип СС распределен в зависимости от группы от 10 до 100 %, самок – от 10 до 50 %. Гетерозиготный генотип СТ варьировал у самцов в диапазоне от 0 до 42 %, у кур – от 30 до 90 %, носителями генотипа ТТ являлись куры в зависимости от группы в диапазоне от 0 до 14,06 %, лишь в одной группе птицы наблюдалась высокое содержание нежелательного аллеля составило 60 %, у петухов нежелательный генотип варьировал в зависимости от исследуемой группы от 0 до 60 % (рисунок 3).

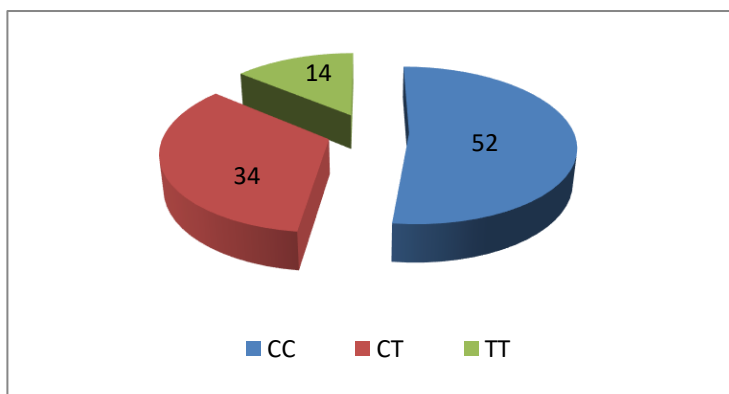


Рисунок 3 – Частота встречаемости генотипов по гену PRL, %

Частота встречаемости аллелей PRL^C и PRL^T составила в зависимости от группы у кур от 0,250 и 0,850 соответственно. При этом в популяции выявлено нарушение генетического равновесия ($P < 0,01$) в сторону преобладания особей с аллелем PRL^C, что связано с проведением преимущественной селекции птицы на увеличение яичной продуктивности.

Продуктивные показатели у кур с разными аллельными вариантами пролактина (PRL) и гормона роста (GH) представлены в таблице.

Таблица – Показатели яичной продуктивности кур с разными аллельными вариантами пролактина (PRL) и гормона роста (GH)

Гено-тип	Продуктивный признак			
	Средняя яйценос-кость E_{n12} , шт.	Средняя яйценос-кость E_{n40} , шт.	Средняя масса яйца Ew_{30} , г	Средняя масса яйца Ew_{52} , г
PRL				
CC	$75,38 \pm 2,33^{**}$	$201,50 \pm 8,43$	$54,80 \pm 1,44^*$	$58,57 \pm 1,86$
CT	$67,04 \pm 1,34$	$192,29 \pm 3,09$	$50,95 \pm 0,54$	$57,46 \pm 0,60$
TT	$67,82 \pm 1,21^{**}$	$188,32 \pm 3,45$	$52,25 \pm 0,65$	$59,50 \pm 0,82$
GH (Mspl)				
AA	$67,53 \pm 1,05$	$191,01 \pm 2,65$	$51,63 \pm 0,42$	$58,34 \pm 0,57$
AB	$66,50 \pm 3,62$	$181,79 \pm 8,57$	$51,08 \pm 2,81$	$58,93 \pm 2,91$
AC	$63,00 \pm 4,40$	$171,50 \pm 26,05$	$51,27 \pm 2,34$	$58,94 \pm 1,33$

Примечание

1 E_{n12} и E_{n40} – число яиц соответственно за 12 и 40 недель про-дуктивного периода;

2 Ew_{30} и Ew_{52} – масса яйца соответственно на 30-ю и 52-ю неделю жизни

В соответствии с полученными данными, приведенными в таб-лице, более высокими продуктивными показателями обладали куры с генотипом CC по гормону пролактина (PRL) и с генотипом AA по гор-мону роста (GH).

Так, средняя яйценоскость птицы в возрасте 12 недель у кур с ге-нотипом CC (по гормону пролактина) превышала показатели несушек с генотипом CT на 8,34 шт., или 12,4 %, а с генотипом TT – на 7,56 шт., или 11,1 %; куры с генотипом AA (по гормону роста) превосходили кур с генотипом AB на 1,03 шт., или 1,5 %, и кур с генотипом AC – на 4,53 шт., или 7,2 %. Эта тенденция сохранилась и с увеличением воз-раста птицы. Так, в 40-недельном возрасте куры с генотипом CC превос-ходили по продуктивности кур с генотипом CT на 4,8 % и кур с геноти-пом TT на 7,0 %; куры с генотипом AA превосходили кур с генотипом AB на 5,1 % и кур с генотипом AC на 11,3 %.

Средняя масса 1 яйца у кур с генотипом CC в возрасте 30 недель со-ставила 54,8 г, что на 7,6 % выше по сравнению с показателем, полученным от кур с генотипом CT, и на 4,9 % выше по сравнению с птицей генотипа TT. В возрасте 52 недель более высокой средней массой 1 яйца обладали

куры с генотипом ТТ – 59,5 г, что на 1,6 % выше по сравнению с курами с генотипом СС и на 3,6 % по сравнению с птицей с генотипом СТ.

При изучении изменения средней массы 1 яйца у кур-несушек по гормону роста оказалось, что куры с генотипом АА в возрасте 30 недель превосходили показатели сверстниц с генотипом АВ на 1,07 %, а кур с генотипом АС – на 0,7 %. На 52-ю неделю жизни несушки с генотипами АС и АВ несколько превосходили по средней массе 1 яйца кур с генотипом АА в среднем на 1,0 %.

Заключение. В результате проведенных исследований были разработаны и адаптированы методики генотипирования птицы отечественной селекции по гену гормона роста и гену пролактина, позволяющие изучить генетическую структуру птицы, прогнозировать их дальнейшую продуктивность, что позволит при целенаправленной селекции сформировать родительское стадо кур, от которого возможно получение высокопродуктивного потомства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов, Ю. П. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова // Генетика. – 2002. – Т. 38. – С. 1173-1195.
2. The PIT1 gene polymorphisms were associated with chicken growth traits / Q. Nie [et al.] // BMC Genetics, 2008. – С. 20.
3. Кулибаба, Р. А. Полиморфизм генов гормона роста, рецептора гормона роста, пролактина и рецептора пролактина в связи с яичной продуктивностью у кур породы полтавская глинистая / Р. А. Кулибаба // Сельскохозяйственная биология. – Том 50. – № 2. – 2015. – С. 198-207.
4. Что такое гомозиготный и гетерозиготный генотип // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unotices.com/answer-u/21172>.
5. Полиморфизм гена пролактина у кур и петухов отечественной селекции / Н.М. Юрага [и др.] // Сборник научных статей по материалам XXIV международной научно-практической конференции «К 70-летию образования университета» (Ветеринария, зоотехния), г. Гродно, 2021. – С. 214-216.
6. Митрофанова, О. В. Полиморфизм в промоторе гена пролактина и его ассоциация с направлением продуктивности у кур / О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева, А. А. Крутикова // Научный журнал КубГАУ. – № 111 (07). – 2015. – С. 4.

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕЗУЛЬТАТОВ
ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ АСПИРАЦИИ ООЦИТОВ
У ЛАКТИРУЮЩИХ ДОНОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ**

**А. С. Дешко, Л. В. Голубец, Т. Ю. Драгун, М. А. Сехина,
Е. Л. Гайсенок, Д. Н. Харитоник, А. А. Сехин**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: донор, аспирация, ОКК, ооцит, эмбрион, бластоциста, качество, реципиент, трансплантация, пересадка, стельность.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению некоторых аспектов эффективности прижизненной аспирации ооцитов у лактирующих коров-доноров голштинской породы. По результатам исследований установлено, что средний выход ооцитов на одну аспирацию составил 10,3 ОКК (ооцит-кумулюсный комплекс), доля пригодных для постановки на дозревание – 84,9 %, из которых 48,4 % ооцит-кумулюсных комплексов оказалось отличного и хорошего качества. Выход эмбрионов от числа оплодотворенных ооцитов колебался в зависимости от используемого быка от 8,3 до 41,7 % при среднем показателе 25,2 %. Установлено, что наиболее эффективной пересадка эмбрионов оказалась реципиентам в возрасте 14 месяцев. Уровень стельности составил 53,1 %, что на 15,3-33,1 п. п. выше по сравнению с телками других возрастов и на 19,8 п.п. выше по сравнению с коровами. В зависимости от используемого быка уровень стельности колебался от 25,0 до 100 %.

**SOME ASPECTS OF THE RESULTS OF TRANSVAGINAL
OOCYTE ASPIRATION IN LACTATING HOLSTEIN DONORS**

**A. S. Deshko, L. V. Golubets, T. Yu. Dragun., M. A. Sekhina,
E. L. Gaisenok, D. N. Kharitonik, A. A. Sekhin**

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: donor, aspiration, OCC, oocyte, embryo, blastocyst, quality, recipient, transplantation, pregnancy.

Summary. The article presents the results of studies on the study of some aspects of the effectiveness of intravital oocyte aspiration in lactating Holstein donor cows. According to the results of the research, it was found that the average yield of oocytes per aspiration was 10,3 OCC (oocyte-cumulus complex), the proportion of oocyte-cumulus complexes suitable for setting up was 84,9 %, of which 48,4 % of oocyte-cumulus complexes turned out to be excellent and good. quality. The yield of embryos from the number of fertilized oocytes varied depending on the bull used from 8,3

to 41,7 %, with an average of 25,2 %. It was found that the most effective embryo transfer was for recipients at the age of 14 months. The pregnancy rate was 53,1 %, which is 15,3-33,1 p.p. higher compared to heifers of other ages and by 19,8 p.p. higher than cows. Depending on the bull used, the pregnancy rate ranged from 25,0 to 100 %.

(Поступила в редакцию 30.05.2023 г.)

Введение. Создание новых и совершенствование существующих пород, ускоренное размножения высокопродуктивных, ценных в племенном отношении животных, сохранение селекционного фонда, в т. ч. редких и исчезающих пород животных, производство экологически чистых фармацевтических препаратов, повышение эффективности международного сотрудничества по обмену и торговле генетическими ресурсами – это лишь небольшой список задач, к решению которых имеет самое непосредственное отношение трансплантация эмбрионов, полученных *in vivo* и *in vitro* [1, 3, 6].

За последние десятилетия данная технология стала неотъемлемой частью селекционных программ во всех странах с развитым животноводством и представляет собой хорошо развитую международную индустрию, в которой ежегодно продаются и покупаются десятки тысяч эмбрионов [4, 7, 10]. Роль и значение трансплантации эмбрионов стала еще более весомой с развитием технологий позволяющих получать потомство заданного пола, а также с широким внедрением в практику племенной работы геномной селекции, поскольку представилась возможность не только проводить племенную оценку будущего животного уже на эмбриональной стадии развития, значительно снижая тем самым затраты, но и в разы сократить сроки и увеличить шансы выявления и отбора «VIP» потомков от родителей с выдающейся племенной ценностью [5, 8, 11]. При этом следует отметить, что если производство эмбрионов *in vivo* в последние годы стабилизировалось, то количество эмбрионов, полученных и пересаженных посредством культуры *in vitro*, продолжает расти со среднегодовыми темпами в 12 %, а в 2016 году в первые в истории трансплантации эмбрионов количество эмбрионов, произведенных *in vitro*, превысило количество эмбрионов, произведенных по технологии *in vivo* [2], что указывает на сдвиг производителей эмбрионов от традиционной МОЕТ (Multiple Ovulation Embryo Transfer Technology) к IVP (*in vitro* production), что в немалой степени связано с повышением эффективности процедур IVP, хотя в целом ее уровень сегодня стабилизировался и не превышает в среднем 30-35 % от числа поставленных на созревание и оплодотворенных ооцитов. Данный факт говорит о том, что являясь по своей сути длительным, высокотехнологичным и достаточно сложным комплексным процессом технология *in vitro*

требует к себе особого внимания в плане понимания потребностей метаболизма гамет и эмбрионов поэтому все исследования, направленные на улучшение общей производительности на всех этапах (получение ооцитов, их созревание и оплодотворение, развитие эмбрионов их криоконсервация и пересадка), являются актуальными и своевременными.

Цель работы – изучить эффективность аспирации ооцитов у лактирующих доноров голштинской породы.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в отраслевой биотехнологической лаборатории по репродукции сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет». В качестве доноров ооцитов выступали лактирующие коровы голштинской породы в количестве 58 голов, возрастом 27-30 месяцев. Ооциты получали путем трансвагинальной пункции фолликулов. В качестве промывной жидкости использовали фосфатно-солевой буфер Дюльбекко. Локализацию ооцит-кумулусных комплексов проводили с помощью минифильтра Minifiltro para Oocitos (WTA-Бразилия). Поиск и оценку качества полученных ооцитов осуществляли под бинокулярным микроскопом Olympus» при 16- и 90-кратном увеличении соответственно. Пригодные для созревания ооцит-кумулусные комплексы помещали в культуральную среду созревания и помещали в мультигазовый инкубатор «ESCO» при температуре 38,7 °C с максимальной влажностью 96-98 %, уровнем углекислоты и кислорода 5 %, азота 90 %. Подготовку спермы проводили с использованием градиента плотности Перколл. Совместная инкубация ооцитов со спермой продолжалась в течение 18-20 ч при температуре 38,7 °C и максимальной влажности. Эмбрионы инкубировались до получения предимплантационных стадий развития.

Математическую обработку полученных результатов проводили методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Одним из основных этапов ОРУ, во многом определяющим последующую эффективность всего процесса получения эмбрионов в культуре *in vitro*, является количество и качество полученных ооцит-кумулусных комплексов (таблица 1).

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что по результатам 58 аспираций было получено 595 ооцитов, или 10,3 ооцита на донора. При этом доля ооцитов, пригодных для дальнейшего созревания, составила 84,9 %, в т. ч. отличных и хороших – 48,4 %, удовлетворительных и условно годных – 36,5 %. Кроме этого, получено 15,1 % непригодных клеток. По уровню выхода ооцит-кумулусных

комплексов аспирации распределились следующим образом: с низким уровне выхода – до 3 клеток – 12 аспираций (20,7 %), средним и выше среднего – 4-7 и 8-12 клеток соответственно – по 13 аспираций (22,4 %) и высоким – свыше 12-20 аспираций (34,5 %).

Таблица 1 – Выход ооцитов при трансвагинальной аспирации и их распределение по качеству

Выход ооцитов			Качество ОКК				
			отличных и хороших	удовл. и условно-годных	всего пригодных	не пригодных	всего
низкий (до 3-х)	n = 12	всего	14	11	25	2	27
		на донора	1,2 ± 0,20	0,9 ± 0,19	2,1 ± 0,19	0,2 ± 0,11	2,3 ± 0,21
средний (4-7)	n = 13	всего	28	33	61	12	73
		на донора	2,5 ± 0,26	2,8 ± 0,20	4,7 ± 0,30	0,9 ± 0,20	5,6 ± 0,20
выше среднего (8-12)	n = 13	всего	56	52	108	14	122
		на донора	4,7 ± 0,14	4,0 ± 0,30	8,3 ± 0,23	1,1 ± 0,22	9,5 ± 0,25
высокий (свыше 12)	n = 20	всего	190	121	311	62	373
		на донора	9,5 ± 0,58	6,1 ± 0,38	15,6 ± 0,55	3,1 ± 0,27	18,7 ± 0,71
ИТОГО	n = 58	всего	288	217	505	90	595
		на донора	5,0 ± 0,29	3,7 ± 0,27	8,7 ± 0,32	3,1 ± 0,20	10,3 ± 0,34

Влияет ли количество ооцитов, полученных в процессе пункции фолликулов, на последующий выход эмбрионов? Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Взаимосвязь количества полученных ооцитов с выходом эмбрионов

Уровень выхода ОКК		Получено на донора / аспирацию				Выход эмбрионов, %	
		ОКК			Эмбрионов	От полученных ОКК	От пригодных ОКК
		всего	в т. ч. пригодных				
			п	%			
Низкий (до 3-х)	п = 12	2,3 ± 0,21	2,1 ± 0,19	92,6	0,3 ± 0,18	14,8	16,0
Средний (4-7)	п = 13	5,6 ± 0,20	4,7 ± 0,30	83,6	1,7 ± 0,27	27,4	32,8
Выше среднего (8-12)	п = 13	9,5 ± 0,25	8,3 ± 0,23	87,1	3,0 ± 0,26	29,8	34,3
Высокий (свыше 12)	п = 20	18,7 ± 0,71	15,6 ± 0,55	83,4	3,0 ± 0,26	14,7	17,7

Анализ результатов, представленных в таблице 2, показывает, что выход эмбрионов у доноров со средним уровнем выхода ооцитов (4-7), а также с уровнем выше среднего (8-12) практически в два раза превышал данный показатель у доноров с низким и высоким уровнем выхода ооцитов – 32,8 и 34,3 % против 16,0 и 17,7 % при расчете от числа пригодных или оплодотворенных ооцитов и 27,4 и 29,8 % против 14,8 и 14,7 % при расчете от числа полученных ОКК.

В таблице 3 представлено распределение аспираций по выходу эмбрионов.

Как показывает анализ данных, представленных в таблице 3, из 54 аспираций у 10 (18,5 %) не получено ни одного эмбриона, у следующих 18,5 % (n = 10) – по одному на аспирацию, у 24,1 % (n = 13) – по 2, у 20,4 % (n = 11) – по 3 и у 18,5 % (n = 10) – более трех ооцитов на каждую аспирацию.

Таблица 3 – Распределение аспираций по выходу эмбрионов

Выход эмбрионов на аспирацию	Кол-во аспираций		Получено ОКК					Получено эмбрионов
	n	%	всего	Отличных, хороших	Удовл., условно-годных	Всего пригодных	Не пригодных	
0	10	18,5	64	26	28	54	10	-
			4,6 ± 1,32	2,4 ± 0,67	2,2 ± 0,41	3,9 ± 0,99	0,7 ± 0,40	
1	10	18,5	85	39	32	71	14	10
			8,5 ± 1,68	4,3 ± 0,85	3,6 ± 0,71	7,1 ± 1,60	1,4 ± 0,37	
2	13	24,1	98	44	33	77	21	26
			10,2 ± 1,97	4,7 ± 1,08	3,8 ± 0,70	8,2 ± 1,32	1,9 ± 0,70	
3	11	20,4	162	90	45	135	27	33
			14,7 ± 2,93	8,2 ± 1,82	4,1 ± 0,77	12,3 ± 2,27	2,5 ± 0,77	
боле 3	10	18,5	154	72	66	138	14	56
			15,4 ± 1,87	7,2 ± 1,58	6,6 ± 1,20	13,8 ± 1,40	1,4 ± 0,75	

Эффективность получения эмбрионов в культуре *in vitro* во многом определяется оплодотворяющей способностью спермы. В наших исследованиях была использована сперма 8 быков-производителей. Подготовка спермы к оплодотворению, как и само оплодотворение, проходила в одинаковых условиях. По результатам оплодотворения получены данные, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Выход эмбрионов в зависимости от используемого быка при оплодотворении

Бык, кличка / номер	Кол-во доноров, n	Получено ОКК		Оплодотворено ОКК	Дробящихся за-родышей	Выход эмбрионов	
		всего	пригодных			всего	от числа оплодотворенных ОКК, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Taz / 551HO03420	22	188	159-84,6	159-84,6	93-58,5	43	27,0
		8,5 ± 1,51	7,2 ± 1,26	7,2 ± 1,26	4,2 ± 0,75	2,0 ± 0,36	
Amin / 551HO04148	6	56	45-80,4	45-80,4	15-33,3	9	20,0
		9,3 ± 2,38	7,5 ± 1,56	7,5 ± 1,56	2,5 ± 0,84	1,5 ± 0,56	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Howl / 551HO03716	7	113	90-79,6	90-79,6	40-44,4	18	20,0
		16,1±3,34	12,9±2,60	12,9±2,60	5,7 ± 1,17	2,6 ± 0,84	
Merven / 551HO04147	9	107	90-84,1	90-84,1	49-54,4	27	30,0
		11,9±2,87	10,0±2,32	10,0±2,32	5,4 ± 0,73	3,0 ± 0,75	
Watson / 551HO03637	10	74	64-86,5	64-86,5	37-57,8	16	25,0
		7,4 ± 1,71	6,4 ± 1,46	6,4 ± 1,46	3,7 ± 0,52	1,6 ± 0,65	
Hardball / 551HO03851	1	19	19-100	19-100	6-31,6	5	26,3
Dawson / 551HO03720	1	12	12-100	12-100	9-75	5	41,7
Varsity / 551HO04303	1	15	13-86,7	13-86,7	6-46,2	1	8,3

Наиболее эффективным оказалось оплодотворение ооцитов спермой быка Dawson-551HO03720, у которого выход эмбрионов от числа оплодотворенных ОКК составил 41,7 %, что на 11,7-33,4 п. п. выше по сравнению с другими быками-производителями, самый низкий выход эмбрионов отмечен у быка Varsity-551HO04303 – 8,3 %. Однако необходимо иметь в виду тот факт, что спермой этих быков с максимальным и минимальным выходом эмбрионов были оплодотворены ооциты только одного донора, в то время как спермой других быков оплодотворены ооциты от 6 до 22 доноров с достаточно высоким выходом эмбрионов – от 20 до 30,0 %, поэтому говорить о превосходстве быка Dawson-551HO03720 в данном случае не представляется возможным.

Практика получения эмбрионов в культуре *in vitro* показывает, что первые бластоцисты могут появиться уже на 6-й день после оплодотворения при условии, что день оплодотворения – это нулевой день. Этот процесс продолжается до 9-го, а иногда и до 10-го дня культивирования. В наших исследованиях доля бластоцист шестого дня составила 13,6 % (17 из 125), седьмого – 57,6 % (72 из 125), восьмого – 22,4 % (28 из 125) и девятого – 6,4 % (8 из 125).

Существует мнение о том, что более высокая скорость развития эмбрионов свидетельствует об их более высокой жизнеспособности. В таблице 5 представлены результаты трансплантации эмбрионов в зависимости от их возраста.

Таблица 5 – Эффективность трансплантации эмбрионов в зависимости от их возраста

Возраст эмбриона, дн.	Количество пересадок, n	Стельных реципиентов, n	Уровень стельности, %
6	17	11	64,7
7	67	29	43,3
8	20	1	5,0

Из представленных данных видно, что уровень стельности после пересадки бластоцист шестого и седьмого дня на 38,3 и 59,7 п. п.

превосходил уровень стельности после трансплантации blastocysts восьмого дня, при достоверной разнице $P \leq 0,001$.

В таблице 6 представлена эффективность трансплантации эмбрионов от доноров, у которых получены blastocysts разных дней развития.

Анализ данных показывает, что приживляемость эмбрионов от доноров, от которых получены blastocysts только 6-го дня, составила всего лишь 33,3 %, в то время как у доноров, от которых получены blastocysts в возрасте 6-9-го дней, уровень стельности колебался в пределах от 50,0 до 100 % и в среднем составил 58,8 %, что на 25,5 п. п. выше по сравнению с пересадкой эмбрионов от тех доноров, у которых получены blastocysts только 6-го дня.

Таблицы 6 – Эффективность трансплантации эмбрионов от доноров, у которых получены blastocysts разных дней развития

День культивирования	Кол-во голов, п-%	Получено эмбрионов, п-%	Пересажено эмбрионов	Произведено пересадок	Степень реципиентов	Уровень стельности, %	
						от пересаженных эмбрионов	от количества пересадок
6	2-4,5	6-4,8	6	6	2	33,3	33,3
6,7	2-4,5	10-8,0	10	10	5	50,0	50,0
6,8	1-2,3	6-4,8	2	2	2	100	100
6,9	1-2,3	6-4,8	5	5	3	60,0	60,0
7	15-34,1	28-22,4	28	23	12	41,3	52,2
7,8	14-31,8	44-35,2	41	41	10	24,4	24,4
7,9	4-9,1	18-14,4	12	12	7	58,3	58,3
8	4-9,1	6-4,8	5	5	-	-	-
Итого	44	125	109	104	41	37,6	39,4

Уровень стельности был значительно выше после трансплантации эмбрионов от доноров, у которых были получены blastocysts только 7-го дня и эмбрионы 7-го, 9-го дней. Это превосходство по отношению к донорам, от которых получены blastocysts 7-го, 8-го дней, составило 27,8 и 33,9 п. п. соответственно. Стельностей после пересадки эмбрионов от доноров, от которых получены blastocysts только 8-го дня, не установлено. Из вышеизложенного вытекает следующее: blastocysts 6-го дня, в отличие от эмбрионов 7-го дня, показывают высокую приживляемость в том случае, когда они получены в группе с эмбрионами других возрастов.

В таблице 7 показаны результаты по трансплантации эмбрионов *in vitro* в зависимости от дня полового цикла реципиента.

Таблица 7 – Влияние дня полового цикла реципиентов на уровень стельности

День полового цикла	Произведено пересадок	Стельных реципиентов	Уровень стельности
6	34	14	41,2
7	51	23	45,1
8	19	4	21,1
ИТОГО	104	41	39,4

Из данных таблицы 7 видно, что наиболее эффективными оказались пересадки эмбрионов реципиентам на шестой и седьмой день после установленной охоты. Приживляемость при этом составила 41,2 и 45,1 %, что на 19,8 и 24,0 п. п. выше по сравнению с трансплантацией эмбрионов реципиентам на восьмой день. Наиболее эффективной оказалась трансплантация бластоцист реципиентам, находящимся на шестом и седьмом дне полового цикла.

Результаты пересадки бластоцист с учетом их возраста и стадии полового цикла реципиентов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Влияние синхронизации возраста эмбриона с днем полового цикла реципиента на результативность эмбриопересадок

День полового цикла	Возраст эмбриона								
	6			7			8		
	Пересадок	Стельных реципиентов	Уровень стельности, %	Пересадок	Стельных реципиентов	Уровень стельности, %	Пересадок	Стельных реципиентов	Уровень стельности %
6	8	6	75,0	20	8	40,0	7	0	0
7	4	4	100	35	18	50,0	11	1	9,1
8	5	1	20,0	12	3	25,0	2	0	0
Итого	17	11	64,7	67	29	43,3	20	1	5

Представленные данные показывают, что наиболее высокая приживляемость получена при трансплантации 6-дневных бластоцист 6- и 7-дневным реципиентам. Уровень стельности составил 75 и 100 % соответственно, что в 3,6 и 5,0 раз выше по сравнению с аналогичными пересадками реципиентам 8-го дня полового цикла. Более низкие, но схожие результаты получены и при пересадке бластоцист 7-го дня. Уровень стельности оказался на 15,0 и 25,0 п. п. выше при пересадке реципиентам 6-го и 7-го дня по сравнению с пересадкой реципиентам 8-го дня полового цикла, но на 35 и 50 п. п. ниже с аналогичными пересадками эмбрионов 6-го дня.

В качестве реципиентов для трансплантации эмбрионов нами использовали телки разных возрастов, а также коровы.

Таблица 9 – Влияние возраста реципиента на приживляемость эмбрионов

Возраст реципиентов, мес	Количество пересадок, п	Количество стельных реципиентов, п	Уровень стельности, %
12	10	2	20
13	45	17	37,8
14	32	17	53,1
15	3	1	33,3
16	2	-	-
коровы	12	4	33,3

Анализ результатов, представленных в таблице 9, показывает, что при пересадке эмбрионов реципиентам в возрасте 14 месяцев уровень стельности составил 53,1 %, что на 13,3-19,8 п. п. выше по сравнению с пересадками телкам других возрастов и коровам.

Закключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что средний выход ооцитов на одну аспирацию составил 10,3 ОКК, доля пригодных для постановки на дозревание – 84,9 %, из которых 48,4 % ооцит-кумулюсных комплексов оказалось отличного и хорошего качества. Доля аспираций с уровнем выхода ооцитов выше среднего и высоким уровнем выхода составила 56 %. При этом выход эмбрионов после оплодотворения оказался значительно более высоким у групп животных со средним и вышесредним уровнем выхода ооцитов. Разница по отношению к другим группам составила 12,1-18,3 п. п. Выход эмбрионов от числа оплодотворенных ооцитов колебался в зависимости от используемого быка от 8,3 до 41,7 % при среднем показателе 25,2 %. Наиболее высокая эмбриопродуктивность отмечена быка Dawson-551HO03720 (41,7 %), а наименьшая – у быка Varsity-551HO04303 (8,3 %).

Доля аспираций, по результатам которых не получено ни одного эмбриона, по одному эмбриону на аспирацию и свыше 3 составила по 18,5 % по каждой группе животных, по 2 – 24,1 % и по 3 – 20,4 %.

Если в целом уровень стельности после пересадки эмбрионов шестого дня составлял 64,7 %, то данный показатель при пересадке blastocyst от доноров, от которых получены blastocyst только 6-го дня, снижался на 31,4 п. п., или до 33,3 %. В то время как уровень стельности после трансплантации эмбрионов 6-го дня от доноров, от которых получены blastocyst и на 6, и 9 день, составил в среднем 58,8 %. Превосходство по уровню стельности после пересадки blastocyst от доноров, от которых получены blastocyst только на седьмой день, и от доноров, от которых полученных blastocyst на 7 и 9 день, по отношению к blastocystам, полученным от доноров на 7 и 8 день культивирования, составило 27,8 и 33,9 п. п. соответственно. При пересадке эмбрионов от

доноров, от которых получены бластоцисты только 8 дня, стельностей не установлено.

Наиболее эффективной оказалась трансплантация эмбрионов 6-го дня реципиентам на 6-й и 7-й день полового цикла. Уровень стельности при этом составил 75 и 100 % соответственно. Эмбрионы 7-го дня предпочтительней пересаживать реципиентам на седьмом дне полового цикла с приживляемостью 50,0 %. Эмбрионы 8-го дня показали самую низкую приживляемость по всем вариантам пересадок. Из 20 реципиентов, которым пересаживались бластоцисты 8-го дня, стельность установлена только у одной.

Установлено, что пересадка эмбрионов телкам-реципиентам в возрасте 14 месяцев оказалась наиболее эффективной. Уровень стельности составил 53,1 %, что на 15,3-33,1 п. п. выше по сравнению с телками других возрастов и на 19,8 п. п. выше по сравнению с коровами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boni, R. Ovum pick-up in cattle: a 25 yr retrospective analysis / R. Boni // *Animal Reproduction Science*. – 2012. Vol. 9. – P. 362-369.
2. Bousquet, D. In vitro embryo production in the cow: an effective alternative to the conventional embryo production approach / D. Bousquet // *Theriogenology*. – 1999. – Nr. 51 (1). – P. 59-70.
3. Camargo LSA, Viana JHM, Sá WF, Ferreira AM, Ramos AA, Vale Filho VR. Factors influencing in vitro embryo production. *Anim Reprod*. 2006; 3 (1): 19-2817.
4. Christensen LG. Use of embryo transfer in future cattle breeding schemes. *Theriogenology* 1991; 35:141-156
5. Fisher P. et al. Short message: Opportunities for genomic selection of bovine embryos. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod*. 2012. V. 72. S. 152–158. [Google Scholar]
6. Bovine embryo technologies / C. Galli [et al.] // *Theriogenology*. – 2003. – V. 59. – P. 599-616.
7. Gengler N, Druet T. Impact of biotechnology on animal breeding and genetic progress. In *Biotechnology in Animal Husbandry*. Springer, Dordrecht, 2001, 33-45
8. Humblot P. Reproductive technologies and epigenetics: their implications for genomic breeding in cattle. *Acta Sci. Vet*. 39 (add. 1), 253–262 (2011). [Google Scholar]
9. Joao HM Viana 2020 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. World embryo industry grows despite the Pandemic by Joao HM Viana, Chair – IETS Data Retrieval Committee (henrique.viana@embrapa.br) In: *Embryo Technology Newsletter*, v. 39, n.4, 2021
10. Potential use of Ovum Pick-Up for embryo production and breeding in cattle // T. Kruip [et al.] // *Theriogenology*. – 1994. – Vol. 42. – P. 675-683.
11. Wilson R.D., Weigel K.A., Fricke P.M. e.a. In vitro production of Holstein embryos using sex-sorted sperm and oocytes from selected cull cows. *J. Dairy Sci.*, 2005, 88: 776-782

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕНОТИПОВ ЯИЧНЫХ
ПЕТУХОВ ОТЦОВСКИХ ЛИНИЙ КЗ И С ПО ГЕНАМ
ПРОЛАКТИНА (PRL), ГОРМОНА РОСТА (GH) ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА**

С. В. Жогло

РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223036,

г. Заславль, ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onspitsa@tut.by)

Ключевые слова: линии, петухи, генотип, молекулярно-генетический анализ, пролактин, гормон роста, воспроизводительная способность.

Аннотация. С использованием молекулярно-генетического анализа проведено генотипирование линейных петухов по генам пролактина и гормона роста. Установлено, что популяция производителей линии КЗ в сравнении с линией С более разнородна – отмечено наличие соответственно 11 и 4 типов комбинаций генотипов. Определено присутствие в линии КЗ 8,9 % петухов с мутационными генотипами замены аллелей типа ВС (1,0 %) и СС (7,9 %), выявленными в отношении гена гормона роста. Отмечено, что частота встречаемости аллеля С в линии КЗ в сравнении с линией С выше практически в два раза – соответственно 0,500 и 0,239. Аналогичная тенденция характерна в отношении аллеля А – в линии КЗ в сравнении с линией С данный аллель встречается чаще практически в четыре раза – соответственно 0,923 и 0,239. В целом в линии КЗ установлено преобладание генотипов СТ (0,500-0,534) и АА (0,552-0,852), а в линии С – генотипов ТТ (0,579-0,580) и ВВ (0,580). При внутрилинейном воспроизведении линии КЗ с использованием петухов генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС выявлено, что наиболее высокая воспроизводительная способность присуща для петухов генотипа СТАВ с достижением оплодотворенности яиц 95,0 % и вывода цыплят 80,5 %. Худшая воспроизводительная способность отмечена у петухов генотипа ТТАА с получением показателя оплодотворяющей способности спермы 82,9 % и вывода молодняка 71,1 %.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE GENOTYPES OF EGG COCKS OF THE PATERAL LINES K3 AND C ON THE GENES OF PROLACTIN (PRL), GROWTH HORMONE (GH) USING MOLECULAR GENETIC ANALYSIS

S. V. Zhoglo

RUE «The experimentale scientific station of poultry breeding»
Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,
2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: lines, roosters, genotype, molecular genetic analysis, prolactin, growth hormone, reproductive qualities.

Summary. Using molecular genetic analysis, genotyping of linear roosters for the genes of prolactin and growth hormone was carried out. It has been established that the population of sires of the K3 line is more heterogeneous in comparison with the C line – the presence of 11 and 4 types of genotype combinations, respectively, was noted. The presence in the K3 line of 8.9 % of roosters with mutational genotypes for the replacement of alleles of the type BC (1,0 %) and CC (7,9 %), identified in relation to the growth hormone gene, was determined. It was noted that the frequency of occurrence of the C allele in the K3 line is almost two times higher in comparison with the C line – 0,500 and 0,239, respectively. A similar trend is typical for the A allele – in line K3, in comparison with line C, this allele occurs almost four times more often – 0,923 and 0,239, respectively. In general, in line K3, the predominance of genotypes ST (0,500-0,534) and AA (0,552-0,852), and in line C, genotypes TT (0,579-0,580) and BB (0,580). During the intraline reproduction of the K3 line using cocks of the CCAA, CCAB, STAA, CTAB, TTAA, TTAB, CCCC, CTCC genotypes, it was revealed that the highest reproductive ability is inherent in cocks of the CTAB genotype with the achievement of egg fertility of 95,0 % and hatching of chickens of 80,5 %. The worst reproductive ability was noted in TTAA genotype roosters with an indicator of sperm fertility of 82,9 % and a hatch of young animals of 71,1 %.

(Поступила в редакцию 15.05.2023 г.)

Введение. Гены пролактина (PRL) и гормона роста (GH) относятся к целевым генам, связанным с продуктивностью птицы. Генотипирование птицы по указанным генам проводится для выявления и использования в селекции особей с наиболее ценными генотипами, устойчиво передающими свои хозяйственно полезные качества потомству.

По данным исследований Р. А. Кулибабы [1] куры с генотипом CC-PRL достоверно превосходили по яйценоскости кур с генотипом TT-PRL: за 12 недель продуктивности – на 7,6 шт. яиц, или 10,0 %, за 40 недель продуктивности – на 13,2 шт. яиц, или 6,6 %. В 30-недельном возрасте масса яиц у кур с генотипом CC-PRL по сравнению с курами генотипа CT-PRL оказалась достоверно выше на 3,8 г, или 7,0 %. В свою очередь, несушки с генотипом AB-GH по сравнению с несушками

генотипа ВВ-ГН также характеризовались более высокой яйценоскостью – за 12 недель продуктивности на 5,0 шт. яиц, или 7,0 %, имея при этом в 30-недельном возрасте достоверно более высокую массу яиц – на 3,6 г, или 6,6 % [1]. Положительная связь яйценоскости с СС-PRL генотипом кур подтверждена и некоторыми зарубежными авторами – исследованиями Cui J. X. et al. [2] и Bagheri Sarvestani A. S. et al. [3], описавшими в гене пролактина транзицию цитозина в тимин в положении 2402. В то же время на практике породы гусей с более высокими частотами аллеля Т обладали лучшей яичной продуктивностью в сравнении с породами с высокой выраженностью аллеля G [4]. В дополнение к этому исследования Барковой О. Ю. [5] на ряде пород кур разного направления продуктивности выявили, что для толщины скорлупы яиц аллель Т SNP2-1 является доминантным по отношению к аллелю С. По данным исследователя, замещение аллеля С на Т приводит к увеличению толщины скорлупы и яйценоскости кур, но сопровождается уменьшением массы яйца. В свою очередь, замещение аллеля С на А приводит к увеличению массы и толщины скорлупы яиц. Так, в среднем для кур двух линий и одного гибрида высокопродуктивного яичного кросса «УК Кубань» птица генотипов ТТ-PRL, СТ-PRL имела соответственно толщину скорлупы в пределах 349-353 мкм, а генотипа СС была меньше на 21-25 мкм, или 6,0-7,1 %, и при этом, исходя из показателя упругой деформации, отличалась пониженной прочностью – на 3,0-4,0 ед., или 10,0-13,3 %. Средняя масса яиц в 60-недельном возрасте у птицы генотипов ТТ-PRL, СТ-PRL находилась соответственно на уровне 63,8-65,0 г, а у птицы генотипа СС составила 64,0 г. За указанный период испытаний наибольшее количество яиц было получено от кур генотипа ТТ – 270 шт., а наименьшее от кур генотипа СС – 264 шт., или меньше на 2,2 %. По результирующему параметру – выходу яичной массы на несушку – лучшими в итоге были несушки генотипов ТТ и СТ с получением яйцемассы на одном уровне – 17,22 кг, а худшими – генотипа СС с производством яйцемассы 16,90 кг, или меньше на 2,0 % [5].

В отношении гена гормона роста интерес представляют полиморфизмы, выявленные в 4 и 1 интронах. Установлено, что наличие MspI-полиморфизма в 1 интроне у кур коррелирует с повышением яичной продуктивности. Отмечено, что AluI-полиморфизм (транзиция цитозина в тимин) в 4 интроне гена гормона роста связан с повышением показателей яичной продуктивности и массы яиц [6, 7]. В то же время Noori A. A. et al. [8] не выявили влияния различных генотипов АА, АВ, ВВ гена гормона роста на физиологические показатели крови кур, но отметили за 14 недель продуктивности более высокую (на 1,8 %) яйценоскость несушек генотипа АА в сравнении с генотипом ВВ (84,3

против 82,7 шт. яиц) при практически одинаковой массе яиц (65,2-65,4 г) и более низкой на 4,5 % живой массе кур (1,50 против 1,57 кг) [8]. По информации Thakur M.S. et al. [9], яйценоскость кур за 40 недель жизни была достоверно ниже на 4,5-7,6 % у несушек генотипа ВВ в сравнении с несушками генотипов АВ и АА в локусе GH1, но не было выявлено существенных различий между генотипами по яйценоскости в локусе GH2 [9].

Принимая во внимание значительно большее влияние в селекции птицы производителей, нежели самок, особый интерес представляет изучение внутрилинейной дифференциации племенных петухов разного происхождения по генам пролактина и гормона роста.

Цель работы – изучить в сравнительном аспекте генотипы яичных петухов отцовских линий КЗ отечественного и С импортного происхождения по генам пролактина (PRL) и гормона роста (GH) при использовании молекулярно-генетического анализа.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению у петухов генетического полиморфизма генов пролактина и гормона роста проводили на базе отделения «Заславль» ОАО «1-я Минская птицефабрика» и отраслевой НИЛ «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет» (аттестаты аккредитации на соответствие: международные требования ГОСТ ISO/IEC 17025; требования СТБ ИСО/МЭК 17025). При выполнении генетических исследований руководствовались методическими рекомендациями по проведению генотипирования сельскохозяйственной птицы молекулярно-генетическими методами [10].

Объектом для исследований служили яичные петухи отцовских линий материнской родительской формы: КЗ отечественного и С импортного происхождения, относящиеся к цветным кроссам кур. Линия КЗ происходит от разнообразного генетического материала породы кур род-айленд белый, а линия С входит в кросс кур «Тетра-СЛ ЛЛ» венгерской компании ООО «Баболна Тетра». Предметом исследований выступали образцы крови 120-дневных ремонтных самцов. Тестовые испытания в условиях лаборатории показали, что именно кровь является лучшим среди всех апробированных проб (кровь, эмбрионы разной стадии развития, гребешки суточных цыплят, суточные цыплята, перо, сперма) биологическим материалом для выделения ДНК с чистотой, пригодной для постановки реакции амплификации.

Кровь для исследований отбирали из подкрыльцовой вены путем ее прокола скарификатором, прикладывая к месту прокола фильтровальную бумагу с пометкой индивидуального номера самца. После выполнения процедуры кровотоечение останавливали путем накладывания

стерильного спиртового ватного тампона с одновременным пережатием сосуда на месте прокола, что исключало ослабление или гибель птицы от кровопотери.

Всего для генотипирования птицы по генам пролактина и гормона роста ветеринарными специалистами хозяйства был отобран 241 образец крови, в т. ч. в линии КЗ – 191, в линии С – 50.

Полиморфизм гена пролактина устанавливали по двум показателям – 24 bp (PRL) и 5FA (PRL). Первый показатель определяет инсерцию размером 24 п. н. сравнительным анализом длины амплифицированных фрагментов при проведении электрофореза; второй показатель – однонуклеотидный полиморфизм при помощи рестрикционного анализа с помощью рестриктазы AluI.

Для амплификации участка гена пролактина применяли праймеры:

- PRL24 1: 5'-TTT AAT ATT GGT GGG TGA AGA GACA-3';
- PRL24 2: 5'-ATG CCA CTG ATC CTC GAA AAC TC-3';
- PRL5FA1: 5'-AGA GGC AGC CCA GGC ATT TTAC-3';
- PRL5FA2: 5'-CCT GGG TCT GGT TTG GAA ATTG-3'.

Полиморфизм гена гормона роста определяли методом ПЦР-ПДРФ-анализа с использованием рестриктазы MspI.

Для амплификации участка гена гормона роста использовали праймеры:

- GH 1: 5'-ATC CCC AGG CAA ACA TCC TC-3';
- GH 2: 5'-CCT CGA CAT CCA GCT CAC AT-3'.

ДНК-амплификацию осуществляли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Определение частот аллелей и генотипов в популяциях проводили с использованием формулы Харди-Вайнберга.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследования по изучению популяционно-генетической структуры стад петухов исходных линий разного генетического происхождения по генам пролактина и гормона роста представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Популяционно-генетическая характеристика петухов исходных линий КЗ отечественного и С импортного происхождения цветных яичных кроссов по генам пролактина и гормона роста

Линия	Ген	К-во петухов, гол.	Встречаемость генотипа	Генотип	Частота встречаемости генотипа	Частота встречаемости аллеля
1	2	3	4	5	6	7
КЗ	PRL	191	эмпирическая	CC	0,215	С – 0,500 Т – 0,500
				CT	0,534	
				TT	0,251	

Продолжение таблицы 1

C	HG*	174	ожидаемая	CC	0,250	A – 0,923 B – 0,077
				CT	0,500	
				TT	0,250	
			эмпирическая	AA	0,552	
				AB	0,442	
				BB	0,006	
	PRL	50	ожидаемая	AA	0,852	C – 0,239 T – 0,761
				AB	0,142	
				BB	0,006	
			эмпирическая	CC	0,020	
				CT	0,400	
				TT	0,580	
C	HG	50	ожидаемая	CC	0,057	A – 0,239 B – 0,761
				CT	0,364	
				TT	0,579	
			эмпирическая	AA	0,300	
				AB	0,120	
				BB	0,580	
	PRL	50	ожидаемая	AA	0,300	A – 0,239 B – 0,761
				AB	0,120	
				BB	0,580	
			эмпирическая	AA	0,300	
				AB	0,120	
				BB	0,580	

*Примечание – * частота встречаемости генотипов и аллелей в линии КЗ по гормону роста (GH) приведена без учета наличия в популяции мутационных генотипов*

Данные таблицы 1 показывают, что по гену пролактина изученные линии петухов находятся в достаточно высоком генетическом равновесии, о чем свидетельствуют близкие значения эмпирической и ожидаемой частоты встречаемости генотипов: в линии КЗ для генотипа CC в пределах 0,215-0,250, CT – 0,500-0,534, для генотипа TT – 0,250-0,251; в линии С для генотипа CC – на уровне 0,020-0,057, CT – 0,364-0,400, для генотипа TT – 0,579-0,580. Вместе с тем в линии КЗ частота встречаемости аллелей С и Т равнозначна (0,500), а в линии С отмечено доминирование аллеля Т (0,761). По гену гормона роста линия КЗ, несмотря на полное доминирование аллеля А (0,923), генетически неоднородна, о чем свидетельствует наличие в популяции 17 петухов (8,9 %) с мутационными генотипами замены аллелей типа BC (1,0 %) и CC (7,9 %). В отличие от линии КЗ линия С по гену гормона роста генетически стабильна, но установлено доминирование аллеля В (0,761).

В таблице 2 приведены результаты изучения популяционно-генетической структуры опытных линий с выделением различных комбинационных вариантов установленных генотипов.

Таблица 2 – Дифференциация петухов исходных отцовских линий КЗ отечественного и С импортного происхождения цветных яичных кроссов по вариантам генотипов по генам пролактина и гормона роста

Генотип	Линия			
	КЗ		С	
	количество петухов			
	гол.	%	гол.	%
условно желательные варианты, в т. ч.:	126	66,0	21	42,0
ССАА	16	8,4	1	2,0
ССАВ	17	8,9	-	-
СТАА	54	28,3	14	28,0
СТАВ	39	20,4	6	12,0
условно нежелательные варианты, в т. ч.:	65	34,0	29	58,0
ТТАА	26	13,6	-	-
ТТАВ	21	11,0	-	-
ТТВВ	-	-	29	58,0
СТСС*	8	4,2	-	-
СССС*	7	3,7	-	-
ССВС*	1	0,5	-	-
ТТВС*	1	0,5	-	-
СТВВ	1	0,5	-	-
итого	191	100	50	100

*Примечание – * мутации гена гормона роста (GH).*

Из данных таблицы 2 следует, что оцененные по генам пролактина и гормона роста популяции петухов исходных линий вследствие своего разнообразия являются ценным генетическим материалом для продолжения ведения с отечественным цветным кроссом кур углубленной селекционно-племенной работы. Определено, что доля условно благоприятных для использования в селекции генотипов по генам пролактина и гормона роста находится по линиям, исходя из имеющихся научных сведений и рекомендаций, на достаточно высоком уровне и составляет 42,0-66,0 %, при преобладании генотипа типа СТАА с долей 28,0-28,3 %. Особый интерес для селекции представляет установление мутационных изменений в гене гормона роста линии КЗ, влияние которых на продуктивность птицы до сих пор всесторонне не изучено. С учетом этого, а также наличия большего количества в линии КЗ в сравнении с линией С возможных вариантов комбинаций генотипов (соответственно 11 против 4) было принято решение изучить в отечественной линии связь выявленных генотипов с воспроизводительными качествами птицы. С этой целью в группах птицы с достаточным для испытаний количеством самцов – генотипы ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС – методом случайной выборки было отобрано по 6 самцов и подобрано к ним по 60 самок линии КЗ. Все поголовье перед воспроизводством дополнительно проверяли на типичность

цвета оперения, отсутствие пороков экстерьера (искривления клюва, пальцев ног и др. патологии) с выбраковкой несоответствующих особей.

Внутрилинейное воспроизведение поголовья линии КЗ по группам осуществляли методом полиспермного искусственного осеменения по достижении птицей 13-месячного возраста с использованием общепринятой в хозяйстве технологии ее содержания и воспроизводства. Петухов и кур содержали в индивидуальных клеточных батареях типа Meller (Германия). Осеменение кур проводили два раза в неделю спермодозой 0,050 мл, содержащей 100-150 млн. сперматозоидов. Для разбавления спермы в соотношении 1 : 1 использовали среду-разбавитель ВИРГЖ-2. Продолжительность сбора яиц на инкубацию составляла 7 суток, что позволило проинкубировать в зависимости от группы от 159 до 221 шт. яиц. Для обеспечения идентичных параметров инкубации яйцо всех групп закладывали в один инкубационный шкаф. Этот же принцип соблюдали при его перекладке в выводной шкаф. Удаление неоплодотворенных яиц выполняли на 19-е сутки инкубации путем просвечивания яиц на миражном столе. В процессе инкубации использовали оборудование производства российской компании «Пятигорсксельмаш». Полученные результаты инкубации яиц приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты инкубации яиц кур линии КЗ, происходящих от петухов различных по генам пролактина и гормона роста генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССС, СТСС

Генотип петухов- отцов по генам PRL, GH	Проин- кубиро- вано яиц, шт.	Замершие эмбрионы		Задохнув- шиеся эмбрионы		Оплодо- творен- ность яиц, %	Выводи- мость яиц, %	Вывод цыплят		Масса цыплят, г
		шт.	%	шт.	%			гол.	%	
условно желательные варианты генотипов										
ССАА	221	9	4,1	16	7,2	85,5	85,7	162	73,3	39,0±0,4
ССАВ	189	8	4,2	15	7,9	90,0	83,5	142	75,1	38,9±0,4
СТАА	172	14	8,1	5	2,9	89,5	87,0	134	77,9	37,9±0,3
СТАВ	159	8	5,0	11	6,9	95,0	84,8	128	80,5	37,3±0,3
итого	741	39	5,3	47	6,3	89,6	85,2	566	76,4	38,5±0,3
условно нежелательные варианты генотипов										
ТТАА	211	10	4,7	12	5,7	82,9	85,7	150	71,1	37,5±0,4
ТТАВ	202	12	5,9	11	5,4	88,1	84,3	150	74,2	40,0±0,4
СССС	171	6	3,5	8	4,7	86,6	89,2	132	77,2	37,1±0,4
СТСС	185	3	1,6	16	8,6	86,5	85,0	136	73,5	37,7±0,3
итого	769	31	4,0	47	6,1	86,0	85,9	568	73,9	38,5±0,3

В соответствии с полученными результатами инкубации яиц воспроизводительные качества петухов разных генотипов находились на достаточно разном уровне. По оплодотворяющей способности спермы

лучшими оказались производители генотипа СТАВ с показателем 95,0 %, что на 5,0-12,1 п. п. больше в сравнении с другими группами. По выводимости яиц в лучшую сторону отличались самцы генотипа СССР с показателем 89,2 %, что на 2,2-5,7 п. п. выше в сравнении с остальными группами. По выводу цыплят безоговорочным лидером являлись петухи генотипа СТАВ с показателем 80,5 %, что на 2,6-9,4 п. п. больше в сравнении с другими группами. В целом присущая для петухов условно желательных генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ более высокая оплодотворяющая способность спермы (на 3,6 п. п. (89,6 %)) позволила им в сравнении с петухами условно нежелательных генотипов ТТАА, ТТАВ, СССР, СТСС достичь более высокого вывода цыплят (на 2,5 п. п. (76,4 %)), что является значительной разницей. По массе выведенные цыплята в целом между группами петухов условно желательных и нежелательных генотипов не отличались и в среднем весили 38,5 г, что обусловлено наличием прямой зависимости между массой заложенных на инкубацию яиц и массой полученного молодняка.

Заключение. В ходе проведения генотипирования петухов по генам пролактина и гормона роста установлено, что популяция производителей отечественной линии КЗ в сравнении с импортной линией С более разнородна – отмечено наличие соответственно 11 и 4 типов комбинаций генотипов. Как подтверждение этому – присутствие в линии КЗ 17 петухов (8,9 %) с мутационными генотипами замены аллелей типа ВС (1,0 %) и СС (7,9 %), выявленные в отношении гена гормона роста. Определено, что частота встречаемости аллеля С в линии КЗ в сравнении с линией С выше практически в два раза – соответственно 0,500 и 0,239. Аналогичная тенденция отмечена в отношении аллеля А, который в линии КЗ в сравнении с линией С встречается чаще практически в четыре раза – соответственно 0,923 и 0,239. Особенности распределения аллелей по частоте встречаемости нашли свое отражение в частоте встречаемости генотипов – в линии КЗ установлено преобладание генотипов СТ (0,500-0,534) и АА (0,552-0,852), а в линии С – генотипов ТТ (0,579-0,580) и ВВ (0,580). При внутрилинейном воспроизведении линии КЗ с использованием петухов генотипов ССАА, ССАВ, СТАА, СТАВ, ТТАА, ТТАВ, СССР, СТСС определено, что наиболее высокая оплодотворяющая способность спермы присуща для петухов генотипа СТАВ – 95,0 %, или выше на 5,0-12,1 п. п. в сравнении с другими группами. В свою очередь, такое значительное превосходство позволило получить в данной группе и самый высокий вывод цыплят – 80,5 %, или на 2,6-9,4 п. п. больше в сравнении с другими группами. Худшая воспроизводительная способность отмечена у петухов генотипа ТТАА с получением показателя оплодотворяющей способности спермы 82,9 % и

вывода цыплят 71,1 %. Установленные как межлинейные, так и межгрупповые различия по популяционно-генетической характеристике пухов по генам пролактина и гормона роста, воспроизводительной способности производителей являются существенными, что позволяет определить и отобрать подходящий генетический материал для использования в процессе совершенствования материнской родительской формы отечественного цветного кросса яичных кур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулибаба, Р. А. Полиморфизм генов гормона роста, рецептора гормона роста, пролактина и рецептора пролактина в связи с яичной продуктивностью у кур породы полтавская глинистая / Р. А. Кулибаба // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50(2). – С. 198-207.
2. Association of polymorphisms in the promoter region of chicken prolactin with egg production / J.-X. Cui [et al.] // Poultry Sci. – 2006. – Vol. 85. – P. 26-31.
3. Polymorphisms of prolactin gene in a native chicken population and its association with egg production / A. S. Bagheri Sarvestani [et al.] // Iranian Journal of Veterinary Research. – 2013. – Vol. 14, №2. – P. 113-119.
4. The novel genetic change in 5'-untranslated region of goose prolactin gene and their distribution pattern in different goose breeds / H. Q. Chen [et al.] // Asian J. Anim. Vet. Adv. – 2011. – Vol. 6. – P. 1069-1075.
5. Баркова, О. Ю. Анализ ассоциации одиночных замен нуклеотидов с признаками яйца домашней птицы: автореф. дис. ... канд. биологических наук: 03.02.07 / О. Ю. Баркова; Всерос. науч.-исслед. ин-т генетики и развед. животных. – СПб, 2013 – 24 с.
6. Кулібаба, Р. О. Аналіз зв'язку алельних варіантів генів IGF-I, GH та PIT-1 з продуктивними ознаками курей породи бірківська барвіста / Р. О. Кулібаба // Науковий вісник ЛНУВМБ. – 2017. – Т. 19, № 79. – С. 53-57.
7. Кулибаба, Р. А. MSPI-полиморфизм четвертого интрона гена гормона роста в популяциях кур различных пород. Анализ причин возникновения дополнительного паттерна рестрикции / Р. А. Кулибаба, П. С. Юрко, Ю. В. Ляшенко // Цитология и генетика. – 2017. – Т. 49, № 6. – С. 30-37.
8. Noori, Alan A Fifth exon and partial of exon six polymorphisms of Growth Hormone Receptor (GHR) gene and its association with some productive and physiological traits of laying hens / Alan A Noori, IQ Abdul Kareem, Bassam GM Al-khatib // J. Biochem. Cell. – 2019. – Vol. 19(1). – P. 12191-1296.
9. Growth hormone gene polymorphism and its association with egg production in Kadaknath chicken / M. S. Thakur [et al.] // Livestock Research for Rural Development. – 2009. – Vol. 21, – N 8. ISSN 0121-3784.
10. Методические рекомендации по проведению генотипирования сельскохозяйственной птицы молекулярно-генетическими методами: методические рекомендации / О. А. Епишко [и др.]; ред.: А. А. Глазев, В. В. Пешко. – Гродно: ГГАУ, 2020. – 30 с.

УДК 636.4.053:636.087.74 (043.3)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ С α -ГАЛАКТОЗИДАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОПЫТАХ IN VIVO

И. А. Захарова, А. Н. Михалюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: кормовая добавка на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью, лабораторные животные, эффективность.

Аннотация. В результате исследований установлено, что использование кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью способствует активизации гемопоэза и окислительно-восстановительных реакций организма, что выразилось в повышении концентрации эритроцитов на 7,8 % и гемоглобина – на 6,2 % в сравнении с контролем, повышении неспецифической и специфической защиты организма, нормализации функционального состояния печени (дезаминирующей функции) и почек (способности выводить продукты азотистого обмена), что выразилось в снижении концентрации в сыворотке крови креатинина на 31,3 % и мочевины на 19,4 %, а также стимуляции роста и развития животных.

EFFICIENCY OF USING A FEED ADDITIVE BASED ON PROBIOTIC BACTERIA WITH α -GALACTOSIDASE ACTIVITY IN VIVO EXPERIMENTS

I. A. Zakharova, A. N. Mikhalyuk

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: feed additive based on probiotic bacteria with α -galactosidase activity, laboratory animals, efficiency.

Summary. As a result of research, it was found that the use of a feed additive based on probiotic bacteria with α -galactosidase activity increases the activity of hematopoiesis and redox reactions of the organ-organism, which increases in the concentration of red blood cells by 7.8 % and hemoglobin – by 6.2 % in anticipation with the identification of non-specific and specific protection of the body, normalization of the functional state of the liver (de-mining function) and kidneys (the ability to excrete products of nitrogen metabolism), which is enhanced by a decrease in the concentration of creatinine in the blood serum by 31.3 % and urea – by 19.4 %, as well as stimulation of growth and development of animals.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. В последнее время наибольшую популярность приобретают кормовые добавки, позволяющие улучшить эффективность производства, путем ликвидации дефицита кормового белка [1]. Большой интерес в кормопроизводстве вызывают бобовые и зернобобовые культуры, которые обладают высокой питательной ценностью. Однако данные культуры содержат трудно утилизируемые олиго- и полисахариды, ингибиторы пищеварительных ферментов и другие антипитательные вещества, препятствующие усвоению белков [2]. В этой связи особый интерес представляет разработка кормовой добавки, объединяющей функции пробиотиков и ферментов, расщепляющих поли- и олигосахариды.

Кормовая добавка с альфа-галактозидазной активностью обеспечит гидролиз олигосахаридов до моносахаров, их усвоение клетками слизистой оболочки кишечника и использование в организме в качестве источника энергии, при этом ограничив поступление олигосахаридов в толстый кишечник в нерасщепленном виде, где они подвергаются анаэробному бактериальному гидролизу с образованием газов [3]. Благодаря пробиотическим свойствам добавка будет подавлять развитие патогенных микроорганизмов, способствовать нормализации функций желудочно-кишечного тракта [4].

Цель работы – испытать эффективность кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью на лабораторных животных в опытах *in vivo*.

Материал и методика исследований. В результате проведенного скрининга в состав кормовой добавки отобраны штаммы молочнокислых бактерий *Leuconostoc mesenteroides* M1, *Lactobacillus pentosus* HE-1, *Lactobacillus paraplantarum* HE-22, *Lactobacillus plantarum* HE-2, характеризующиеся наиболее высоким уровнем α -галактозидазной активности при культивировании на средах с разными источниками углерода. Расщепление α -D-галактозидной связи катализирует α -галактозидаза (ЕС 3.2.1.22; α -Гал).

Исследования проводились в виварии и научно-исследовательской лабораторией «АгроВет» УО «Гродненский государственный аграрный университет».

С целью изучения эффективности использования кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью был проведен научный опыт на 20-ти беспородных белых крысах (самках) массой 149-153 г в возрасте 2 месяцев, которые были разделены на 2 группы: контрольную и опытную, согласно приведенной схеме (таблица 1). Животные контрольной группы получали стандартный рацион вивария и воду. Животным опытной группы дополнительно

скармливали кормовую добавку на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью (титр $\sim$ не менее $1,5 \times 10^{10}$ КОЕ/г). Кормление производили один раз в день в утренние часы, замену подстилки – три раза в неделю. За 12 часов до забоя животных лишали корма. Скармливание крысам общего рациона и кормовой добавки осуществляли в течение 14 суток с постоянным наблюдением за лабораторными объектами.

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Кол-во животных в группе, гол.	Продолжительность опыта, дней	Условия проведения опыта
Контрольная	10	14	ОР (основной рацион)
Опытная	10	14	ОР + кормовая добавка на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью (титр $\sim$ не менее $1,5 \times 10^{10}$ КОЕ/г)

Контроль за сохранностью и падежом осуществляли ежедневно. Во время эксперимента учитывались следующие показатели: внешний вид, поведение, потребление корма и воды, изменение массы тела, морфологические и биохимические показатели крови, патоморфологические изменения органов.

В конце опыта лабораторные животные подвергались эвтаназии путем декапитации и вскрытию. При вскрытии органы выделялись единым органомкомплексом с последующим взвешиванием отдельных органов и визуальной оценкой их состояния.

Комплекс методов исследований и контроля функционального состояния организма, использованных в данной работе, выбрали так, чтобы можно было оценить в динамике становление и границы функциональных возможностей организма.

Использовали общие (основные) и дополнительные лабораторные методы исследований.

В цельной крови у животных определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина и гематокритную величину с помощью гематологического анализатора MYTHIC 18 – 3 diff (ORPHEE MEDICAL, Швейцария). Все биохимические показатели сыворотки крови крыс определяли на биохимическом анализаторе DIALAB AutolyzerISE. Сыворотку крови получали выдерживанием крови в течение двух часов при комнатной температуре с последующим отделением свернувшейся крови от стенки пробирки стеклянной палочкой и центрифугированием.

Биометрическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютера в программе Microsoft Excel методами вариационной статистики. Все результаты исследований в работе приведены к Международной системе единиц СИ. Определены средние арифметические каждого вариационного ряда, стандартные ошибки средней, степень вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента-Фишера. При $P < 0,05$ различия средних арифметических сравниваемых вариационных рядов считались достоверными.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований установлено, что использование кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью не вызвало изменений в клиническом статусе и этиологии крыс. Гибели лабораторных животных в ходе эксперимента не выявлено.

Подопытные животные хорошо потребляли и переносили кормовую добавку, они были клинически здоровы в течение всего эксперимента, не отмечалось нарушений в поведении, приеме корма и воды, аналогично контрольным животным.

На протяжении опыта животные всех групп имели хорошую упитанность и удовлетворительное общее состояние. Подопытные животные были подвижны и активны, шерстный покров был гладким и отличался характерным блеском.

При патологоанатомическом изучении внутренних органов животных изменений в их структуре не выявлено. Внутренние органы располагались анатомически правильно, жидкость в плевральной и брюшной полостях отсутствовала. Просвет трахеи и бронхов свободен, ткань легких имела розовый цвет. Слизистая оболочка, выстилающая желудок и кишечник после использования экспериментального образца кормовой добавки на основе спорообразующих бактерий, была без видимых изъязвлений и кровоизлияний, серо-розового цвета. Печень, поджелудочная железа, почки, сердце подопытных животных были в норме, как и у контрольных животных.

В таблице 2 приведены результаты изучения интенсивности роста лабораторных животных в период опыта.

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о том, что скармливание лабораторным животным кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью способствовало увеличению массы тела на 9,7 % ($P < 0,05$) в сравнении с животными контрольной группы, что указывает на более интенсивное протекание обменных процессов в организме.

Таблица 2 – Масса тела подопытных крыс в период опыта, г ($M \pm m$)

Группы	Масса тела, г	
	В начале опыта	В конце опыта
Контрольная	149,91 $\pm$ 3,79	174,31 $\pm$ 5,35
Опытная	153,48 $\pm$ 3,55	191,31 $\pm$ 6,83*

Для оценки метаболической активности в организме животных принято использовать размеры таких внутренних органов, как сердце, почки и печень, функции которых непосредственно связаны с обменом веществ и энергии в организме. Зависимость веса внутренних органов от веса тела настолько устойчива, что называется правилом величины. Учет влияния данного правила считается обязательным при оценке адаптационных реакций.

В ходе исследований установлено, что использование кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью не оказало существенного влияния на весовые показатели внутренних органов экспериментальных животных (таблица 3).

Таблица 3 – Масса некоторых внутренних органов крыс, г ($M \pm m$)

Группы животных	Показатели				
	Масса сердца	Масса легких	Масса печени	Масса почек	Масса селезенки
Контрольная	0,80 $\pm$ 0,06	1,82 $\pm$ 0,22	8,87 $\pm$ 0,37	1,75 $\pm$ 0,08	1,26 $\pm$ 0,10
Опытная	0,82 $\pm$ 0,03	1,95 $\pm$ 0,21	9,14 $\pm$ 0,58	1,81 $\pm$ 0,06	1,23 $\pm$ 0,18

При этом более высокая масса отдельных органов у животных опытной группы в сравнении с контрольной группой может объясняться более высокой массой самих животных. В этой связи более точным критерием оценки влияния кормовой добавки на весовые показатели некоторых внутренних органов является сравнительный анализ их индексов. Сравнительный анализ индексов внутренних органов экспериментальных животных выявил уменьшение индексов печени и почек у крыс опытной группы по сравнению с аналогичными показателями животных контрольной группы, что также указывает на более интенсивное течение метаболических процессов (таблица 4).

Таблица 4 – Индексы внутренних органов лабораторных животных, % ($M \pm m$)

Группы животных	Показатели				
	Индекс сердца	Индекс печени	Индекс почек	Индекс легких	Индекс селезенки
Контрольная	0,45 $\pm$ 0,09	5,09 $\pm$ 0,29	1,01 $\pm$ 0,10	1,03 $\pm$ 0,06	0,72 $\pm$ 0,05
Опытная	0,42 $\pm$ 0,07	4,80 $\pm$ 0,49	0,94 $\pm$ 0,09	1,07 $\pm$ 0,07	0,58 $\pm$ 0,06

Известно, что при высоком уровне обмена веществ животные имеют меньшие энергетические резервы в печени и относительно

меньшую массу этого органа. Кроме того, индекс печени отражает ее функцию накопления быстро мобилизуемых питательных веществ.

Результаты биохимических исследований сыворотки крови показали (таблица 5), что у животных, получавших кормовую добавку на основе пробиотических бактерий, с α -галактозидазной активностью было отмечено увеличение общего белка (в пределах физиологической нормы) в сравнении с контролем 4,9 %, что может свидетельствовать об оптимизации белкового обмена. Следует отметить, что уровень альбуминовой фракции также был выше у животных опытной группы, следовательно, рост общего белка происходил за счет синтеза его в печени. Разница между группами экспериментальных животных также была обнаружена по такому показателю, как концентрация глобулинов. Их количество было достоверно выше в сыворотке крови крыс опытной группы, в сравнении с контрольными, – на 9,6 %. Глобулины выполняют иммунную функцию (антитела), обеспечивают нормальное свертывание крови, а также представлены ферментами, гормонами и белками-переносчиками разнообразных биохимических соединений. Усиление синтеза глобулинов может происходить при наличии воспалительного процесса после тканевых повреждений и/или в ответ на чужеродные антигены. У экспериментальных животных подобного явления не установлено, т. к. соотношение А/Г-фракции в пределах референтной величины, что свидетельствует о стимулирующем воздействии кормовой добавки на гуморальный иммунитет. Кроме того, данные изменения могут свидетельствовать об активизации метаболизма белка и повышении естественной резистентности животных.

Об интенсивности белкового метаболизма у животных можно судить по содержанию конечного продукта расхода азотистых веществ – мочеvine.

Таблица 5 – Результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс, ($M \pm m$)

Показатели	Группа животных	
	Контрольная	Опытная
1	2	3
Общий белок, г/л	57,22 $\pm$ 1,83	60,08 $\pm$ 1,08
Альбумины, г/л	33,68 $\pm$ 1,43	34,33 $\pm$ 1,64
Глобулины, г/л	22,85 $\pm$ 1,12	25,05 $\pm$ 1,86
А/Г, ед.	1,47 $\pm$ 0,15	1,37 $\pm$ 0,18
Са, ммоль/л	1,83 $\pm$ 0,09	1,97 $\pm$ 0,08
Р, ммоль/л	1,67 $\pm$ 0,14	1,64 $\pm$ 0,12
Железо, мкмоль/л	95,08 $\pm$ 7,16	100,22 $\pm$ 8,70
Амилаза, ед./л	465,50 $\pm$ 13,00	478,17 $\pm$ 12,73
Креатинин, мкмоль/л	99,83 $\pm$ 7,98	76,03 $\pm$ 5,36*
Глюкоза, ммоль/л	5,20 $\pm$ 0,49	4,83 $\pm$ 0,39

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Холестерин, ммоль/л	2,25 ± 0,12	2,17 ± 0,09
АлАТ, ед./л	156,83 ± 13,21	144,02 ± 7,18
АсАТ, ед./л	136,10 ± 9,45	131,83 ± 5,70
Билирубин, мкмоль/л	8,38 ± 0,44	7,10 ± 0,47*
Магний, ммоль/л	0,85 ± 0,05	0,88 ± 0,04
Мочевина, ммоль/л	4,98 ± 0,18	4,17 ± 0,25*
Щелочная фосфатаза, ед./л	215,33 ± 21,25	185,33 ± 17,35*

У животных опытной группы данный показатель был ниже, чем в контроле, на 19,4 % ($P < 0,05$), что свидетельствует о более эффективном использовании азота, поступающего с кормом. Наряду с мочевиной важным клинико-диагностическим показателем небелкового азотистого обмена является креатинин. Повышение креатинина в сыворотке крови указывает на нарушение работы почечного фильтра и является показателем почечной недостаточности. Однако в наших исследованиях данный показатель находился в пределах физиологической нормы у всех подопытных животных, а у крыс, получавших кормовую добавку, он был ниже, чем в контроле, что свидетельствует о нормальной работе почек (способности выводить продукты азотистого обмена).

Вместе с активизацией белкового метаболизма у животных, получавших кормовую добавку, отмечена активизация и минерального обмена. Так, концентрация кальция у животных опытной группы была выше, чем в контроле, на 7,6 %. Что касается фосфора, то достоверных различий по его содержанию между группами установлено не было. Концентрация магния также возросла у животных, получавших кормовую добавку, однако достоверных различий с контролем не наблюдались. Выпаивание животным опытной группы кормовой добавки способствовало повышению концентрации железа в сыворотке крови на 5,14 мкмоль/л, или на 5,4 %, в сравнении с контролем, что объясняется повышением концентрации гемоглобина у животных опытной группы и может указывать на активизацию окислительно-восстановительных реакций организма.

Необходимо отметить тенденцию к снижению концентрации холестерина у животных опытной группы в сравнении с контролем, что может свидетельствовать об активизации липидного обмена, однако достоверных различий по этому показателю между группами не отмечалось.

Концентрация ферментов, являющихся показателем состояния печени, свидетельствует о том, что кормовая добавка на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью не оказывают негативного воздействия на функции данного органа. Паренхиматозные поражения печени сопровождаются увеличением активности ферментов

аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ). В наших исследованиях активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ) у животных обеих групп была в пределах физиологической нормы, но в опытной группе, получавшей кормовую добавку, она была несколько ниже, чем в контрольной группе, однако достоверных различий по этому показателю не наблюдалось. Что касается активности аланинаминотрансферазы (АлАТ), то у животных, получавших кормовую добавку, она была ниже, чем в контроле, на 8,9 %.

Что касается щелочной фосфатазы (содержится во всех органах и тканях животных, особенно много ее в костной ткани, печени, почках; показывает состояние костной ткани), то активность ее в сыворотке крови животных всех групп находилась в пределах физиологической нормы. У крыс, получавших кормовую добавку, активность щелочной фосфатазы была ниже, чем в контроле, на 16,1 % ($P < 0,05$), что может свидетельствовать о нормальном функционировании остеобластов и, как следствие, нормальном состоянии костной ткани.

Важным показателем, характеризующим функциональное состояние печени, является содержание билирубина. Необходимо отметить, что у животных обеих групп данный показатель находился в пределах физиологической нормы и составлял 8,38 мкмоль/л в контроле и 7,10 мкмоль/л в опытной группе, что указывает на нормальное функциональное состояние печени (дезаминирующей функции).

Положительное влияние кормовой добавки на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью на организм крыс подтверждается и гематологическими показателями. Так, было отмечено повышение (в пределах физиологической нормы) концентрации эритроцитов на 7,8 % в сравнении с контролем (таблица 6). Вместе с увеличением концентрации эритроцитов возросло содержание гемоглобина в крови животных опытной группы, однако достоверных различий по данному показателю в сравнении с контролем не наблюдалось. Данные изменения указывают на качественное улучшение состава крови: выше содержание эритроцитов, в эритроцитах содержится больше гемоглобина, что способствует лучшему переносу кислорода к тканям и органам.

Таблица 6 – Гематологические показатели подопытных животных, ($M \pm m$)

Показатели	Группа животных	
	Контрольная	Опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,75 \pm 0,16$	$6,20 \pm 0,21$
Лейкоциты, $10^9/л$	$14,78 \pm 0,71$	$13,30 \pm 0,37$
Тромбоциты, $10^9/л$	$323,83 \pm 25,80$	$320,33 \pm 15,72$
Гемоглобин, г/л	$134,00 \pm 3,75$	$142,33 \pm 3,63$
Гематокрит, %	$36,13 \pm 1,29$	$35,83 \pm 1,14$

Что касается лейкоцитов, то количество их снизилось у животных опытной группы на 11,1 % (в пределах физиологической нормы) в сравнении с контролем, что может свидетельствовать об отсутствии воспалительных процессов и формировании клеточных факторов специфической защиты организма, однако достоверных различий по этому показателю между животными обеих групп не наблюдалось. Концентрация тромбоцитов колебалась от $320,33 \times 10^9/\text{л}$ в опытной группе до $323,83 \times 10^9/\text{л}$ в контроле, что соответствует физиологической норме животных.

Известно, что при нарушении метаболизма и дисбактериозе гематокритное число понижается, т. к. происходит нарушение соотношения в крови форменных элементов и воды, особенно в период дегидратации. Результаты исследований показали, что гематокритная величина у животных всех групп находилась в пределах физиологической нормы.

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований в условиях *in vivo* свидетельствуют о том, что кормовая добавка на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью способствует активизации гемопоэза и окислительно-восстановительных реакций организма, что выразилось в повышении концентрации эритроцитов на 7,8 % и гемоглобина на 6,2 % в сравнении с контролем, повышении неспецифической и специфической защиты организма, нормализации функционального состояния печени (дезаминирующей функции) и почек (способности выводить продукты азотистого обмена), что выразилось в снижении концентрации в сыворотке крови креатинина на 31,3 % и мочевины на 19,4 %, а также стимуляции роста и развития животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность применения в птицеводстве кормовых добавок различного механизма действия: рекомендации производству / М. А. Гласкович [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 89 с.
2. Косолапов, В. М. Роль кормовых зернобобовых культур в укреплении кормовой базы животноводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2012. – № 1. – С. 98-101.
3. Новый ферментный препарат в рационе молодняка свиней / Н. Ниязов [и др.] // Комбикорма. – 2019. – № 4. – С. 64-67.
4. Тараканов, Б. В. Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организма животных / Б. В. Тараканов // Ветеринария. – 2000. – № 1. – С. 47-54.

ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТАЦИИ И ПОВОРОТА ИНКУБАЦИОННЫХ ЯИЦ КУР ПРИ ХРАНЕНИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫВОДА ЦЫПЛЯТ

А. И. Киселев

РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223036,

г. Заславль, ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Ключевые слова: ориентация, поворот, хранение, инкубационные яйца, выводимость яиц, вывод цыплят.

Аннотация. Проведены исследования по изучению влияния пространственной ориентации и поворота инкубационных яиц при их хранении на результаты вывода цыплят с оценкой их качества. Установлено, что при хранении яиц продолжительностью 14 суток размещение яиц остроконечной частью вверх в сравнении с их хранением ширококонечной частью вверх способствует повышению выводимости яиц на 2,3 п. п., вывода цыплят на 2,6 п. п., уменьшению количества некондиционного молодняка на 2,0 п. п. Определено, что ежесуточный поворот яиц на 180° при их хранении до инкубации в вертикальном положении продолжительностью 14 суток оказывает незначительное влияние на инкубационные качества яиц – отмечено повышение выводимости на 0,3 п. п. и вывода цыплят на 0,5 п. п., но одновременно зарегистрировано увеличение количества некондиционного молодняка на 1,1 п. п. и боя яиц на 0,8 п. п. Независимо от испытанных способов поддержания жизнеспособности эмбрионов во время хранения яиц выявлено ухудшение их инкубационных качеств с возрастанием срока предынкубационного хранения.

INFLUENCE OF ORIENTATION AND ROTATION OF HATCHING EGGS DURING STORAGE ON THE RESULTS OF HATCHING

A. I. Kiselev

RUE «Experimental scientific station of poultry breeding»

Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,

2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: orientation, rotation, storage, hatching eggs, hatchability of eggs, hatching of chicks.

Summary. Studies have been carried out to study the effect of spatial orientation and rotation of hatching eggs during their storage on the results of hatching chickens with an assessment of their quality. It has been established that when storing eggs for 14 days, placing eggs with the pointed part up, in comparison with their storage with the wide-ended part up, contributes to an increase in the hatchability of eggs by 2,3 percentage points, the hatching of chickens by 2,6 percentage points, and a decrease in the number of substandard young animals. by 2,0 p. p. It was determined that the

daily rotation of eggs by 180° during their storage before incubation in a vertical position for 14 days has an insignificant effect on the incubation quality of eggs – an increase in hatchability by 0,3 p. p. and hatching of chickens by 0,5 p. p., but at the same time an increase in the number of substandard young animals by 1,1 p. p. and broken eggs by 0,8 p. p. Regardless of the tested methods of maintaining the viability of embryos during storage of eggs, a deterioration in their incubation qualities was revealed with an increase in the period of pre-incubation storage.

(Поступила в редакцию 17.05.2023 г.)

Введение. Большинство рекомендаций предусматривают доинкубационное хранение куриных, индюшиных и цесариных яиц в вертикальном положении тупым концом вверх; утиных (мелких и средних) – в вертикальном положении, а крупных – в горизонтальном положении; гусиных – в горизонтальном положении; перепелиных – вертикально острым концом вверх [1, 2]. По одним данным, если яйца хранятся даже 5-7 дней, особенно в горизонтальном положении, их целесообразно поворачивать раз в день, а по другим данным – четыре раза в день [1, 3]. По информации Deeming D., поворот яйца позволяет эмбриону использовать новые источники питательных веществ и противостоять удлинённым срокам хранения. По мнению исследователя, без поворота яйца эмбрион подвергается воздействию одной и той же среды, и, возможно, быстрее нарушается эмбриональный метаболизм. В свою очередь, поворот яйца обеспечивает эмбриону доступ к новым источникам энергии [4]. Вместе с тем канадские ученые отметили, что при хранении яиц до 10 дней положительные результаты все же дает не поворот, а их размещение острым концом вверх [5]. Такая ориентация во время хранения поддерживает центральное положение желтка, а соответственно, и эмбриона. В центральном положении эмбрион представляется более защищенным от обезвоживания и приклеивания к мембранам, что повышает его жизнеспособность в период хранения. Компания «Pas Reform», если период хранения ожидается более 10 суток, рекомендует хранить яйца острым концом вверх, начиная с первого дня хранения [6]. Компания «Hubbard» рекомендует хранить яйца острым концом вверх только по истечении 7 суток и с обязательным периодическим поворотом [7]. Компания «Lohmann Tierzucht» во время длительного хранения аналогично рекомендует положение яиц острым концом вверх, но при этом акцентирует внимание, что перевозить яйца в таком положении нельзя, поскольку может произойти смещение воздушной камеры [8]. В учебно-производственном птичнике РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева были проведены исследования по изучению морфологических и инкубационных качеств перепелиных яиц, хранившихся в течение 5, 10, 15 суток в различном положении: тупым концом вверх, острым концом вверх,

горизонтально. Лучшие морфологические характеристики и более высокие результаты инкубации были получены при хранении перепелиных яиц остроконечной частью вверх с достижением выводимости 68,0-79,2 % [9]. Однако, по сообщению Roover-Reijrink, при хранении яиц остроконечной частью вверх эмбрионы имеют тенденцию к обезвоживанию и могут прилипнуть к внутренней мембране [10]. Таким образом, несмотря на то что влияние условий и сроков хранения яиц на их выводимость является предметом многолетних исследований, полученные результаты достаточно противоречивы и требуют дальнейших научных изысканий.

Цель работы – изучить влияние ориентации и поворота инкубационных яиц кур при хранении на результаты вывода цыплят с оценкой их качества.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в условиях сложившейся технологии промышленной инкубации на базе филиала «Скидельская птицефабрика» ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» с использованием инкубационного оборудования производства компании Petersime (Бельгия). Объектом исследований служили инкубационные яйца, эмбрионы и суточный молодняк высокопродуктивного мясного кросса кур Ross 308. Инкубационные яйца для исследований получали от одного родительского стада кур в возрасте 285-300 дней. Отобранные для инкубации яйца доставляли с площадки родительского стада в инкубаторий и размещали в специальной камере хранения с поддержанием температуры 16 °С, влажности воздуха – 70-80 %. Перед закладкой на инкубацию все яйцо дезинфицировали 96 % параформальдегидом в дозе 7,5 г/м³ пространства дезкамеры.

Во время инкубации яйца всех групп располагали в лотках воздушной камерой вверх, осуществляя ежечасный автоматический поворот до момента перекладки в выводной шкаф. Для обеспечения идентичных параметров инкубации яйца всех групп инкубировали в одном инкубационном шкафу. Этот же принцип соблюдали при перекладке яиц в выводной шкаф. Отбор неоплодотворенных яиц проводили во время биологического контроля на 11 сутки инкубации. Расчет количества некондиционных цыплят осуществляли от количества заложенных на инкубацию яиц. При отнесении отходов инкубации к конкретному виду применяли систему классификации времени эмбриональной гибели, разработанную дочерним подразделением Ross шотландской компании Aviagen [11]. Согласно данной системе, эмбрионы, погибшие на 5-7 сутки развития, относили к ранней эмбриональной гибели, на 8-14 сутки – к эмбриональной гибели в средний период, с 15 суток развития и до вывода – к

поздней эмбриональной гибели. Эмбрионы, погибшие на 2,5-4 сутки инкубации, классифицировали как «кровь-кольцо».

Всего было проведено два научно-производственных эксперимента. В первом опыте продолжительность хранения яиц до инкубации составляла 1, 7 и 14 суток. Соответственно срокам хранения яиц были сформированы три контрольные (к) и три опытные (о) группы по 150 шт. яиц в каждой. В контрольных группах яйца на протяжении всего периода хранения располагали тупоконечной частью вверх, в опытных группах – остроконечной частью вверх. Во втором опыте продолжительность хранения яиц до инкубации составляла 14 суток. В данном исследовании были скомплектованы 1 контрольная и одна опытная группы по 600 шт. яиц в каждой. В контрольной группе яйца весь период хранения располагали воздушной камерой вверх, а в опытной группе применяли ежесуточный поворот яиц – одни сутки хранение воздушной камерой вверх, вторые сутки острым концом вверх. Поворот яиц выполняли вручную в одно и то же время, стараясь не допускать их боя и насечки. При хранении яиц до 7 суток поворот яиц в качестве технологической операции для поддержания жизнеспособности эмбрионов не рассматривали изначально, т. к., по нашему мнению, в связи с ручным трудом ее выполнение физически может быть оправданным только при длительном хранении яиц, когда происходит повышенная гибель эмбрионов.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследования по изучению влияния пространственной ориентации яиц в период хранения на жизнеспособность эмбрионов, качество выведенного молодняка представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Жизнеспособность эмбрионов кур и качество выведенного молодняка при хранении яиц до инкубации в разной пространственной ориентации

Показатель	Продолжительность хранения яиц до инкубации, суток					
	1		7		14	
	группа 1(к)	группа 1(о)	группа 2(к)	группа 2(о)	группа 3(к)	группа 3(о)
1	2	3	4	5	6	7
проинкубировано яиц, шт.	150	150	150	150	150	150
отобрано яиц, %, в т. ч.:	17,4	18,6	15,3	20,1	22,0	21,4
- неоплодотворенное	1,3	1,3	1,3	2,0	6,7	6,0
- кровь-кольцо	2,7	2,0	2,0	2,7	3,3	4,7
- ранняя эмбриональная гибель	1,3	2,0	1,3	1,3	2,7	1,3
- эмбриональная гибель в средний период	0,7	0,0	0,7	0,7	1,3	2,0
- поздняя эмбриональная гибель	10,0	11,3	9,3	12,7	6,0	4,7
- дистрофия	0,7	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
- уродства	0,7	1,3	0,0	0,7	1,3	1,3
- битое	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- тумак	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,7
количество неконд. цыплят, %	6,0	5,3	5,3	2,0	11,3	9,3
выводимость яиц, %	77,7	77,0	80,4	79,6	71,4	73,7
вывод конд. цыплят, %	76,7	76,0	79,3	78,0	66,7	69,3
масса цыплят, г	45,4	45,0	44,8	45,2	44,4	44,9

В соответствии с данными таблицы 1 пространственная ориентация яиц при их хранении оказывает определенное влияние на жизнеспособность эмбрионов и качество выведенных цыплят. При хранении яиц продолжительностью 1-7 дней остроконечной частью вверх получены несколько худшие результаты вывода в сравнении с хранением яиц ширококонечной частью вверх: ниже выводимость яиц на 0,7-0,8 п. п., вывод молодняка на 0,7-1,3 п. п. В опытных группах оказалось при этом также большее на 1,2-4,8 п. п. количество отобранных по разным причинам яиц. Наибольший удельный вес среди отобранных яиц, хранившихся до инкубации 1-7 суток, как в опытных, так и контрольных группах занимали яйца с эмбрионами, погибшими в заключительный период развития – соответственно группам 9,3-10,0 % и 11,3-12,7 %, т. е. в опытных группах таких яиц все же было на 1,3-3,4 п. п. больше. При хранении яиц продолжительностью 14 суток, наоборот, размещение яиц остроконечной частью вверх в сравнении с хранением яиц ширококонечной частью вверх сопровождалось повышением выводимости яиц на 2,3 п. п., вывода цыплят на 2,6 п. п., уменьшением количества некондиционных цыплят на 2,0 п. п. Основная гибель эмбрионов при этом независимо от ориентации яиц в период хранения также происходила на заключительной стадии развития и составляла 4,7-6,0 %.

Следует отметить, что независимо от пространственной ориентации яиц при их длительном 14-суточном хранении вывод цыплят оказался существенно ниже минимального нормируемого показателя (78 %) и находился в пределах 66,7-69,3 %. Отчасти это может быть связано с общим ухудшением морфологических и биохимических качеств яиц при их длительном хранении. Как было установлено нами в предыдущих исследованиях, за 14 суток хранения инкубационных яиц кросса Ross 308 происходит увеличение воздушной камеры яиц на 3,1 мм (+81,6 %), мраморности скорлупы на 0,5 балла (+12,5 %), упругой деформации скорлупы на 1,35 мкм (+6,7 %), кислотного числа желтка на 0,7 мг КОН/г (+14,6 %) и уменьшение массы яиц на 2,7 г (-4,8 %), плотности внутреннего содержимого на 0,016 г/см³ (-1,6 %), индекса белка на 0,024 (-26,7,1 %), показателя ХАУ на 9,24 (-11,4 %), индекса желтка

на 0,043 (-9,5 %), содержания каротиноидов в желтке на 0,7 мкг/г желтка (-4,6 %), содержания витамина А желтке на 1,2 мкг/г желтка (-15,8 %) [12].

В отношении массы выведенного молодняка между контрольными и опытными группами яиц существенной разницы не наблюдалось, и она варьировала в пределах 44,4-45,4 г.

Результаты исследования по изучению влияния ежесуточного поворота яиц в период длительного хранения на жизнеспособность эмбрионов, качество выведенного молодняка приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Жизнеспособность эмбрионов кур и качество выведенного молодняка при использовании в период продолжительного хранения периодического поворота яиц

Показатель	Группа	
	1 (к)	2 (о)
проинкубировано яиц, шт.	100	100
отобрано яиц, %, в т. ч.:	26,5	26,0
- неоплодотворенное	6,7	6,5
- кровь-кольцо	4,0	3,7
- ранняя эмбриональная гибель	3,7	3,8
- эмбриональная гибель в средний период	2,2	1,7
- поздняя эмбриональная гибель	7,7	6,8
- дистрофия	1,0	1,2
- уродства	1,2	0,8
- битое	0,2	1,0
- тумак	0	0,5
количество некондиционных цыплят, %	14,2	15,3
выводимость яиц, %	67,7	68,0
вывод кондиционных цыплят, %	63,2	63,7
масса цыплят, г	45,4	44,9

Данные таблицы 2 показывают, что периодический поворот яиц при длительном хранении до инкубации оказывает незначительное положительное влияние на жизнеспособность эмбрионов, количество и качество выведенных цыплят в сравнении с его отсутствием. Так, при периодическом повороте инкубационных яиц в опытной группе отмечено повышение их выводимости с 67,7 до 68,0 %, или на 0,3 п. п., вывода цыплят с 63,2 до 63,7 %, или на 0,5 п. п. Вместе с тем, принимая во внимание увеличение в 5 раз, или на 0,8 п. п., боя яиц, появление 0,5 % тумачков, большее на 1,1 п. п. количество некондиционных цыплят самых разных дефектов (слабо стоящие на ногах, с незакрытой пуповиной и др.), а также необходимость ручного труда для поворота яиц, выполнение данной технологической операции представляется неоправданным. Определенный интерес представляет снижение в опытной группе на 0,9 п. п. гибели эмбрионов на заключительной стадии развития, но для

использования в полной мере этого преимущества необходима разработка средств автоматизации поворота яиц в инкубаториях. При длительном предынкубационном хранении яиц среди погибших, как правило хорошо оперенных, эмбрионов достаточно часто встречались разнообразными уродства (0,8-1,2 %) и дистрофия (1,0-1,2 %).

Закключение. Проведены исследования по изучению влияния пространственной ориентации и поворота инкубационных яиц при их хранении на результаты вывода цыплят с оценкой их качества. Установлено, что при хранении яиц продолжительностью 14 суток размещение яиц остроконечной частью вверх в сравнении с их хранением ширококонечной частью вверх способствует повышению выводимости яиц на 2,3 п. п., вывода цыплят на 2,6 п. п., уменьшению количества некондиционного молодняка на 2,0 п. п. Определено, что ежесуточный поворот яиц на 180° при их хранении до инкубации в вертикальном положении продолжительностью 14 суток оказывает несущественное положительное влияние на инкубационные качества яиц – отмечено повышение выводимости на 0,3 п. п. и вывода цыплят на 0,5 п. п., но одновременно зарегистрировано увеличение количества некондиционного молодняка на 1,1 п. п. и боя яиц на 0,8 п. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмина, Т. Н. Инновационные технологии инкубации яиц птицы с автоматическим контролем основных критических параметров: науч. аналит. обзор / Т. Н. Кузьмина, А. А. Зотов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 92 с.
2. Дядичкина, Л. Ф. Хранение инкубационных яиц – необходимая составляющая технологии воспроизводства птицы / Л. Ф. Дядичкина, Н. С. Позднякова // Птицеводство. – 2015. – № 6. – С. 11-18.
3. Хранение инкубационного яйца в производственном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/552/1229.php>. – Дата доступа: 15.05.2023.
4. Deeming, D. Storage of hatching eggs / D. Deeming // Poultry International. – 2020. – Vol. 39(13). – P. 44-50.
5. Длительное хранение инкубационных яиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amadina24.ru/viewtopic.php=2069>. – Дата доступа: 15.05.2023.
6. Академия Pas Reform: От теории к практике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://38308.selcdn.ru/meta2017/storage12oc/5284/pas_reform_academy.pdf. – Дата доступа: 15.05.2023.
7. Руководство по инкубации. – Hubbard Poultry Breeders, 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hubbardbreeders.com>. – Дата доступа: 15.05.2023.
8. Руководство по инкубации яиц Ломанн Тирцухт. Инкубаторий, 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ltz.de/dewAssets/docs/managementguides/ru>. – Дата доступа: 15.05.2023).
9. Попова, Л. А. Как сохранить инкубационные качества перепелиных яиц? / Л. А. Попова, А. С. Комарчев // Птицеводство. – 2016. – №2. – С. 10-13.
10. Roover-Reijrink. Effect of Storage Time and Egg Position on Hatchability of Guinea Fowl Eggs. Journal of Animal Science Advances, 2013, doi:10.5455/jasa.20130522044205.
11. Техническое пособие Ross. Рассмотрение методики инкубации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.aviagen.com/tech-center/download/518/Ross-Tech-Investigating-Hatchery-Practice_RUS.pdf. – Дата доступа: 15.05.2023.

12. Влияние срока хранения на морфологические и биохимические качества яиц кур / М. А. Волонсевич [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по мат. XXV Межд. науч.-практ. конф. / МСХП РБ, УО «ГТАУ». Гродно: ГТАУ, 2022. – С. 117-118.

УДК 636.2.083.37:[620.3:546.23]

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА НА ПРИРОСТ ЖИВОЙ МАССЫ И МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**А. И. Козинец¹, Т. Г. Козинец¹, О. Г. Голушко¹, М. А. Надаринская¹,
С. А. Гонакова¹, А. Ю. Бородин²**

¹ – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,
г. Жодино, ул. Фрунзе 11; e-mail: belniig@mail.ru);

² – УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 210026,
г. Витебск, ул. 1-я Доватора 7/11; e-mail: vsavm@vsavm.by)

Ключевые слова: наноселен, телята, кровь, живая масса, экономические показатели.

Аннотация. Цель исследований – изучение влияния наночастиц селена на приrost живой массы и морфо-биохимический состав крови молодняка крупного рогатого скота. Для решения поставленной цели проведен научно-хозяйственный опыт в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Кормовую добавку скармливали телятам в смеси с молоком во II опытной группе в количестве 0,05 мг наноселена на 1 кг сухого вещества рациона, в III опытной группе в количестве 0,10 мг наноселена на 1 кг сухого вещества рациона. Телятам I контрольной группы выпаивали молоко без использования кормовой добавки. Использование в рационах молодняка крупного рогатого скота II и III опытных групп наночастиц селена в количестве 0,05 и 0,10 мг на 1 кг сухого вещества рациона способствует увеличению среднесуточных приростов на 8,5 и 5,2 %, снижению себестоимости получаемой продукции на 5,1 и 1,9 % и получению дополнительной прибыли в размере 47,4 и 17,0 рублей в расчете на 1 голову соответственно. Способом использования наночастиц селена (жидкость) в кормлении молодняка крупного рогатого скота до 75-дневного возраста является введение препарата в состав молочных кормов в процессе их выпаивания ежедневно каждому теленку.

EFFECT OF SELENIUM NANOPARTICLES ON LIVE WEIGHT GAIN AND MORPHO-BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BLOOD OF YOUNG CATTLE

A. I. Kazinets, T. G. Kazinets, O. G. Halushka, M. A. Nadarynskaya, S. A. Gonakova, A. Y. Borodin

RUE «Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze Str.; e-mail: belniig@mail.ru);

EI «Vitebsk order "Badge of Honor" Academy of veterinary medicine» Vitebsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 210026, Vitebsk, 7/11 Dovatora st., e-mail: vsavm@vsavm.by)

Key words: *nanoselen, calves, blood, live weight, economic indicators.*

Summary. *The aim of the research is to study the effect of selenium nanoparticles on the increase in live weight and morpho-biochemical composition of the blood of young cattle. To achieve this goal, a scientific and economic experiment was conducted in the State Enterprise «Zhodinoagroplemelita» of the Smolevichi district of the Minsk region. The feed additive was fed to calves in a mixture with milk in the II experimental group in the amount of 0,05 mg of nanoselene per 1 kg of dry matter of the diet, in the III experimental group in the amount of 0,10 mg of nanoselene per 1 kg of dry matter of the diet. The calves of the I control group were given milk without the use of a feed additive. The use of selenium nanoparticles in the diets of young cattle of the II and III experimental groups in the amount of 0,05 and 0,10 mg per 1 kg of dry matter of the diet contributes to an increase in average daily gains by 8,5-5,2 %, a reduction in the cost of production by 5,1-1,9 % and an additional profit of 47,4-17,0 rubles per 1 head accordingly. The method of using selenium nanoparticles (liquid) in feeding young cattle up to 75 days of age is the introduction of the drug into the composition of dairy feeds during their daily watering to each calf.*

(Поступила в редакцию 31.05.2023 г.)

Введение. Микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов, гормонов или активируют их, выполняя в организме роль катализаторов важнейших биохимических процессов, оказывая влияние на все виды метаболизма. Селен является микроэлементом, необходимым для нормальной жизнедеятельности организма животных. Он обеспечивает нормальную функцию печени, обладает антиоксидантными, иммуномодулирующими и детоксицирующими свойствами. Дефицит селена в организме, как известно, вызывает нарушение обмена веществ, снижение роста, дегенеративные изменения мышечной ткани, печени, кардиомиопатию и репродуктивные дисфункции. На клеточном уровне недостаток селена ведет к нарушению целостности клеточных мембран, снижению активности ферментов, накоплению кальция внутри клеток, нарушению

метаболизма аминокислот и кетокислот. Выводится селен из организма через легкие, почки и желудочно-кишечный тракт. Количество выделяемого селена зависит от уровня его потребления, формы поступления в организм, состава рациона и других факторов [1-3].

В сельском хозяйстве в качестве кормовой добавки для крупного рогатого скота широко применяются неорганические соединения селена в виде селенита и селената натрия. Они недостаточно эффективны ввиду малой биодоступности (20-30 %) и высокой токсичности, быстро действуют, но не кумулируются в организме. Органические соединения селена обладают меньшей токсичностью для животных по сравнению с неорганическими. В качестве органических соединений селена используется целый ряд соединений: селено-метионин, селеноцистеин, диацетофенилселенид, селенопипран [4, 5]. В последние годы широкое распространение получило использование в кормлении сельскохозяйственных животных нанопрепаратов и применение нанотехнологий. Однако предложенные в настоящее время разными авторами нормы скормливания селена в различных формах жвачным животным ориентировочны и зачастую противоречивы. Это определяет актуальность и практическую значимость исследований по разработке норм и способов скормливания селеносодержащих нанопрепаратов для сельскохозяйственных животных.

Цель работы – изучить влияние наночастиц селена на прирост живой массы и морфо-биохимический состав крови молодняка крупного рогатого скота.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проводили в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственных исследований на молодняке крупного рогатого скота до 75-дневного возраста

Группа	Кол-во жив-х в группе	Условия кормления
1	2	3
I контрольная	11	ОР (молоко, КР-1, КР-2, кукуруза, соевый шрот, сено, сенаж, силос)
II опытная	11	ОР + препарат «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена – 0,5 г/кг препарата) в количестве 0,05 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона. В первый месяц – 0,10 мл (г) препарата на голову в сутки; во второй месяц – 0,15 мл (г) препарата на голову в сутки; в третий месяц – 0,23 мл (г) препарата на голову в сутки; в четвертый месяц – 0,31 мл (г) препарата на голову в сутки.

Продолжение таблицы 1

1	2	3
III опытная	11	ОР + препарат «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена – 0,5 г/кг препарата) в количестве 0,10 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона. В первый месяц – 0,20 мл (г) препарата на голову в сутки; во второй месяц – 0,30 мл (г) препарата на голову в сутки; в третий месяц – 0,46 мл (г) препарата на голову в сутки; в четвертый месяц – 0,62 мл (г) препарата на голову в сутки.

Научно-хозяйственный опыт по изучению эффективности использования препарата «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена – 0,5 г/кг препарата) способом выпаивания с молоком организован на телятах начальной живой массой 40 кг в возрасте при постановке на опыт 3-15 дней по принципу пар-аналогов. Сформировано 3 подопытные группы по 11 голов в каждой, из которых первая контрольная группа получала общепринятый рацион в хозяйстве без использования препарата наночастиц. Различия между опытными группами и контрольными животными заключались в использовании при выпойке молока телятам II группы препарата наночастиц селена из расчета 0,05 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона, телятам III опытной группы – 0,10 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона. В связи с постоянным увеличением потребления сухого вещества рациона корректировка количества задаваемого препарата в сутки для телят II группы проводилась ежемесячно: 0,10 мл (г) препарата в сутки в первый месяц выращивания, 0,15 мл (г) – во второй, 0,23 мл (г) – в третий и 0,31 мл (г) – в четвертый месяц выращивания. Для телят III группы количество препарата «Нано-Se» на голову в сутки в первый месяц выращивания составило 0,20 мл (г), во второй месяц – 0,30 мл (г), в третий – 0,46 мл (г), в четвертый – 0,62 мл (г). Продолжительность предварительного периода составила 4 дня, учетного – 83 дня.

Условия содержания животных были одинаковые: кормление в соответствии с нормами (2003), поение из ведра, содержание беспривязное.

В процессе проведения исследования использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены химический состав кормов, поедаемость кормов, гематологические показатели крови. Отбор проб крови проводился через 2,5-3 часа после кормления из яремной вены дважды в конце исследований. Отбор средних образцов (кормов и их остатков) для лабораторных исследований проводили по методике ВИЖА Томмэ М. Ф., Модянов А. В.

Результаты исследований и их обсуждение. При использовании в рационах различных дозировок препарата «Нано-Se» для молодняка

крупного рогатого скота в научно-хозяйственном опыте с рождения до 75-дневного возраста результаты выращивания телят представлены в таблице 2.

Начальная живая масса при постановке на опыт составила в среднем 40,5 кг. За период проведения опыта (83 дня) валовый прирост контрольных животных составил 70,4 кг.

Таблица 2 – Динамика живой массы телят

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса в начале опыта, кг	40,2 ± 1,27	40,6 ± 1,38	40,6 ± 1,10
Живая масса в конце опыта, кг	110,6 ± 3,72	117,0 ± 4,84	114,6 ± 4,13
Валовой прирост за опыт, кг	70,4 ± 3,06	76,4 ± 3,69	74,0 ± 3,69
Среднесуточный прирост за опыт, г	848 ± 35,7	920 ± 39,8	892 ± 38,4
% к контролю	100	108,5	105,2

В опытных группах телят при использовании препарата «Нано-Se» в количестве 0,05 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона (II группа) установлено повышение валового прироста по отношению к контролю на 8,5 %, а в количестве 0,10 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона (III группа) – на 5,2 %.

Аналогичная валовому приросту тенденция установлена по показателю среднесуточного прироста молодняка крупного рогатого скота при ежедневном использовании различных дозировок наночастиц селена. Повышение суточной продуктивности телят II и III опытных групп по сравнению с контрольной группой составило 72 и 44 г соответственно.

При проведении научно-хозяйственных исследований на телятах различных дозировок комплексного препарата наночастиц селена изучалось действие препарата на морфологические (таблица 3) показатели крови подопытных животных. Отбор проб проводили от 4-х голов с каждой группы согласно схеме исследований.

В научно-хозяйственном опыте скармливание препарата наночастиц селена в количестве 0,05 мг на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона положительно повлияло на морфологические показатели крови. В крови животных II опытной группы установлена тенденция увеличения количества эритроцитов на 3,5 %, уровня гематокрита на 4,5 % за весь период исследований по сравнению с контрольными аналогами.

Установлена склонность к снижению, в пределах физиологической нормы, количества лейкоцитов в крови молодняка крупного рогатого скота при использовании препарата наночастиц селена. Количество лейкоцитов по отношению к контрольной группе снизилось на 4,7 %. В

период проведения исследований установлена аналогичная лейкоцитам тенденция к снижению уровня тромбоцитов во II опытной группе по отношению к контрольным животным на 37,8 %. В целом за период исследований показатель тромбоцитов был ниже во всех опытных группах.

Таблица 3 – Морфологические показатели крови телят

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,75 \pm 0,29$	$5,95 \pm 0,35$	$5,55 \pm 0,34$
Гемоглобин, г/л	$115,0 \pm 5,08$	$114,8 \pm 6,86$	$108,3 \pm 3,50$
Гематокрит, %	$22,3 \pm 1,41$	$23,3 \pm 1,48$	$21,4 \pm 1,48$
Лейкоциты, $10^9/л$	$17,1 \pm 1,00$	$16,3 \pm 2,68$	$15,7 \pm 1,09$
Тромбоциты, $10^9/л$	$659,5 \pm 28,1$	$410,5 \pm 45,9$	$394,8 \pm 5,96$

Количество эритроцитов и гемоглобина в крови подопытных телят (III группа) при использовании препарата наночастиц селена в количестве 0,10 мг на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона уменьшилось по сравнению с контрольными показателями. Концентрация эритроцитов на протяжении всего периода исследований была ниже контрольных показателей на 3,5 %. Также установлена тенденция к снижению количества гемоглобина в крови молодняка на 5,8 %, гематокрита – на 4,0 %.

При проведении научно-хозяйственных исследований по изучению эффективности ввода в рационы молодняка крупного рогатого скота различных дозировок нанопрепарата селена изучены биохимические показатели крови подопытных животных, представленные в таблице 4.

В научно-хозяйственном опыте установлена тенденция к снижению в крови уровня общего белка и его составляющих при использовании препарата наночастиц селена в количестве 0,05 мг на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона. Содержание общего белка снизилось за весь период исследований на 7,7 %. Концентрация альбуминов и глобулы за период опыта повысилась по сравнению с контрольными показателями на 4,7 и 12,2 % соответственно.

Наблюдалась тенденция к снижению количества мочевины и холестерина в крови подопытных телят. Установлено снижение уровня холестерина по отношению к контрольным животным на 5,0 %. Концентрация мочевины в крови животных II опытной группы по отношению к контрольным показателям снизилась на 5,4 %.

Таблица 4 – Биохимические показатели крови телят

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Общий белок, г/л	75,0 ± 2,14	69,2 ± 3,83	71,1 ± 1,56
Альбумины, г/л	38,7 ± 0,77	40,5 ± 1,42	40,7 ± 0,86
Глобулины, г/л	36,3 ± 2,74	28,7 ± 4,78	30,4 ± 1,57
Мочевина, ммоль/л	6,50 ± 0,50	6,15 ± 0,22	6,03 ± 0,46
Креатинин, мкмоль/л	74,6 ± 3,04	77,5 ± 3,28	80,0 ± 4,98
Глюкоза, ммоль/л	3,70 ± 0,36	4,15 ± 0,41	4,25 ± 0,16
Холестерин, ммоль/л	0,20 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,19 ± 0,01
Триглицериды, ммоль/л	0,32 ± 0,02	0,35 ± 0,04	0,33 ± 0,04
Билирубин, мкмоль/л	1,87 ± 0,12	2,25 ± 0,26	2,29 ± 0,22

Количество глюкозы в крови животных, потреблявших препарат наночастиц селена в количестве 0,10 мг на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона, повысилась на 14,9 % соответственно. Установлена тенденция к снижению содержания глобулинов в крови подопытных животных, что повлияло на понижение общего содержания белка на 5,2 % за весь период исследований. Уровень глобулинов в крови телят III опытной группы снизился на 16,3 %. Также наблюдалась тенденция к снижению количества мочевины и повышения уровня креатинина в крови молодняка крупного рогатого скота. Концентрация мочевины в крови животных III опытной группы по отношению к контрольным показателям снизилась на 7,3 %. Уровень креатинина по отношению к контрольным животным повысился на 7,3 %. Количество глюкозы в крови животных, потреблявших с рационом препарат наночастиц селена в количестве 0,10 мг на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона, превышало контрольные показатели на 14,9 %. Показатели крови по триглицеридам и билирубину во всех опытных группах превышали показатели контрольных аналогов на 3,1 и 22,5 % соответственно.

Общий расход кормов за опытный период на одну голову во всех подопытных группах составил 2,11-2,28 ц корм. ед. Однако в связи с некоторыми различиями в потреблении основных кормов рациона общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову в опытных группах была чуть выше контроля. Стоимость среднесуточного рациона во II опытной группе повысилась по отношению к контролю всего на 3,0 %. Общие затраты на получение валового прироста во II опытной группе повысились на 25,2 руб., в третьей – на 26,5 руб.

В результате более высокого валового прироста опытных животных по сравнению с контрольными животными во II опытной группе установлено снижение себестоимости 1 кг прироста с 12,1 до 11,5 руб., или на 0,6 руб. Себестоимость 1 кг прироста в III опытной группе оказалась более высокая по сравнению со II группой, однако она снизилась на 0,23 руб. по сравнению с контролем.

В результате снижения себестоимости продукции в опытных группах и более высокого прироста живой массы получена дополнительная прибыль. Так, введение в рацион телят II группы препарата «Нано-Se» в количестве 0,05 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона позволило получить 47,4 руб. дополнительной прибыли за период опыта. В III опытной группе, потреблявшей корма с препаратом «Нано-Se» в количестве 0,10 мг наночастиц селена на 1 кг потребляемого сухого вещества рациона, данный показатель составил 17,0 руб. на 1 голову за опытный период.

Заключение. Использование в рационах молодняка крупного рогатого скота II и III опытных групп наночастиц селена в количестве 0,05 и 0,10 мг на 1 кг сухого вещества рациона способствует увеличению среднесуточных приростов на 8,5 и 5,2 %, снижению себестоимости получаемой продукции на 5,1 и 1,9 % и получению дополнительной прибыли в размере 47,4 и 17,0 руб. в расчете на 1 голову соответственно. Способом использования наночастиц селена (жидкость) в кормлении молодняка крупного рогатого скота до 75-дневного возраста является введение препарата в состав молочных кормов в процессе их выпаивания ежедневно каждому теленку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинохватов, А. Ф. Селен в биосфере / А. Ф. Блинохватов. – Пенза, 2005. – 324 с.
2. Плавинский, С. Ю. Значение селена в кормлении молодняка крупного рогатого скота / С. Ю. Плавинский, К. А. Красновский // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. – Благовещенск, 2013. – С. 61-64.
3. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – Москва: Инженер, 1997. – 419 с.
4. Ермаков, В. В. Биологическое значение селенита и селената натрия / В. В. Ермаков, В. В. Ковальский. – Москва: Наука, 2007. – 298 с.
5. Дюкарев, В. В. Кормовые добавки в рационах животных. Теория и практика / В. В. Дюкарев, А. Г. Ключковский, И. В. Дюкар. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 279 с.

ФОСФАТИДНО-МАСЛЯНАЯ ЭМУЛЬСИЯ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

А. И. Козинец, М. А. Надаринская, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец

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

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222163, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: serovdv@mail.ru)

Ключевые слова: фосфатидно-масляная эмульсия, коровы, продуктивность, морфофункциональные свойства крови, лейкоцитарная картина крови, биохимия крови, экономические показатели.

Аннотация. Использование фосфатидно-масляной эмульсии в качестве компонента обогатителя в составе кормовой добавки для коров в количестве 3,5 и 6,7 %, или 0,7 и 1,4 % по массе, способствовало улучшению продуктивности коров, активизации биохимических процессов в крови за счет фосфолипидов и триглицеридов. Продуктивность животных повысилась в среднем на 2,43 и 1,42 кг в сутки от животного. Отмечено, что уровень протеина в молоке повысился в среднем после скармливания фосфатидно-масляной эмульсии на 0,35 и 0,32 п. п. соответственно. Ввод фосфатидно-масляной эмульсии в состав комбикормов опытных животных способствовал улучшению их лейкоцитарного профиля по сравнению с контрольными животными. По окончании периода раздоя животные опытных групп отличались нормативным уровнем лейкоцитов и существенным снижением лимфоцитов. Отмечена стабилизация уровня гранулоцитов относительно других форменных элементов крови, что свидетельствует о характерных восстановительных процессах в организме.

PHOSPHATIDE-OIL EMULSION IN COW FEEDING

A. I. Kozinets, M. A. Nadarinskaya, O. G. Golushko, T. G. Kozinets

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze Str.; e-mail: serovdv@mail.ru)

Key words: phosphatide-oil emulsion, cows, productivity, morpho-functional properties of blood, leucocytic picture, biochemistry of blood, economic indicators.

Summary. The use of phosphatide-oil emulsion as an enriching component of the feed additive for cows in the amount of 3,5 and 6,7 % or 0,7 and 1,4 % by weight promoted improvement of cow productivity, activation of biochemical processes in blood due to phospholipids and triglycerides. Animal productivity increased by an average of 2,43 and 1,42 kg per day per animal. It was noted that after feeding phosphatide-oil emulsion, the level of protein in milk increased on average by 0,35 and 0,32 p.p., respectively. Inclusion of phosphatide-oil emulsion in the compound feed for

experimental animals contributed to improvement of their leucocytic picture compared to the control animals. At the end of the DIM period, the animals of the experimental groups were characterized by a normal level of leukocytes and a significant decrease in lymphocytes. Stabilization of granulocyte level in relation to other formed elements of the blood was observed, indicating the characteristic recovery processes in the body.

(Поступила в редакцию 31.05.2023 г.)

Введение. Промышленное молочное скотоводство, в рамках сложившейся экономической ситуации, активно занято поиском решений, основная цель которых повысить энергетическую ценность комбикормов наряду с обеспеченностью высоким уровнем протеина рационов с приемлемым ценовым предложением. Поиск и включение источников энергии для комбикормов среди отечественных вторичных продуктов переработки, энергетический состав и логистика которых не будут добавлять стоимости к концентрированным кормам на выходе, может обеспечить доступность таких комбикормов для очень широкого списка предприятий молочно-товарного сектора.

Кормовые компоненты, на данный момент имеющиеся в стране, помимо энергетической ценности должны быть богаты биологически активными веществами, способными улучшать направление и интенсивность обменных потоков, добавлять в обмен веществ и процесс кроветворения элементы способные скорректировать воздействие высокоинтенсивной технологии на высокопродуктивных коров.

Основу сырьевой базы производства комбикормов для всех видов и половозрастных групп животных составляет злаковый зернофураж, зернобобовые, рапс и продукты его переработки (жмых и шрот). Для сокращения доли зернофуража и его обогащения в составе комбикормов необходимо использовать и другие обезвоженные вторресурсы: фуз кормовой, соапсток, жирную отбельную глину, фосфатидный концентрат и вторичное сырье после сепарации маслосемян рапса [1-11].

Фосфатидный концентрат кормовой – конечный продукт переработки масла после рафинации, представляет собой маслянистую грязеподобную массу с высокой общей питательностью. Массовая доля жира составляет 40-50 %, фосфатидов – 50 % [7-10]. В состав кормового фосфатидного концентрата входит до 40 % белковых веществ и 10 % лецитина [8, 12].

Жирные кислоты в организме существуют в различных формах на различных стадиях циркуляции в крови. Они поглощаются в кишечнике, образуя хиломикроны, но в то же время они существуют в виде липопротеинов очень низкой плотности или липопротеинов низкой плотности после превращений в печени [14, 15].

Наша страна обладает большими мощностями по переработке маслосемян, а следовательно, и вторичными продуктами производства масла. Одним из высокоценных продуктов в процессе рафинации масла, сходным по качественным характеристикам с фосфатным концентратом, является фосфатидно-масляная эмульсия, получаемая после гидратации масла новыми технологическими способами (электролиты) [16], обеспечивающие высокую очистку масла от фосфолипидов и хлорофилла. Данный вторичный продукт ограниченно использовали, поскольку технические характеристики получаемой эмульсии сокращают хранение такого вторресурса. Разработка технологии использования фосфатидно-масляной эмульсии в составе комбикормов для высокопродуктивных коров позволит использовать продукт с высоким уровнем фосфолипидов (в частности, лецитина) без дополнительной обработки, что, соответственно, удешевит конечную продукцию животноводства.

Цель исследований – изучить эффективность ввода в рационы высокопродуктивных коров кормовых концентратов с использованием фосфатидно-масляной эмульсии.

Материал и методика исследований. В условия ГП «ЖодиноАгроПлем-Элита» Минской области Смолевичского района были проведены исследования по изучению комбикормов, обогащенных липидами за счет включения фосфатидно-масляной эмульсии. Эксперименты на высокопродуктивных коровах проводили на трех группах коров (10 голов в каждой) со средним удоем 18,5 кг в период раздоя в течении 60 дней.

Разница в кормлении состояла в том, что коровам II группы вводили 20,7 % КК-АП/1 по массе, в котором содержалось 3,5 % фосфатидно-масляной эмульсии. Животным в III группе в состав комбикорма вводили 21,4 % обогащающей кормовой добавки КК-АП/2 по массе, в которой содержалось 6,7 % фосфатидно-масляной эмульсии. В составе комбикормов для высокопродуктивных коров уровень ввода фосфатидно-масляной эмульсии составил 0,7 и 1,5 % соответственно для опытных групп. Контрольные коровы в качестве протеинового обогатителя комбикорма получали соевый шрот в количестве 20 %.

Фосфатидно-масляная эмульсия (ФМЭ) состоит из масла, фосфатидов, влаги, примесей белкового характера и других сопутствующих жирам веществ (ТУ ВУ 691432298.019-2017). Показатели питательности фосфатидно-масляной эмульсии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели питательности фосфатидно-масляной эмульсии

Показатели	В 1 кг содержится:
Кормовые единицы	1,23
Обменная энергия (КРС), МДж	9,85
Обменная энергия (свиньи), МДж	11,55
Сухое вещество, г	355
Сырой протеин, г	4,4
Сырой жир, г	333,3
В т. ч. лецитин (расчетн.), г	123,3
М. д. линолевой кислоты в жире, %	40,7
М. д. линоленовой кислоты в жире, %	5,4
М. д. олеиновой кислоты в жире, %	24,7
Кальций, г	0,9
Фосфор, г	5,1
Марганец, мг	0,8
Железо, мг	11,3
Цинк, мг	1,5
Медь, мг	0,2
Витамин Е, мг	61,1

Гематологические показатели определяли у коров в РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» на автоматическом анализаторе «Uritvet plus», в сыворотке крови – содержание общего белка и его фракций, глюкозы, мочевины, холестерина, общего билирубина, АлАТ, АсАТ, амилазы – на биохимическом анализаторе «DIALAB Autoluser». Образцы крови отбирались для исследований – через 2,5-3 часа после утреннего кормления животных до и после скармливания исследуемой кормовой добавки.

В процессе проведения исследований на коровах были 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 путем взвешивания задаваемых кормов и несъеденных остатков с расчетом фактической поедаемости; химический состав и питательность кормов – путем общего зоотехнического анализа в условиях лаборатории биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», отбор проб кормов осуществлялся в начале и конце научно-хозяйственного опыта; молочную продуктивность и качество молока проводили по данным контрольных доек, на которых проводили отбор пробы от всех коров каждой группы с определением основных показателей на анализаторе Ecomilk.

Результаты исследований и их обсуждение. Комбикорма концентраты с включением кормовых концентратов Агро-Продукт (КК-

АП) для коров, обогащенные фосфолипидами, имели в своем составе повышенное содержание жиров, что было выше данных в контроле на 3,5 % по питательности от сухого вещества (таблица 2). Повышение ввода ФМЭ в комбикормах коров III группы способствовало обеспечению сырого жира в комбикормах для высокопродуктивных коров этой группы до 3,8 %.

Таблица 2 – Состав и питательность кормового концентрата КК-АП-1 и КК-АП/2 с включением ФМЭ и комбикормов-концентратов, обогащенных липидами для высокопродуктивных коров

Показатель	КК контроль- ный	КК-АП/1	КК II группы	КК-АП/2	КК III группы
1	2	3	4	5	6
Тритикале, %	20,0	-	20,0	-	20,0
Пшеница, %	27,2	-	26,5	-	25,8
Ячмень, %	20,0	-	20,0	-	20,0
Шрот соевый, %	20,0	-	-	-	-
Шрот подсолнечный, %	10,0	-	10,0	-	10,0
Концентрат кормовой КК-АП/1, КК-АП/2 %	-	-	20,7	-	21,4
в т. ч.: Шрот соевый, %	-	96,5	-	93,3	-
ФМЭ, %	-	3,5	-	6,7	-
Минерально-витаминная смесь, %	-	-	-	-	-
в т. ч. соль кормовая, %	1,0	-	1,0	-	1,0
Премикс П 60-3, %	1,0	-	1,0	-	1,0
Мел кормовой, %	0,8	-	0,8	-	0,8
Всего	100	100	100	100	100
В 1 кг содержится:					
Кормовых единиц	1,13	1,21	1,13	1,21	1,13
Обменной энергии, МДж	10,85	12,82	10,84	12,71	10,84
Сухого вещества, кг	0,86	0,9	0,86	0,88	0,86
Сырого протеина, г	211,1	432,5	211,8	418,3	210,9
Переваримого протеина, г	176,2	386,1	175,4	373,3	174,7
Сырого жира, г	27,8	37,7	30,1	47,5	32,3
Сырой клетчатки, г	50,4	59,8	50,3	57,9	50,2
Крахмала, г	343,9	17,4	340,3	16,8	336,7
Сахара, г	31,9	91,7	31,8	88,6	31,7
Кальция, г	5,13	2,71	5,14	2,73	5,16
Фосфора, г	5,2	6,50	5,25	6,41	5,25

Суточный рацион животных содержал 42,1 % сочных кормов, 9,3 % грубых кормов и 48,6 % концентратов (таблица 3). В ежедневном рационе коров на 1 кг сухого вещества приходилось 10,2-10,3 МДж обменной энергии, 147 г сырого протеина, 80,5-81 г переваримого протеина. Сахаро-протеиновое соотношение составило в рационе 0,43, кальций фосфорное соотношение было в пределах 1,24.

Таблица 3 – Состав суточного рациона для высокопродуктивных коров

Показатель	Группа					
	I контрольная		II опытная		III опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%
1	2		3		4	
Сенная резка	2,8	7,9	3,0	8,2	2,9	8,0
Силос кукурузный	7,0	8,2	8,0	9,0	8,0	9,3
Зеленая масса однолетних трав	11,5	33,9	12,0	34,3	11,0	32,4
Солома злаковая	1,0	1,4	1,0	0,9	1,0	1,7
Комбикорм контроль	7,0	48,6	-	-	-	-
Комбикорм с КК-АП/1	-	-	7,0	47,6	-	-
Комбикорм с КК-АП/2	-	-	-	-	7,0	48,6
Содержится в рационе:						
кормовых единиц	16,28		16,80		16,36	
обменной энергии, МДж	179,4		187,3		182,4	
сухого вещества, кг	17,6		18,43		17,9	
сырого протеина, г	2600		2683		2611	
переваримого протеина, г	1418		1958		1910	
сырого жира, г	372		402		409	
сырой клетчатки, г	3604		3819		3663	
сахара, г	605		626		598	
кальция, г	66,8		68,7		67,5	
фосфора, г	54,9		57,7		53,8	
магния, г	30,1		30,9		30,4	
калия, г	196,5		205,9		198,8	
натрия, г	31,5		33,6		33,8	
железа, мг	2772,1		2895,2		2811,6	
меди, мг	130,9		132,2		131,0	
цинка, мг	932,8		944,9		933,8	
кобальта, мг	20,86		21,14		20,75	
марганца, мг	751,4		783,6		761,6	
йода, мг	23,9		24,2		23,9	
каротина, мг	794,8		843,8		788,7	
витамина D, МЕ	21,9		21,98		21,9	
витамин E, мг	1117,6		1189,1		1148,5	

Установлено, что с вводом кормовых концентратов в составе комбикорма для коров во II группе потребление сухого вещества у коров увеличилось на 4,7-1,6 %. Уровень потребленного сырого жира в рационе повысился в пределах 8,0-9,9 % у опытных коров.

Продуктивность коров в среднем за период с внесением комбикормов с ФМЭ увеличилась в сравнении с контролем и с данными на начало опытов (таблица 4).

Среднесуточный удой коров в среднем за период у контрольных коров в сравнении с данными на начало исследований было выше на 1,79 кг, у коров II и III групп – 2,1 и 0,85 кг. В пересчете на удой 3,6%-й

жирности было установлено, что в контрольной группе было получено на 0,98 кг молока больше в том же сравнении. Тогда как с вводом ФМЭ в составе концентратов у коров II группы удой был выше на 2,43 кг и в III группе – на 1,41 кг. В результате с вводом комбикормов, обогащенных ФМЭ в количестве 0,7 % по массе, во II группе было получено на 1,45 кг молока больше от каждой коровы и на 0,43 кг в III группе в сравнении с контрольными животными.

Таблица 4 – Показатели продуктивности коров в период раздоя

Показатель	I контрольная	II опытная	III опытная
Начало опыта			
Среднесуточный удой, кг	17,02 ± 1,46	18,00 ± 0,82	17,7 ± 0,597
Жирность молока, %	3,87 ± 0,188	3,78 ± 0,23	3,81 ± 0,15
Среднесуточный удой молока 3,6%-й жирности, кг	18,3 ± 1,35	18,90 ± 1,33	18,73 ± 1,84
белок молока, %	3,40 ± 0,08	3,34 ± 0,084	3,32 ± 0,076
мочевина, г/дл	36,56 ± 0,73	36,13 ± 1,84	36,4 ± 1,07
Среднее значение за период исследований:			
Среднесуточный удой, кг	18,81 ± 1,33	20,10 ± 2,08	18,55 ± 1,28
Жирность молока, %	3,69 ± 0,199	3,82 ± 0,23	3,91 ± 0,15
Среднесуточный удой молока 3,6%-й жирности, кг	19,28 ± 1,46	21,33 ± 0,82	20,14 ± 0,597
± по среднесуточному удою 3,6%-й жирности к началу исследований, кг	+0,98	+2,43	+1,41
изменение среднесуточного удою 3,6%-й жирности в сравнении с контролем, кг	-	+1,45	+0,43
белок молока, %	3,23 ± 0,09	3,58 ± 0,15	3,55 ± 0,073
мочевина, г/дл	34,08 ± 1,10	36,25 ± 2,66	33,38 ± 1,29

В сравнении с контрольными коровами по среднему значению животные опытных групп отличались на 10,63 и 4,5 % во II и III группах.

Количество белка в отобранном молоке коров в среднем за период превзошел контрольный результат на 0,35 п. п. при вводе 0,7 % ФМЭ в состав комбикормов. В III группе содержание белка в молоке превзошло контрольные показатели протеина в среднем на 0,32 п. п.

Концентрация мочевины у коров во II группе в молоке была выше (в пределах нормативного значения), чем в контроле, на 6,3 %. Отмечено, что в молоке коров III группы уровень мочевины был ниже контрольного варианта на 2,0 %.

Уровень усвоения питательных веществ в организме животных, интенсивность обменных процессов, защитные свойства организма можно проследить по гематологическим и биохимическим показателям крови животных (таблица 5-7).

Содержание эритроцитов в крови коров контрольной группы имело тенденцию к снижению результатов с возрастанием срока раздоя, тогда как с вводом ФМЭ уровень главных клеток крови повысился на 4,4 %. Данный фактор, демонстрирующий увеличение интенсивности обмена веществ, подтверждается обновлением красных клеток крови с повышением среднего объема и ширины распределения в том же сравнении на 4,3 %.

Таблица 5 – Морфофункциональные свойства крови высокопродуктивных коров *

Показатель	Группы		
	I	II	III
Количество эритроцитов, $10^{12}/л$ (RBC)	$5,16 \pm 0,18$ $5,11 \pm 0,29$	$4,81 \pm 0,08$ $5,02 \pm 0,24$	$5,05 \pm 0,29$ $4,91 \pm 0,39$
Средний объем эритроцитов (MCV), $мкм^3$	$50,55 \pm 3,10$ $50,63 \pm 3,13$	$46,63 \pm 0,59$ $47,13 \pm 0,38$	$45,60 \pm 1,22$ $46,20 \pm 1,46$
Абсолютная ширина распределения эритроцитов, RDV-CV $мкм^3$	$26,65 \pm 3,02$ $24,70 \pm 1,91$	$23,4 \pm 0,00$ $23,4 \pm 0,53$	$21,8 \pm 0,334$ $23,4 \pm 1,66$
Ширина распределения эритроцитов, %	$15,28 \pm 1,05$ $14,23 \pm 0,72$	$13,9 \pm 0,15$ $14,5 \pm 0,21$	$13,88 \pm 0,30$ $14,6 \pm 0,57$
Количество тромбоцитов, $10^9/л$ (PLT)	$284 \pm 49,23$ $216 \pm 57,01$	$148 \pm 26,6$ $278 \pm 87,73$	$241,5 \pm 46,6$ $142 \pm 77,68$
Средний объем тромбоцитов, $мкм^3$ (MPV)	$8,88 \pm 0,29$ $10,85 \pm 0,47$	$13,0 \pm 2,25$ $10,13 \pm 0,25$	$13,4 \pm 2,73$ $12,05 \pm 0,87$
Компактный объем тромбоцитов (PCT), %	$0,25 \pm 0,015$ $0,22 \pm 0,052$	$0,18 \pm 0,055$ $0,27 \pm 0,081$	$0,18 \pm 0,076$ $0,24 \pm 0,092$
Гемоглобин, г/л (HGB)	$96,0 \pm 3,42$ $89,5 \pm 4,50$	$82,33 \pm 1,45$ $87,25 \pm 1,55$	$89,5 \pm 5,37$ $82,0 \pm 5,85$
Содержание гемоглобина в эритроците, пг (MCH)	$18,58 \pm 0,41$ $17,53 \pm 0,45$	$17,57 \pm 0,15$ $16,88 \pm 0,29$	$17,68 \pm 0,21$ $16,93 \pm 0,23$
Средняя концентрация гемоглобина г/л (MCHC)	$371,5 \pm 15,01$ $349,0 \pm 12,5$	$378,3 \pm 12,33$ $357,0 \pm 7,67$	$389,0 \pm 9,49$ $369,0 \pm 9,72$
Гематокрит, % (HCT)	$26,0 \pm 1,77$ $25,7 \pm 1,59$	$20,87 \pm 1,32$ $23,75 \pm 1,18$	$22,93 \pm 1,04$ $22,23 \pm 1,58$

*Примечание – *здесь и далее в числителе показатели до скормливания добавки и в знаменателе по окончании опыта*

Ввод ФМЭ в кормовые концентраты коровам в III группе характеризуется в сравнении с контрольными животными, при снижении уровня эритроцитов, выраженным направленным их обновлением. Отмечено увеличением среднего объема на 1,3 %, абсолютной ширины распределения на 7,3 % и показателя RDV-CV на 5,2 % относительно данных на начало периода исследований.

Уровень гематокрита как идентификатора активности газообмена в крови коров повысился на 13,8 % в образцах крови II группы по окончании скормливания при снижении данных в контроле на 1,2 % и во II группе – на 3,1 %.

Количество гемоглобина в крови коров II группы было ниже в начале исследований, чем у сверстниц, которое увеличилось на 14,3 % после скормливания ФМЭ. В контроле и у сверстниц другой группы было отмечено снижение этого показателя кров на 6,8 и 8,4 % соответственно. Распределение гемоглобина в крови опытных коров с обновлением эритроцитов всегда снижается с увеличением объема эритроцита. Установлено, что средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе была выше у коров, получавших ФМЭ, во II группе при разнице с началом исследований равной 5,9 %. Тогда как в контроле и III группе отмечено снижение на 6,7 и 8,4 % соответственно.

Лейкоцитарная картина крови коров (таблица 4) с течением лактации и вводом в комбикорм ФМЭ имела разносторонние изменения.

Установлено, что уровень лимфоцитов с ростом срока лактации снижался в сыворотке крови всех подопытных животных. Однако, если снижение в контроле составило 26,2 %, во II и III группах оно составило 40,6 и 36,5 % относительно начальных данных. Что свидетельствует о лучшем состоянии тканей и слизистых организма коров и снижении потребности в таких репаративных и восстановительных клетках, как лимфоциты.

Клетки среднего размера как предшественники лейкоцитов после периода раздоя имеют тенденцию снижения, что отмечено у коров контрольной и опытных групп. Однако при снижении в контроле на 24,7 % во II группе уровень лейкоцитов снизился в 2,03 раза и в III группе – в 1,5 раза.

Количество гранулоцитов в крови в опытных группах было намного выше, чем у коров в контроле, что превышало нормативный предел. Однако с вводом ФМЭ их уровень в крови снизился на 44,3 % и в III группе – на 24,6 % при снижении в контроле на 18,1 %.

Анализ абсолютного содержания клеток «белой крови», лейкоцитов на начало исследований в опытных группах было больше биологического норматива 4,0-12,0 10^9 /л. Содержание лейкоцитов по окончании исследований в межгрупповом сравнении с данными на начало снизилось как физиологический аспект, следует отметить что у коров II группы отмечено максимальное снижение лейкоцитов до уровня верхней границы биохимического норматива (1,7 раза). В III группе снижение относительно начальных данных составило 1,4 раза, тогда как в контроле при анализе относительного содержания групп лейкоцитов отмечено физиологическое снижение, в том же сравнении.

Таблица 6 – Лейкоцитарная картина крови коров при поедании обогащающих кормовых добавок с фосфатидно-масляной эмульсией

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Абсолютное содержание лимфоцитов, $10^9/\text{л}$	$7,45 \pm 1,27$ $5,50 \pm 2,12$	$8,63 \pm 1,39$ $5,13 \pm 0,69$	$7,95 \pm 1,25$ $5,05 \pm 0,46$
Абсолютное содержание средних клеток, $10^9/\text{л}$	$1,90 \pm 0,196$ $1,43 \pm 0,295$	$2,33 \pm 0,291$ $1,15 \pm 0,171$	$2,15 \pm 0,362$ $1,45 \pm 0,176$
Абсолютное содержание гранулоцитов, $10^9/\text{л}$	$3,48 \pm 1,101$ $2,85 \pm 2,11$	$8,70 \pm 1,504$ $4,85 \pm 0,46$	$9,45 \pm 2,43$ $7,13 \pm 0,73$
Относительная концентрация лимфоцитов, %	$57,55 \pm 8,75$ $56,12 \pm 6,54$	$43,97 \pm 5,88$ $48,13 \pm 6,19$	$41,28 \pm 2,43$ $37,9 \pm 4,77$
Относительная концентрация средних клеток, %	$14,68 \pm 1,37$ $14,48 \pm 1,32$	$11,73 \pm 0,64$ $10,25 \pm 0,92$	$11,18 \pm 1,13$ $10,78 \pm 1,28$
Относительная концентрация гранулоцитов, %	$27,78 \pm 9,60$ $29,40 \pm 7,18$	$44,3 \pm 6,35$ $41,63 \pm 7,06$	$47,55 \pm 3,33$ $51,33 \pm 4,70$
Абсолютное содержание лейкоцитов, $10^9/\text{л}$	$12,83 \pm 1,51$ $9,78 \pm 1,36$	$19,67 \pm 1,48$ $11,38 \pm 1,35$	$19,55 \pm 3,79$ $13,63 \pm 1,33$

Абсолютное количество гранулоцитов в крови опытных коров, важных защитных клеток крови имело сходную картину общему лейкоцитарному профилю, что свидетельствует о снижении попадания в кровь животных чужеродных агентов с вводом ФМЭ за счет снижения их проходимости в кровь и способностью организма выровнять уровень защитных свойств крови.

Биохимический состав крови коров со скормливанием обогащающей фосфолипидами кормовой добавки, повлиявшей на течение обменных потоков и увеличившей их интенсивность с изменением концентрации конечных метаболитов (таблица 7).

Степень активности белкового обмена по окончании периода раздоя снижается, что отражается на снижении уровня общего белка и мочевины. Установлено, что при снижении уровня общего белка в крови у контрольных коров с течением срока лактации на 11,5 %, во II группе разница в том же сравнении составила 3,2 % и в III группе – 1,03 %. Также отмечено, что в сравнении с контролем уровень протеина в крови коров был выше на 3,6 % во II группе и 10,6 % в III группе.

Таблица 7 – Биохимические показатели крови высокопродуктивных коров

Показатель	Группы		
	I контрольная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Общий белок, г/л	$73,28 \pm 1,27$ $64,85 \pm 0,42$	$69,4 \pm 1,15$ $67,2 \pm 3,08$	$72,5 \pm 3,56$ $71,75 \pm 3,17$
Альбумины, г/л	$32,78 \pm 1,77$ $30,83 \pm 1,33$	$29,03 \pm 1,12$ $27,45 \pm 0,97$	$27,03 \pm 0,49$ $27,08 \pm 1,85$

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Глобулины, г/л	$35,5 \pm 3,14$ $34,03 \pm 1,13$	$37,73 \pm 1,81$ $39,75 \pm 2,69$	$45,50 \pm 3,49$ $44,4 \pm 4,54$
Глюкоза, ммоль/л	$1,03 \pm 0,025$ $1,5 \pm 0,020$	$1,10 \pm 0,058$ $1,63 \pm 0,067$	$1,13 \pm 0,065$ $1,73 \pm 0,048$
Мочевина, ммоль/л	$10,4 \pm 0,29$ $9,88 \pm 0,16$	$10,68 \pm 0,98$ $9,63 \pm 0,74$	$11,15 \pm 0,46$ $9,70 \pm 0,59$
Креатинин, мкмоль/л	$62,54 \pm 3,82$ $61,7 \pm 3,45$	$60,01 \pm 8,79$ $58,27 \pm 2,03$	$60,13 \pm 2,59$ $65,56 \pm 2,05$
Триглицериды, ммоль/л	$0,02 \pm 0,005$ $0,03 \pm 0,004$	$0,03 \pm 0,003$ $0,03 \pm 0,008$	$0,03 \pm 0,008$ $0,03 \pm 0,012$
Общий билирубин, мкмоль/л	$1,60 \pm 0,259$ $1,07 \pm 0,180$	$1,41 \pm 0,436$ $1,36 \pm 0,327$	$0,94 \pm 0,197$ $1,10 \pm 0,134$
Холестерин, ммоль/л	$0,33 \pm 0,028$ $0,30 \pm 0,011$	$0,24 \pm 0,031$ $0,26 \pm 0,027$	$0,22 \pm 0,012$ $0,20 \pm 0,020$

Количество усвояемой организмом мочевины имеет огромное значение для образования белка в организме кров и снижения негативного воздействия на организм животного. Отмечено, что при снижении содержания мочевины в контрольной группе на 5,0 %, обусловленного частично падением интенсивности обмена, в опытной группе оно составило 9,8 % и III группе – 13 % относительно начальных данных.

Количество креатинина, промежуточного продукта обмена протеина в организме коров, на фоне тенденции к снижению в контроле, во II группе оно снизилось на 2,9 % при повышении его уровня у коров III группы на 9,0 %. Данный фактор связан с тем, что инициация процессов обмена, обеспечившая продуктивность животных, расходует питательные вещества. Аминокислоты, не трансформирующие в продуктивность, превращаются в креатин и затем в креатинин.

Углеводный обмен в организме животных по окончанию периода раздоя всегда характеризуется низкими показателями уровня сахара в крови. С ростом лактации увеличилась концентрация сахара в крови у опытных животных на 48,1 и 54,5 %, тогда как в контроле разница составила 45,6 %. В сравнении с контролем уровень глюкозы в крови опытных групп был выше на 8,3 и 15,20 %.

Жировой обмен у высокопродуктивных коров всегда претерпевает излишнее напряжение, поскольку мобилизация жировых запасов при недостатке легкопереваримых углеводов может вызвать нарушение обмена веществ. Установлено, что с вводом нового концентрата уровень триглицеридов не изменялся, оставаясь стабильным. Тогда как в контрольной группе отмечено повышение в 1,5 раза, что характерно для окончания периода раздоя.

Трансформация и метаболизм продуктов жирового обмена, проходящего в печени и наблюдаемого по уровню общего холестерина, может

быть свидетельством о его полноценности. Установлено, что в крови контрольных коров отмечено снижение общего холестерина на 9,1 % относительно данных на начало исследований. В крови коров II группы на фоне достаточно низкого уровня холестерина в крови отмечено повышение его на 8,3 % в том же сравнении. Результаты этого метаболита в III группе относительно данных на начало исследований ниже на 9,1 %.

Ферментативная активность крови увеличилась в контрольной группе по активности АсАТ на 6,8 % при увеличении во II опытной на 5,1 %, при неизменном результате в III группе (таблица 8).

Таблица 8 – Энзимная картина крови высокопродуктивных коров

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Аспаратаминотрансфераза, ед./л	<u>73,05 ± 3,87</u>	<u>73,03 ± 4,65</u>	<u>71,23 ± 4,98</u>
	78,05 ± 6,85	76,73 ± 5,87	70,58 ± 3,17
Аланинаминотрансфераза, ед./л	<u>17,38 ± 1,202</u>	<u>20,56 ± 1,34</u>	<u>19,84 ± 1,18</u>
	15,06 ± 1,54	16,84 ± 2,07	16,6 ± 2,12
Лактатдегидрогеназа, ед./л	<u>341,6 ± 23,96</u>	<u>361,4 ± 32,09</u>	<u>396,4 ± 29,95</u>
	343,3 ± 11,23	362,3 ± 19,29	386,9 ± 30,03
Амилаза, ед./л	<u>29,4 ± 2,42</u>	<u>22,07 ± 6,13</u>	<u>21,00 ± 2,46</u>
	26,5 ± 1,14	21,53 ± 1,32	24,75 ± 3,98

Активность АЛАТ во всех группах имела тенденцию снижения результатов с течением срока лактации. Разница с контролем составила 11,8 % во II опытной и 10,2 % в III группе в сторону превышения результатов.

Активность амилазы в крови контрольных коров снизилась на 9,9 % после двух месяцев исследований, снижение во II опытной группе составило 2,4 %. Амилаза в III группе в крови коров увеличилась по окончанию скормливания на 17,9 %.

Обмен минеральных веществ, в частности, такого основного макроэлемента, как кальций в период раздоя, улучшился, следственно с повышением его концентрации в крови на 5,8 % у коров контрольной группы (таблица 9). С вводом ФМЭ, на фоне увеличения среднесуточного удоя коров и расхода этого макроэлемента уровень кальция в крови во II опытной был выше начального значения на 3,7 %. В крови коров III группы концентрация кальция увеличилась на 6,1 % на фоне небольшого повышения продуктивности.

Концентрация железа в крови коров в контроле после двух месяцев исследований снизилась на 9,9 % относительно начальных данных. В крови коров во II опытной группе отмечено повышение содержания этого микроэлемента на 4,4 %. В III группе содержание железа после скормливания добавки кормовых концентратов повысилось на 7,1 % в том же сравнении.

Таблица 9 – Минеральный состав крови высокопродуктивных коров

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Кальций, ммоль/л	$1,88 \pm 0,126$ $1,99 \pm 0,053$	$1,88 \pm 0,098$ $1,95 \pm 0,089$	$1,98 \pm 0,096$ $2,10 \pm 0,063$
Фосфор, ммоль/л	$1,86 \pm 0,125$ $1,60 \pm 0,051$	$1,78 \pm 0,042$ $1,53 \pm 0,054$	$1,97 \pm 0,051$ $1,61 \pm 0,119$
Магний, ммоль/л	$0,85 \pm 0,032$ $0,80 \pm 0,021$	$0,75 \pm 0,087$ $0,73 \pm 0,030$	$0,79 \pm 0,029$ $0,74 \pm 0,041$
Железо, мкмоль/л	$25,28 \pm 1,23$ $22,78 \pm 0,719$	$21,97 \pm 2,61$ $22,93 \pm 1,08$	$22,38 \pm 1,27$ $23,98 \pm 1,203$

Экономическая эффективность ввода фосфатидно-масляной эмульсии в рационы коров в период раздоя представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Экономическая эффективность при скармливании ФМЭ высокопродуктивным коровам

Показатель	Группы		
	I	II	III
1	2	3	4
Затраты кормов на 1 кг молока, корм. ед.	1,15	1,19	1,14
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц корм. ед.	12,98	14,35	12,69
Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голов, руб.	214	237	236
Себестоимость 1 корм. ед., руб.	0,219	0,235	0,241
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	3,58	3,95	3,94
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг продукции, руб.	0,19	0,20	0,21
Получено валового надоя, кг	1129,6	1206	1113
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	50,3		
Общие затраты на производство валового надоя, руб.	429,2	470,3	456,3
Себестоимость 1 кг продукции, руб.	0,38	0,39	0,41
Снижение / повышение себестоимости 1 кг молока по отношению к I группе, руб.	-	+0,01	+0,03
Снижение / повышение себестоимости 1 кг молока по отношению к I группе, %.	-	2,6	7,9
Получено дополнительной прибыли / убытка на голову за период опыта за счет изменения показателя себестоимости продукции, руб.	-	12,0	33,39

Заключение. Исследовано скармливание фосфатидно-масляной эмульсии в рационах коров в период раздоя в дозировках 0,7 и 1,4 % по массе комбикорма в составе обогащающих кормовых добавок КК-АП/1 и КК-АП/2, установлено положительное влияние на обмен, продуктивность, качественный состав молока и физиологическое состояние коров по окончанию периода раздоя.

У коров отмечено повышение среднего удоя за период на 10,8 и 4,5 %, жирность молока была констатирована выше на 0,13 и 0,22 п. п., уровень белка в молоке превысил контроль на 0,5 и 0,32 п. п.

Отмечено повышение уровня эритроцитов, гемоглобина, стабилизация лейкоцитарного профиля, характеризующееся снижением уровня лимфоцитов и гранулоцитов до нормативного уровня, наблюдалась тенденция к активизации восстановительных процессов после раздоя.

Установлено улучшение течения обмена протеинов и жиров на фоне снижения активности и ингибирования этих процессов в контроле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев, С. И. Научное обоснование и практическое использование побочных продуктов масложировой промышленности в рационах с.-х. животных: автореф. дис... на соиск. док. наук. – М., 2000. – 45 с.
2. Григорьева, В. Использование отходов масложировой промышленности / В. Григорьева, В. Мичигин // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www/apk-inform.com/ru/oilprocessing/59081>.
3. Васильев, М. Эффективность включения фосфатидного осадка в рацион свиней на промышленном откорме / М. Васильев // Животноводные науки, 1985. – Т. 22. – № 11. – С. 48-43.
4. Гусейнов, З. Г. Фуза как обогатитель жира и фосфора в рационах молодняка крупного рогатого скота / З. Г. Гусейнов // Матер. Второй Республиканской науч.-практич. конф. молодых ученых. – 1983. – С. 20-21.
5. Девин, К. Соапсток / К. Девин, М. Девин // Сельское хозяйство Нечерноземья. – 1982. – № 11. – С. 32.
6. Получение и тенденции применения растительных фосфолипидов / С. А. Ерешко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – № 2-3. – 2000. – С. 25-34.
7. 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.
8. Пищевые растительные фосфолипиды, получение и тенденции применения / Е.О. Герасименко [и др.] // Масложировая промышленность. – № 2. – 1999. – 425 с.
9. Кочеткова, А. А. Фосфолипиды в технологии продуктов питания / А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев, В. Н. Красильников // Масложировая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 10-13.
10. Кулибина, А. А. Использование отстойных фузов при дорацивании бычков / А. А. Кулибина, С. В. Сухарев // Вопросы кормления и разведения крупного рогатого скота в условиях индустриальной технологии в Ивановской области. – 1984. – С. 24-29.
11. Привало, О. Е. Энергетическая и биологическая ценность комбикормов в рационах, включающих кормовые фосфатиды / О. Е. Привало, А. А. Москалев, Н. Винникова // Современные проблемы ветеринарной диетологии и нутрициологии: матер. Межд. второго симпози. 22-24 апреля 2003г. – С.-П., 2003. – С. 180-181.
12. Щербков, В. Г. Технология получения растительных масел / В. Г. Щербков. – М.: Колос, 1992. – 206 с.
13. Rys, R. *Mozliwose Zastosowania parafinacjnych kwasow tluszczowych w zywieniu zwierzat* / R. Rys // *Now. Rolniczo*. – 1974. – № 4. – S. 23-25.
14. Кэмп, П. Введение в биологию: пер с англ. / П. Кэмп. – М.: Мир, 1988. – 671 с.
15. Parvar, R. Influence of dietary oils on performance, blood metabolites, purine derivatives, cellulase activity and muscle fatty acid composition in fattening lambs / R. Parvar, T. Ghoorchi, M. Shams Shargh // *Small Ruminant Research*. – 2017. – P. 1-27.

16. Тарасов, В. Е. Способ гидратации растительного масла / В. Е. Тарасов, Н. С. Арутюнян, Н. Г. Луговая // С11В 3/00(2006.01) RU. 2 020 147.

УДК 663.087.8:638.1:602(476) + 577.15 + 579.22

ОЦЕНКА СИЛЫ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АПИФИЛ»

**И. М. Лойко¹, А. Г. Щепеткова¹, Т. М. Скудная¹, А. О. Кукса¹,
С. О. Лепеев¹, Л. И. Сапунова²**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Институт микробиологии НАН Беларуси
г. Минск, Беларусь (Республика Беларусь, 220114, г. Минск,
ул. Купревича, 2; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Ключевые слова: пчелы, сила пчелиной семьи, яйценоскость, печатный расплод, инвертированный корм.

Аннотация: Установлено, что введение в рацион пчелиных семей инвертного сахарного сиропа, полученного с использованием ферментной кормовой добавки «Апифил», способствует повышению среднесуточной яйценоскости пчелиных маток на 29,7 %, увеличению количества печатного расплода на 27,9 %, повышению силы пчелиных семей на 18,6 %.

SOME CRITERIA FOR ASSESSING THE STRENGTH OF A BEE FAMILY IN THE BACKGROUND OF THE APPLICATION OF THE FEED ENZYME ADDITIVE «APIFIL»

**I. M. Loiko¹, A. G. Shchepetkova¹, T. M. Skudnaya¹, A. O. Kuksa¹,
S. O. Lepeev¹, L. I. Sapunova²**

¹ – EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Institute of Microbiology, National Academy of Sciences
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220141, Minsk, 2 Kuprevicha st.; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Key words: bees, bee colony strength, egg production, printed brood, inverted food.

Summary. It was found that the introduction of invert sugar syrup derived with the enzyme feed additive «Apiphil» into the diet of bee rations increased the average

daily egg productivity of queens by 29,7 %, promoted the yield of printed brood by 27,9 %, and enhanced the vitality of bee colonies by 18,6 %.

(Поступила в редакцию 15.06.2023 г.)

Введение. Согласно данным литературы, развитие пчелиных семей определяется биотическими и абиотическими факторами: качеством пчелиной матки, силой семьи после выхода из зимовки и наличием корма, углеводного и белкового. Весной развитие семьи зависит от продуктивности пчелиной матки, которая оценивается в т. ч. и по яйценоскости [5]. Для повышения объемов производства пчеловодческой продукции, помимо селекционной работы, важнейшее значение имеет своевременное обеспечение пчелиных семей полноценными кормами в достаточном количестве [3]. Бесспорно, что качество кормов и стимулирующих препаратов являются факторами, определяющими благоприятные условия для реализации пчелиной семьей своего продуктивного потенциала, обусловленного и наследственностью [1, 2].

В международной практике рентабельность пасек обеспечивается частичной заменой меда сахарным сиропом. Для компенсации негативных процессов, возникающих при кормлении пчел сахарным сиропом, проводится разработка альтернативных сахару источников углеводного питания, схожих по составу с медом. Отмечается, что при подкормке пчелосемей инвертированным кормом и медом с инвертным сиропом в организме рабочих пчел происходит полноценное усвоение питательных веществ. Многочисленными исследованиями продемонстрирована эффективность использования в пчеловодстве инвертированных сахарных сиропов в качестве альтернативы сахарному сиропу, а также их позитивное влияние на яйценоскость пчелиных маток [4].

Цель работы – исследование влияния инвертного сахарного сиропа, изготовленного с использованием ферментной кормовой добавки «Апифил», на силу пчелиной семьи.

Материал и методика исследований. Экспериментальные исследования в рамках производственных испытаний были проведены в условиях пасеки учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». На пасеке превалирует серая горная кавказская порода, которая является одной из лучших по ряду хозяйственно полезных признаков и отличается несомненным достоинством – миролюбием. Для проведения опыта были тщательно отобраны 20 пчелосемей с обязательным учетом года происхождения маток (2021 г.) и их репродуктивных качеств. В эксперименте отслеживались такие показатели, как сила пчелиной семьи, критерием которой является количество улочек, занятых пчелами; количество и качество кормов в семье; печатный расплод, количество которого определяли с помощью рамки-сетки

путем подсчета квадратов (1 квадрат которой, размером 5×5 см, соответствует площади 100 ячеек); среднесуточная яйценоскость маток, определяемая при помощи рамки-сетки: результат получали умножением общего числа квадратов на 100 и делением на 12 (число дней, необходимых для развития и выхода пчел из запечатанных ячеек); общее санитарное состояние гнезд.

Из отобранных пчелосемей по принципу пар-аналогов были укомплектованы 2 группы (контрольная и опытная) по 10 пчелиных семей в каждой. Пчелосемьи размещались в типовых 16-рамочных ульях (размер рамок 435×300 мм) на 7-8 улочках; печатный расплод занимал 3 рамки, вес медо-перговых соторамок составлял около 6 кг. Перед главным медосбором осуществлялось расширение гнезд путем дополнительной установки рамок с вощиной.

После весеннего очистительного облета осуществляли подкормку пчел согласно методике проведения испытаний: пчелосемьи контрольной группы получали 50%-й сахарный сироп, который готовили по общепринятой технологии, пчел опытных групп подкармливали 50%-м инвертным сиропом. Семьи в зависимости от силы получали сироп в дозе 200-300 мл один раз в два дня в течение 2 недель.

Для приготовления инвертного сахарного сиропа использовали импортозамещающую кормовую добавку «Апифил», обладающую инвертазной активностью. Технологии получения и применения кормовой добавки созданы Институтом микробиологии НАН Беларуси и УО «Гродненский государственный аграрный университет» в рамках задания 5-03 «Разработать и освоить технологию получения и применения ферментного препарата Инвертаза в пчеловодстве» подпрограммы «Промышленные биотехнологии – 2025» государственной научно-технической программы «Перспективные химические и биологические технологии», 2021-2025 годы.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из важных аспектов жизнедеятельности пчелиной семьи при отсутствии дефицита кормов является яйценоскость маток, которая косвенно связана с медовой продуктивностью пчел.

Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют о том, что применение сахарного сиропа, инвертированного с помощью ферментной кормовой добавки «Апифил», активировало рост и развитие пчелиных семей (таблица).

Анализ яйценоскости маток в пчелиных семьях, участвующих в эксперименте, показал, что ее среднесуточный показатель варьировался. Если в начале исследований яйценоскость маток контрольной и опытной групп была приблизительно одинаковой, то с течением времени она

изменялась и на 29.05.2023 г. превалировала у маток опытной группы, составляя $613,75 \pm 10,47$ яиц в сутки. Это на 27,9 % ($P < 0,001$) больше, чем показатель яйценоскости маток контрольной группы, составляющий $480,00 \pm 11,81$ яиц в сутки.

Таблица – Показатели развития пчелосемей при использовании инвертированной кормовой добавки

Показатели	Группы пчелосемей	
	контрольная	опытная
Количество печатного расплода, пчелиных ячеек	$5760,00 \pm 141,78$	$7365,00 \pm 125,62^{***}$
Среднесуточная яйценоскость пчелиных маток, яиц в сутки	$480,00 \pm 11,81$	$613,75 \pm 10,47^{***}$
Сила пчелосемей, улочек	$10,2 \pm 0,25$	$12,1 \pm 0,18^{***}$

*Примечание – $*** P < 0,001$*

В контрольной группе, потреблявшей сахарный сироп, яйценоскость маток была меньшей, чем в опытной группе, получавшей инвертный сироп, изготовленный с использованием ферментной кормовой добавки «Апифил». Можно полагать, что рабочие пчелы опытной группы затрачивали меньшее количество энергии на переработку корма, их гипофарингеальные железы не изнашивались, и, соответственно, количество выкармливаемого ими расплода увеличивалось.

Помимо яйценоскости матки на интенсивность роста пчелиной семьи влияет способность пчел выращивать расплод. Благоприятное воздействие инвертного сиропа, полученного в результате применения ферментной добавки «Апифил», сказывалось и на этом показателе. Оценивая количество печатного расплода, можно сделать вывод о том, что в группах пчелиных семей, получавших инвертный сироп, регистрировались более высокие темпы развития, чем в семьях контрольной группы, в рацион которых входил 50%-й сахарный сироп. В конце опыта количество печатного расплода в опытной группе зафиксировали на уровне $7365,00 \pm 125,62$ пчелиных ячеек, и количественная разница печатного расплода в опытной и контрольной группах составила 27,9 % ($P < 0,001$). Можно предположить, что это связано с более легким усвоением инвертированной подкормки в ранний весенний период, когда для развития семьям недостаточно естественных полноценных кормов. В то же время переработка сахарного сиропа ведет к преждевременному износу пчел, ускоряет процессы старения в организме.

Проанализированные показатели прямо коррелируют с силой пчелиных семей: сразу после зимовки они имеют небольшое количество рабочих особей, число которых и их сила ко времени главного медосбора должны максимально вырасти. Это, в свою очередь, возможно только при высокой продуктивности матки и ее способности обеспечить

систематическую интенсивную откладку яиц, а также от способности рабочих пчел выкормить личинок и вырастить максимально возможное количество молодых пчел. Не подвергается сомнению тот факт, что это возможно только при достаточном количестве корма.

Установившаяся тенденция значительного роста силы пчелиной семьи также была отмечена в опытной группе. Семьи, в рацион которых входил 50%-й сахарный сироп, развивались не столь интенсивно, как семьи, получавшие сироп, инвертированный с использованием кормовой добавки «Апифил». Рост силы пчелиных семей опытной группы был динамичным, устойчивым, неуклонно опережающим развитие семей контрольной группы. К началу главного медосбора сила пчелиных семей, получавших инвертированную кормовую добавку в составе сахарного сиропа, составила в среднем 12,1 улочки и была выше по сравнению с контролем (10,2 улочки) на 18,6 % ($P < 0,001$).

Одним из косвенных показателей, свидетельствующих о хорошем развитии и силе пчелиной семьи, является гигиеническая активность пчел, благодаря которой обеспечивается общее удовлетворительное состояние пчелиных гнезд. В сильных семьях отмечается высокий уровень гигиенического поведения пчел, что повышает их устойчивость к патогенным микроорганизмам и эктопаразитам, поддерживает социальный иммунитет колонии. Груминг является важной для развития пчелиной семьи процедурой: колонии насекомых с хорошими saniрующими способностями характеризуются более высокой продолжительностью жизни.

Очевидно, что своевременное введение в рацион пчелосемей стимулирующих подкормок является действенным приемом для увеличения выхода продукции. Однако важным является не только ее количество, но и качество. В связи с этим были проведены испытания меда от пчел, которых подкармливали инвертным сиропом, изготовленным с использованием новой кормовой добавки «Апифил». Установлено, что мед, полученный от питавшихся инвертным сахарным сиропом насекомых, соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия».

Закключение. Таким образом, введение в рацион пчелиных семей инвертного сахарного сиропа, полученного с использованием ферментной кормовой добавки «Апифил», способствует более эффективной яйцекладке пчелиных маток, увеличению количества печатного расплода, наращиванию пчелосемей к главному медосбору, не снижая качество получаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ получения стимулирующей подкормки для пчел / И. Ф. Горлов [и др.]. – Патент RU 2337568 C1, 10.11.2008. Заявка № 2007115743/12 от 25.04.2007.
2. Черевко, Ю. А. Чистопородное разведение медоносных пчел / Ю. А. Черевко, Л. И. Бойцелюк, С. Г. Ракитин. – М.: МСХА. – 2004. – 96 с.
3. Чугреев, М. К. Стимуляция развития семей пчел карпатской породы в условиях нижнего Поволжья / М. К. Чугреев, А. А. Мосолов, Е. Е. Маслова // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственного сырья для создания конкурентоспособных пищевых продуктов: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоградский государственный технический университет ВНИТИ ММС и ППЖ Россельхозакадемии. – 2007. – С. 312-315.
4. Шишканов, Д. В. Стимулирование развития семей пчел / Д. В. Шишканов, И. Ю. Верещака // Пчеловодство. – 2004 – № 8. – С. 14.
5. Diet effects on honeybee immunocompetence / A. Cédric [et al.] // Biology Letters. – 2010. – Т. 6 (4). – Р. 562-570.

УДК 636.5.082.2

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА И ГИПОФИЗАРНОГО ФАКТОРА ТРАНСКРИПЦИИ У ПЕТУХОВ

Д. И. Матюкевич, О. В. Вертинская

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: darya.matyukevich@mail.ru)

Ключевые слова: генетический полиморфизм, ПЦР, петухи, аллели, гормон роста, гипофизарный фактор транскрипции.

Аннотация. Изучен полиморфизм генотипов и аллелей генов гормона роста GH и гипофизарного фактора транскрипции PIT-1 у петухов родительского стада кросса ROSS 308. Исследование показало важность изучения полиморфизма генов, аллельные варианты которых ассоциированы с хозяйственно полезными признаками птицы для повышения эффективности отечественного птицеводства. Проанализированы перспективные гены-кандидаты, непосредственно участвующие в формировании того или иного продуктивного признака и имеющие варианты генетического полиморфизма.

POLYMORPHISM OF GROWTH HORMONE AND PITUITARY TRANSCRIPTION FACTOR GENES IN ROOSTERS

D. I. Matyukevich, O. V. Vertinskaya

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: genetic polymorphism, PCR, roosters, alleles, growth hormone, pituitary transcription factor.

Summary. Polymorphism of genotypes and alleles of the genes of growth hormone GH and pituitary transcription factor PIT-1 in roosters of the parent herd of the ROSS 308 cross was studied. The study showed the importance of studying the polymorphism of genes, allelic variants of which are associated with economically useful traits of poultry to increase the efficiency of domestic poultry farming. Promising candidate genes directly involved in the formation of a productive trait and having variants of genetic polymorphism are analyzed.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Мясная промышленность является одной из важнейших отраслей экономики нашей страны, в целях которой стоит обеспечение населения продуктами питания, являющимися основным источником белка, а также залог продовольственной безопасности республики. Важнейшей подотраслью, способной решить эту задачу, является птицеводство.

В составе комплекса мероприятий по повышению эффективности птицеводства важную роль играют методы молекулярной генетики, которые основаны на анализе наследственной информации и позволяют сохранять и накапливать в кроссах желательные генотипы, которые способны стойко передавать гены от поколения к поколению дальше. Это имеет значение в получении особо ценного селекционного материала, являющегося основой при усовершенствовании существующих и создании новых форм сельскохозяйственных животных.

В настоящее время отечественные селекционеры сосредоточены на генетических аспектах с целью превращения генетического потенциала в реальные породы, породные группы и кроссы птицы. Создание новых отечественных пород и кроссов в условиях возрастающих требований к качеству и ассортименту птицеводческой продукции зависит от наличия генетического разнообразия всех видов сельскохозяйственной птицы. В связи с этим выявление и использование молекулярно-генетических маркеров, связанных с продуктивностью, в практической селекции является актуальным как для фундаментальной, так и для прикладной науки [4].

Генетические маркеры представляют собой одно из последних достижений ДНК-технологий, которые открывают новые возможности в селекции. Маркер-ассоциированная селекция (MAS) – это современное перспективное направление в животноводстве, позволяющее эффективно использовать выявленные гены-маркеры хозяйственно полезных признаков для повышения эффективности селекционной работы. В основе маркерной селекции лежит изучение полиморфизма различных целевых генов в связи с продуктивными признаками. В принципе, исследования можно разделить на два этапа. На первом этапе проводится

изучение генетической структуры исследуемой популяции, породы, кросса по целевым генам с целью определить полиморфизм конкретных локусов (генов), т. к. в случае мономорфности локуса провести отбор особей разных генотипов невозможно. В случае полиморфности исследованного локуса можно переходить к изучению связи полиморфизма по целевым маркерам с продуктивными признаками. Результаты можно использовать в селекции с целью получения потомства с желательными генотипами, которые характеризуются оптимальными значениями интересующих нас показателей мясной продуктивности [2, 6].

Ген гормона роста (GH, соматотропин) играет решающую роль в контроле роста и метаболизма, что приводит к потенциальной корреляции между полиморфизмами GH и экономическими признаками. Ген GH расположен на 19-й хромосоме у птицы и содержит 5 экзонов и 4 интрона с общей длиной 4,1 килобайта [1, 3]. Соматотропин, синтезируемый аденогипофизом, относится к пептидным гормонам и участвует в обеспечении широкого спектра физиологических функций у птицы, важнейшими из которых являются рост и дифференцировка тканей [7, 8, 10].

Гипофизарный фактор транскрипции (PIT-1) представляет собой полипептид, который участвует в регуляции транскрипции генов, кодирующих пролактин, гормон роста и другие. Ген гипофизарного фактора транскрипции является важным элементом в общей регуляции метаболизма у птицы и других видов сельскохозяйственных животных. По данным научных исследований, ген содержит ряд полиморфных участков. Один из участков этого гена, который находится в 5-м экзоне гена, был изучен методом полимеразной цепной реакции с последующим расщеплением продукта эндонуклеазой рестрикции EcoRI [5, 9].

Цель работы – изучить полиморфизм генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции у петухов родительского стада кросса ROSS 308, определить частоты встречаемости различных аллелей и генотипов.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на петухах родительского стада кросса ROSS 308 в возрасте 324 дня (100 голов) в производственных условиях ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» Гродненского района. Изучение полиморфизма генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции проводили в УО «Гродненский государственный аграрный университет» и отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий». ДНК выделяли из образцов крови, которые отбирали из гребня с помощью скарификатора на стерильную фильтровальную бумагу. Каждый

образец подсушивали, маркировали и индивидуально упаковывали для предотвращения контаминации.

Для оценки полиморфизма изучаемых генов генотипирование проводили методом ПЦР-ПДРФ-анализа.

Праймеры для амплификации фрагмента гена GH:

GH 1: 5' – ATC CCC AGG CAA ACA TCC TC – 3';

GH 2: 5' – CCT CGA CAT CCA GCT CAC AT – 3'.

ПЦР-программа: «горячий старт» – 3 мин при 95 °С; 30 циклов: денатурация – 30 с при 95 °С, отжиг – 30 с при 65 °С, синтез – 30 с при 72 °С; достройка – 5 мин при 72 °С.

Генотипы идентифицировались с проведением рестрикции. Для рестрикции амплифицированного участка используют эндонуклеазу рестрикции MspI.

– GH^{AA} – 539/237 п. н.;

– GH^{AB} – 539/392/237/147 п. н.;

– GH^{BB} – 392/237/147 п. н.;

На рисунке 1 представлена картина распределения фрагментов ДНК после проведения рестрикции и электрофореза.

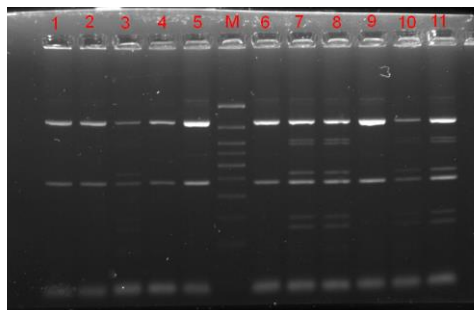


Рисунок 1 – Электрофореграмма гена GH у петухов родительского стада кросса ROSS 308, M – маркер молекулярного веса, 1-12 – амплифицированные фрагменты

Для амплификации участка гена PIT-1 использовались следующие праймеры и программы:

PIT-1: 5' – GTC AAG GCA AAT ATT CTG TAC C – 3';

PIT-2: 5' – TGC ATG TTA ATT TGG CTC TG – 3'.

ПЦР-программа: «горячий старт» – 3 мин при 95 °С; 35 циклов: денатурация – 30 с при 95 °С, отжиг – 30 с при 60 °С, синтез – 30 с при 72 °С; достройка – 5 мин при 72 °С.

Генотипы идентифицировались без проведения рестрикции по результатам амплификации. Длина амплифицированного фрагмента – 387 п. н. При расщеплении продуктов амплификации были идентифицированы следующие генотипы:

- PIT-1^{II} – 387 п. н.;
- PIT-1^{ID} – 330/387 п. н.;
- PIT-1^{DD} – 330 п. н.

Генотипирование исследуемой птицы показало генотипы, представленные на электрофореграмме (рисунок 2).

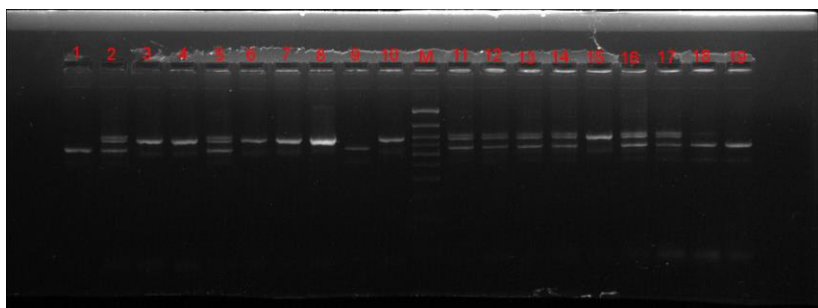


Рисунок 2 – Электрофореграмма гена PIT-1 у петухов родительского стада кросса ROSS 308, М – маркер молекулярного веса, 1-19 – амплифицированные фрагменты

Частоту встречаемости генотипов рассчитывали по формуле 1:

$$P = n / N, \quad (1)$$

где P – частота определенного генотипа;

n – количество животных, имеющих определенный генотип;

N – общее число животных.

Частота встречаемости аллелей по гену гормона роста рассчитана по формуле 2, а по гену гипофизарного фактора транскрипции – по формуле 3 по Е. К. Меркурьевой (1977).

$$\begin{aligned} pA &= 2n AA + n AB / 2N \\ qB &= 2n BB + n AB / 2N, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} pI &= 2n II + n ID / 2N \\ qD &= 2n DD + n ID / 2N, \end{aligned} \quad (3)$$

где pA – частота аллеля A;

qB – аллель B;

pI – частота аллеля I;

qD – аллель D;

n – количество гомозиготных или гетерозиготных особей;

N – общая численность обследованных животных;

2N – число аллелей данного двухаллельного локуса в обследованной популяции.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате ДНК-генотипирования исследуемого поголовья петухов родительского стада определен полиморфизм изучаемых генов GH и PIT-1, который представлен по каждому из генов двумя аллелями и тремя генотипами: GH^A , GH^B и GH^{AA} , GH^{AB} , GH^{BB} ; $PIT-1^I$, $PIT-1^D$ и $PIT-1^{II}$, $PIT-1^{ID}$, $PIT-1^{DD}$. Частоты встречаемости аллелей и генотипов генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции у петухов родительского стада кросса ROSS 308 ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» представлены в таблице и на рисунках 3-6.

Таблица – Частота встречаемости генотипов и аллелей генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции у петухов родительского стада кросса ROSS 308 ОАО «Агрокомбинат «Скидельский»

Ген	Частота встречаемости				
	аллелей		генотипов, %		
	A	B	AA	AB	BB
GH	0,456	0,544	16	59	25
PIT-1	I	D	II	ID	DD
	0,664	0,336	43	47	10

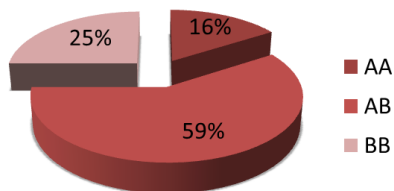


Рисунок 3 – Частота встречаемости генотипов гена гормона роста у петухов родительского стада кросса ROSS 308, %

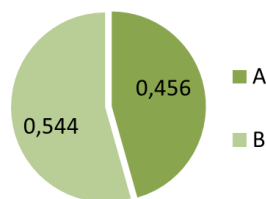


Рисунок 4 – Частота встречаемости аллелей гена гормона роста у петухов родительского стада кросса ROSS 308

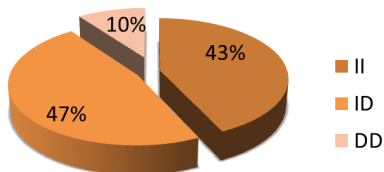


Рисунок 5 – Частота встречаемости генотипов гена гипофизарного фактора транскрипции у петухов родительского стада кросса ROSS 308, %

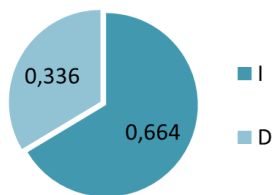


Рисунок 6 – Частота встречаемости аллелей гена гипофизарного фактора транскрипции у петухов родительского стада кросса ROSS 308

Из данных таблицы и рисунков 3-6 видно, что в группе петухов родительского стада кросса ROSS 308 чаще встречались особи с генотипом GH^{AB} и $PIT-1^{ID}$. При этом частота встречаемости аллелей GH^A и GH^B была на уровне 0,456 и 0,544, а аллелей $PIT-1^I$ и $PIT-1^D$ – 0,664 и 0,200. Среди исследуемого поголовья количество петухов с генотипом GH^{AA} составило 16 %, или 29 голов, с генотипом GH^{AB} – 59 %, или 106 голов, и с генотипом GH^{BB} – 25 %, или 45 голов. По гену $PIT-1$ генотипы имели следующее распределение: $PIT-1^I$ – 43 % (77 гол.), $PIT-1^{ID}$ – 47 % (85 гол.) и $PIT-1^{DD}$ – 10 % (18 гол.).

Заключение. В результате проведенных исследований в группе петухов родительского стада кросса ROSS 308 установлена частота генотипов и аллелей генов-маркеров мясной продуктивности GH и $PIT-1$. Таким образом, определение полиморфных типов генов гормона роста и гипофизарного фактора транскрипции может быть полезным при селекции сельскохозяйственной птицы по показателям роста и мясной продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генетическое разнообразие линий кур белорусской селекции по аллельному составу генов PRL , GH и $IGF-I$, ассоциированных с продуктивностью / А. Н. Заинчковская [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика: сборник научных трудов / Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск: Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, 2021. – Т. 31 – С. 124-133.
2. Коршунова, Л. Г. Использование генетических методов на основе ДНК-маркеров продуктивных признаков в селекции кур / Л. Г. Коршунова, Р. В. Карапетян // Птицеводство. – 2021. – № 5. – С. 4-7.
3. Генетическая структура кур украинской селекции мясояичного направления продуктивности / С. В. Рудая [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 1. – С. 93-99.
4. Терлецкий, В. П. Выявление аллельных вариантов гена рецептора гормона роста у кур / В. П. Терлецкий, В. И. Тыщенко // Аграрная Россия. – 2019. – № 7. – С. 30-33.

5. Терлецкий, В. П. Полиморфизм гена гипофизарного фактора транскрипции у кур / В. П. Терлецкий // IX Лужские научные чтения. Современное научное знание: теория и практика: Материалы международной научной конференции, Санкт-Петербург, 22 мая 2021 года / Отв. редактор Т. В. Седлецкая. – Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, 2021. – С. 13-16.
6. Влияние гена гормона роста на хозяйственные признаки птицы / А. Ф. Яковлев [и др.] // Птицеводство. – 2013. – № 1. – С. 2-4.
7. A new single nucleotide polymorphism in the chicken pituitary-specific transcription factor (POU1F1) gene associated with growth rate / R. Jiang [et al.] // Animal Genetics. – 2004. – Vol. 35, No. 4. – P. 344-346 – DOI 10.1111/j.1365-2052.2004.01164.x.
8. Kulibaba, R. A. Novel AluI-polymorphism in the fourth intron of chicken growth hormone gene / R. A. Kulibaba, Y. V. Liashenko, P. S. Yurko // Cytology and Genetics. – 2017. – Vol. 51, No. 1. – P. 54-59.
9. The PIT1 gene polymorphisms were associated with chicken growth traits. / Q. Nie [et al.] // BMC Genet., 9: 2008. – P. 20-24 (doi: 10.1186/1471-2156-9-20).
10. Single nucleotide polymorphism (SNP) at the GHR gene and its associations with chicken growth and fat deposition traits / J. H. Ouyango [et al.] // British Poultry Science, 49. – 2008. – P. 87-95.

УДК 636.22/28.034(476.6)

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЛИНЕЙНОЙ И КРОСС ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Н. Г. Минина, Э. И. Бариева, С. П. Бычков

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau. by)

Ключевые слова: коровы, порода, селекция, линия, кроссирование, подбор, лактация, молочная продуктивность.

Аннотация. Установлено, что использование различных вариантов племенного подбора оказывает влияние на продуктивные качества коров, при этом кроссирование линий способствует повышению уровня молочной продуктивности. В условиях ОАО «Скидельский» удой коров кроссов линий в среднем за три лактации составил 7200,8-7227,5 кг молока, количество молочного жира – 261,2 кг, количество молочного белка – 234,3-235,6 кг, что больше в сравнении с аналогичными показателями коров линейной принадлежности на 5,8-6,2 %, 4,2 %, 3,7-4,3 %, соответственно.

DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS DEPENDING ON THEIR LINE AND CROSS LINE ACCESSORIES

N. G. Minina, E. I. Barieva, S. P. Bychkov

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Teshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: cows, breed, selection, line, crossing, selection, lactation, milk production.

Summary. *It has been established that the use of various options for breeding selection has an impact on the productive qualities of cows, while crossing lines contributes to an increase in the level of milk productivity. Under the conditions of OAO Skidelsky, the average milk yield of cross-country linecows for three lactations was 7200,8-7227,5 kg of milk, the amount of milk fat was 261,2 kg, the amount of milk protein was 234,3-235,6 kg, which is more compared to similar indicators of linear affiliation cows by 5,8-6,2 %, 4,2 %, 3,7-4,3 %, respectively.*

(Поступила в редакцию 09.06.2023 г.)

Введение. Главные факторы развития молочного скотоводства – эффективная селекционно-племенная работа, прочная кормовая база и современная промышленная технология производства, при этом наивысший эффект достигается в том случае, если они действуют интегрировано и уровень развития каждого из них одинаково высок.

Селекционно-племенная работа, совершенствуя биологические средства производства, обеспечивает стабильное повышение их генетического потенциала, способствует увеличению эффективности трансформации кормов в продукцию животноводства и улучшению ее качества [3, 6].

В молочном скотоводстве в случае использования интенсивных ресурсосберегающих технологий животные должны характеризоваться более высокими физиологическими и продуктивными показателями, чем при содержании в традиционных условиях. Уже с первой лактации они должны иметь высокий удой при сохранении стандарта по количеству жира и белка в молоке; обладать крепкой конституцией, не иметь экстерьерных пороков. Животные должны отличаться высокой воспроизводительной способностью, быть пригодными к машинному доению, устойчивыми к болезням (маститам, лейкозу, заболеваниям обмена веществ и др.), хорошо оплачивать корма продукцией, обладать устойчивым, сильным типом нервной деятельности, что даст возможность содержать их большими группами [7].

Основная предпосылка повышения продуктивных качеств крупного рогатого скота – своевременное пополнение стада

высокопродуктивными особями при одновременной выбраковке старых и низкопродуктивных животных [2].

Интенсивный путь развития молочного скотоводства потребовал от селекционеров ускоренного качественного совершенствования существующих и создания на их базе новых линий, типов и пород, являющихся более продуктивными и соответствующими требованиям времени, способных давать большое количество высококачественной продукции при наименьших затратах кормов и труда на ее единицу. На современном этапе развития молочного скотоводства происходит совершенствование пород молочного направления при использовании высокопродуктивных пород мирового генофонда, в частности, голштинской породы, которая обладает высокой обильномолочностью. В этих условиях селекция выступает как сложный многокомпонентный процесс, требующий глубокого систематического анализа основных его составляющих: методов оценки племенных качеств животных, отбора и подбора, прогнозирования их результатов [5].

Цель работы – изучение продуктивных качеств коров различной линейной и кросс линейной принадлежности.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» Гродненского района. В данном хозяйстве разводят черно-пеструю породу крупного рогатого скота с высокой долей кровности по голштинской породе, используя быков-производителей черно-пестрой и голштинской пород. Способ осеменения маток ректо-цервикальный. В племенной работе со стадом используют линейно-групповой подбор производителей к маткам.

Основной задачей селекционно-племенной работы в хозяйстве является увеличение молочной продуктивности коров стада, повышение степени реализации высокоценных генотипов путем целенаправленного отбора и подбора животных.

С целью изучения продуктивных качеств коров различной линейной и кросс линейной принадлежности было сформировано 3 группы животных:

1 группа – коровы линии Пабст Говернера 882933 в количестве 31 головы;

2 группа – коровы кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлексин Соверинг 198998 в количестве 43 голов;

3 группа – коровы кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 в количестве 38 голов.

Оценка продуктивных качеств осуществлялась по I–III лактации по следующим признакам: удой за 305 дней лактации, % жира, % белка, количество молочного жира, количество молочного белка, живая масса.

Результаты исследований обработаны биометрическим методом с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Различия считали достоверными при уровне значимости P : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование различных вариантов племенного подбора позволяет поддерживать структуру стада, совершенствовать имеющиеся линии, создавать ценных продолжателей и маточные семейства. Противоречивость результатов применения внутрилинейного и межлинейного вариантов подбора и широкое использование их при совершенствовании молочного скота требует изучения эффективности различных вариантов в конкретных условиях хозяйства и разработки на этой основе способов, обеспечивающих получение ценных в племенном и продуктивном отношении животных, способных ускорить генетический прогресс стада хозяйства [1, 4].

Результаты исследований по изучению величины удоев коров различной линейной и кросс линейной принадлежности в разрезе трех лактаций представлены в таблице 1.

В результате исследований выявлены различия по удою между коровами линии и двух кроссов линий. На протяжении трех лактаций более высокий уровень обильномолочности отмечен у коров, полученных в результате кроссов линий, т. е. у животных 2 и 3 групп.

Так, по данным I лактации удой коров кроссов линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 составил соответственно 6878,7 и 6635,8 кг. Это больше на 491,5 и 248,6 кг, чем удой коров линии Пабст Говернера 882933, соответственно. При этом между коровами линии Пабст Говернера 882933 и коровами кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 различия являются достоверными ($P < 0,05$).

Таблица 1 – Удой коров различной линейной и кросс линейной принадлежности, кг

№ п/п	Линия, кроссы линий	I лактация	II лактация	III лактация
1	Пабст Говернера 882933	6387,2 ± 182,8	6857,8 ± 176,4	7168,7 ± 170,7
2	Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998	6878,7 ± 169,9*	7295,6 ± 198,9	7428,1 ± 203,4
3	Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679	6635,8 ± 178,3	7412,3 ± 194,8*	7634,3 ± 187,8*

Достоверные различия по удою между коровами трех групп выявлены также во II и III лактации. По данным второй лактации более низкий удой характерен для коров линии Пабст Говернера 882933, который у них был на уровне в среднем 6857,8 кг молока. Это меньше на 437,8 кг в сравнении с коровами кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 и достоверно меньше на 554,5 кг в сравнении

с коровами кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 ($P < 0,05$).

Аналогичная тенденция выявлена в III лактацию. Удой полновозрастных коров линии Пабст Говернера 882933 был меньше на 259,4 кг, чем данный показатель коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998, и достоверно меньше, чем удой коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679, на 465,6 кг ($P < 0,05$). Удой коров 2 и 3 групп в среднем был на уровне 7428,1 и 7634,3 кг соответственно против 7168,7 кг (1 группа).

Содержание жира и белка в молоке характеризует полноценность и качество молочной продукции. Главными факторами, которые обуславливают концентрацию жира и белка в молоке, являются наследственные особенности животных.

Исследованиями установлено, что имеются достоверные различия по содержанию жира в молоке между коровами, принадлежащими к линии и кроссам линий. Коровы, полученные в результате линейного подбора, отличаются более высокой жирностью молока в сравнении с коровами, которые были получены в результате кроссов линий (таблица. 2).

Таблица 2 – Содержание жира в молоке у коров различной линейной и кросс линейной принадлежности, %

№ п/п	Линия, кроссы линий	I лактация	II лактация	III лактация
1	Пабст Говернера 882933	$3,68 \pm 0,02^*$	$3,69 \pm 0,03^{**}$	$3,68 \pm 0,02$
2	Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998	$3,61 \pm 0,02$	$3,63 \pm 0,03$	$3,64 \pm 0,02$
3	Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679	$3,59 \pm 0,03$	$3,62 \pm 0,02$	$3,63 \pm 0,03$

По данным I лактации жирность молока коров линии Пабст Говернера 882933 составила 3,68 %, что достоверно больше в сравнении с данным показателем коров кроссов линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 на 0,07 и 0,09 п. п. соответственно ($P < 0,05$).

Во II лактацию коровы линии Пабст Говернера 882933 также отличались наибольшей жирностью молока, которая составила у них в среднем 3,69 %, что достоверно больше, чем у животных 2 и 3 групп, на 0,06 и 0,07 п. п. соответственно ($P < 0,05$ и $P < 0,01$).

В III лактацию достоверных различий между коровами трех линий по содержанию жира в молоке не выявлено, но превосходство по данному показателю характерно также для коров 1-й группы. Жирность молока коров линии Пабст Говернера 882933 была выше на 0,04 п. п., чем данный показатель коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х

Рефлекшн Соверинг 198998, и на 0,05 п. п., чем коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679.

Исследованиями не установлено достоверных различий по содержанию белка в молоке у коров трех групп на протяжении трех лактаций.

Однако более высокое содержание белка в молоке характерно для коров линии Пабст Говернера 882933 (таблица 3).

У первотелок линии Пабст Говернера 882933 белковость молока была на уровне в среднем 3,31 %, что больше на 0,07 и 0,06 п. п. в сравнении с коровами 2 и 3 групп соответственно.

Таблица 3 – Содержание белка в молоке у коров различной линейной и кросс линейной принадлежности, %

№ п/п	Линия, кроссы линий	I лактация	II лактация	III лактация
1	Пабст Говернера 882933	3,31 ± 0,03	3,33 ± 0,04	3,32 ± 0,03
2	Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998	3,24 ± 0,04	3,27 ± 0,03	3,25 ± 0,04
3	Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679	3,25 ± 0,02	3,26 ± 0,03	3,27 ± 0,03

Во II и III лактации содержание белка в молоке у коров линии Пабст Говернера 882933 также было более высоким и составило 3,33 и 3,32 % соответственно. В то время как белковость молока у коров двух кроссов была практически на одном уровне и составила 3,27-3,26 % во II лактацию и 3,25-3,27 % – в III лактацию.

Количество молочного жира и молочного белка за лактацию позволяют наиболее полно оценить уровень молочной продуктивности.

Исследованиями не выявлено достоверных различий по количеству молочного жира между коровами трех групп. При этом более высокое количество молочного жира получено от коров двух кроссов линий.

По данным I лактации наибольший выход молочного жира характерен для коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998, который составил 248,3 кг, что было больше в сравнении с коровами 1-й и 3-й групп на 13,3 и 10,1 кг соответственно.

По II и III лактации установлено превосходство коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 по выходу молочного жира в сравнении с коровами 1-й и 2-й групп, который у них был на уровне 268,3 и 277,1 кг соответственно. Так, во II лактацию они превосходили по данному показателю коров линии Пабст Говернера 882933 на 15,2 кг, а в III лактацию – на 13,3 кг. Разница по данному показателю между коровами кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 и коровами кросса линий Пабст Говернера

882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 была незначительной и составила по II лактации 3,5 кг, а по III лактации – 6,7 кг.

По количеству молочного белка, как и по количеству молочного жира, не установлены достоверные различия между коровами трех групп. Превосходство по данному показателю также характерно коровам двух кроссов линий.

В I лактацию наибольшее количество молочного белка получено от коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998, которое составило 222,9 кг, что было больше в сравнении с коровами 1-й и 3-й групп на 11,5 и 7,2 кг соответственно.

По данным II и III лактации превосходство по выходу молочного белка принадлежит коровам кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679, что составило 241,6 и 249,6 кг соответственно. Во II лактацию они превосходили по данному показателю коров 1-й и 2-й групп на 13,2 и 3 кг, а по III лактации – на 11,6 и 8,2 кг соответственно.

Живая масса коровы в значительной степени влияет на молочную продуктивность. При этом увеличение живой массы животного только в том случае положительно скажется на молочной продуктивности, если будет сохранен тип молочного скота.

В результате изучения живой массы не установлено значительных различий между коровами линии и кроссов линий на протяжении трех лактаций. У первотелок кроссов линий 2-й и 3-й группы живая масса была практически одинаковой и составила 506,38 и 504,27 кг, что больше, чем у первотелок линии Пабст Говернера 882933, на 17,87 и 15,76 кг соответственно. По данным II лактации, живая масса коров исследуемых групп находилась в пределах 546,51-553,52 кг. Полновозрастные коровы III лактации кросса линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679, живая масса которых в среднем по группе составила 593,53 кг, превосходили коров 1-й и 2-й групп на 13,78 и 11,71 кг соответственно.

Заключение. Таким образом, на протяжении трех лактаций коровы, полученные в результате кроссов линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679, отличались более высоким удоем в сравнении с коровами, полученными в результате линейного подбора. При этом сочетание линий Пабст Говернера 882933 и Монтвик Чифтейн 95679 было наилучшим, удой которых в среднем за три лактации составил 7227,5 кг, что больше на 6,2 %, чем удой коров линии Пабст Говернера 882933, и на 0,4 % больше, чем удой коров кросса линий Пабст Говернера 882933 х Рефлекшн Соверинг 198998.

Более высокое содержание жира и белка в молоке характерно для коров линии Пабст Говернера 882933, которое в среднем за три лактации было на уровне 3,68 и 3,32 % соответственно.

Наибольшее количество молочного жира и молочного белка получено от коров кроссов линий Пабст Говернера 882933 х Монтвик Чифтейн 95679 и Пабст Говернера 882933 х Рефлексн Соверинг 198998, которое в среднем за три лактации составило 261,2 кг и 234,3-235,6 кг, что больше в сравнении с аналогичными показателями коров линейной принадлежности на 4,2 % и 3,7-4,3 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габаев, М. С. Эффективность разных вариантов отбора коров / М. С. Габаев, О. А. Батырова, В. М. Гукеев // Зоотехния. – 2013. – № 5. – С. 6-7.
2. Голштинская порода молочного скота отечественной селекции / И. Н. Коронец [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов. – 2021. – Т. 56, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 65-72.
3. Казаровец, Н. В. Племенная работа, кормление и содержание высокопродуктивных молочных коров / Н. В. Казаровец, Н. С. Яковчик, П. П. Ракецкий; под общ. ред. П. П. Ракецкого. – Минск: БГАТУ, 2016. – 564 с.
4. Карпеня, С. Л. Молочная продуктивность коров-первотелок различной линейной принадлежности / С. Л. Карпеня, А. М. Карпеня, В. Н. Подрез // Проблемы и перспективы развития животноводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию биотехнологического факультета (г. Витебск, 31 октября – 2 ноября 2018 г.). – Витебск: ВГАВМ, 2018. – С. 139-140.
5. Коршун, С. И. Оптимизация технологических параметров использования коров как фактор повышения их долголетия / С. И. Коршун, Н. Н. Климов, В. А. Обуховский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: Т. 45: Зоотехния/ под ред. В. К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 93-100.
6. Яковчик, Н. С. Молочное скотоводство в Беларуси: проблемы и перспективы развития / Н. С. Яковчик, А. С. Курак // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2015. – №8. – С. 70-74.
7. Шейко, И. П. Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси / И. П. Шейко // Вес. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер.аграр. навук. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 188-199.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖИРНО-КИСЛОТНОГО
СОСТАВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ
МАСЛА СЛИВОЧНОГО, ВЫРАБОТАННОГО ИЗ МОЛОКА
КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С
ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСНЫМ ГЕНОТИПОМ
ГЕНОВ $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$**

А. Н. Михалюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: крупный рогатый скот, гены диацилглицерол О-ацил трансферазы I ($DGAT1$), соматотропина (GH), пролактин (PRL) и бета-лактоглобулин (BLG), жирно-кислотный состав, масло сливочное, органолептическая оценка, фитостерины, метиловые эфиры жирных кислот.

Аннотация. Результаты органолептической оценки и физико-химического анализа жирно-кислотного состава образцов сливочного масла выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ показали, что жирно-кислотный состав всех образцов сбалансирован по содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы. Было установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов сливочного масла фитостеринов обнаружено не было, отсутствовала фальсификация жировой фазы масла жирами немолочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE FATTY-ACID COMPOSITION AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF SAMPLES OF BUTTER PRODUCED FROM THE MILK OF COWS OF DOMESTIC SELECTION WITH A PREFERRED COMPLEX GENOTYPE OF DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} GENES

A. N. Mikhalyuk

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: cattle, genes for diacylglycerol O-acyl transferase 1 (DGAT1), growth hormone (GH), prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG), fatty acid composition, butter, organoleptic evaluation, phytosterols, fatty acid methyl esters.

Summary. The results of the organoleptic evaluation and physicochemical analysis of the fatty acid composition of butter samples produced from the milk of cows of the Red Belarusian breed group, Belarusian Black-and-White breed cows and Holstein cows of dairy cattle of domestic selection with the preferred complex genotype DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} showed that the fatty acid composition of all samples is balanced in terms of the content of saturated and unsaturated fatty acids, which was reflected in such organoleptic indicators as taste, smell and texture, which received the maximum points during their expert evaluation. It was found that phytosterols were not found in any of the samples of butter presented for testing, there was no falsification of the fatty phase of the butter with fats of non-dairy origin, since the values of the ratios of the mass fractions of methyl esters of fatty acids (or their sums) did not go beyond the established limits of the ratios.

(Поступила в редакцию 12.05.2023 г.)

Введение. Развитие молекулярной генетики повлекло за собой изменения в представлениях о селекции в животноводстве и способствовало появлению качественно новых методов отбора и подбора животных, основанных на использовании молекулярно-генетических маркеров [3]. По мнению многих ученых, фенотипическая селекция сегодня находится на пределе своих возможностей, являясь при этом, мероприятием дорогостоящим и длительным, поэтому эффективность селекции в ближайшем будущем будут определять новые высокоэффективные методы молекулярной генетики [10, 11, 19, 20]. Данные методы основаны на поиске и использовании перспективных генетических генов-маркеров продуктивности животных, изучении их полиморфизма, а также влиянии на хозяйственно полезные признаки.

Проблема получения эффективных маркеров для хозяйственно полезных признаков обусловлена полигенностью количественных признаков и их низким уровнем наследуемости. Это означает, что их количественный уровень генетически определяется различными аллельными

вариантами целого ряда локусов, разбросанных по всему геному [13, 14, 16]. Среди множества генов, обуславливающих молочную продуктивность и качество молока, можно выделить группу «мажорных» генов, вносящих наибольший вклад в формирование и функционирование данного количественного признака. В качестве «мажорных» условно принято считать те гены, у которых различия по величине признака между альтернативными гомозиготами равно стандартному отклонению или превышает его [2]. К таким генам относятся гены, кодирующие белки молока или молочный жир, поэтому они могут быть использованы в качестве прямых генетических маркеров хозяйственно полезных признаков. Внедрение генетических маркеров в качестве дополнительных критериев при отборе сельскохозяйственных животных позволит ускорить селекционный процесс и повысить его эффективность.

В качестве перспективных генов-маркеров продуктивности коров выделяют гены диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), GH (гормона роста), PRL (пролактина), BLG (бета-лактоглобулина), BoLA DRB 3 и др.

Для повышения эффективности селекционно-племенной работы, направленной на совершенствование наиболее важных хозяйственно полезных признаков, рекомендуется маркировать один и тот же признак по нескольким генам. Комплексное маркирование позволяет более эффективно проводить селекционную работу, что способствует повышению уровня молочной продуктивности крупного рогатого скота [18, 26].

Цель работы – сравнительная оценка жирно-кислотного состава и органолептических свойств образцов масла сливочного, выработанного из молока коров отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлся биологический материал (ушной выщип) от коров красной белорусской породной группы в количестве 104 проб, коров белорусской черно-пестрой породы в количестве 105 проб, содержащихся в УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области. От коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, содержащихся в СПК им. И. П. Сенько Гродненского района, отобрали 105 проб.

ДНК-генотипирование животных по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК готовили по

Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж. Сэмбруку [15], а для амплификации и рестрикции использовали растворы производства ОДО «Праймтех» (Беларусь).

Для амплификации участка гена DGAT1 использовали праймеры [29]:

DGAT 1 1: 5' CAC CAT CCT CTT CCT CAA GC 3';

DGAT 1 2: 5' ATG CGG GAG TAG TCC ATG TC 3'.

Условия проведения ПЦР DGAT1: 94 °С – 5 мин; 30 циклов: 94 °С – 30 с; 59 °С – 40 сек; 72 °С – 40 с; достройка или финальная элонгация: 72 °С – 7 мин. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена DGAT1 составила 411 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена DGAT1 применяли эндонуклеазу Aco I. Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену DGAT1 идентифицировался генотип: DGAT1^{KK} – фрагмент 411 п. н.

Для амплификации участка гена GH использовали праймеры [28]:

GH 1: 5' CCG TGT CTA TGA GAA GC 3';

GH 2: 5' GTT CTT GAG CAG CGC GT 3'.

Условия проведения ПЦР GH: 94 °С – 4 мин; 35 циклов: 94 °С – 45 с; 65 °С – 45 с; 72 °С – 45 с; достройка или финальная элонгация: 72 °С – 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена GH составила 223 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена GH применяли эндонуклеазу AluI. Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену GH идентифицировались генотипы: GH^{LL} – 208 п. н.; GH^{LV} – 208/172/35 п. н.; GH^{VV} – 172/35 п. н.

Для амплификации участка гена BLG использовали праймеры [27]:

BLG 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3';

BLG 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'.

Условия проведения ПЦР BLG: 94 °C – 5 мин; 30 циклов: 94 °C – 30 с; 59 °C – 40 с; 72 °C – 20 с; элонгация: 72 °C – 3 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина фрагмента гена BLG – 247 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена BLG применяли эндонуклеазу BsuRI (Hae III). Реакцию проводили при температуре 37 °C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену BLG идентифицируются следующие генотипы: BLG^{AA} – фрагменты 148/99 п. н.; BLG^{AB} – фрагменты 148/99/74 п. н.; BLG^{BB} – фрагменты 99/74 п. н.

Для амплификации участка гена PRL использовали праймеры [30]:

PRL 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3';

PRL 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3.

Условия проведения ПЦР PRL: 94 °C – 4 мин; 35 циклов: 94 °C – 45 с; 65 °C – 45 с; 72 °C – 45 с; элонгация: 72 °C – 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена PRL – 156 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена PRL применяли эндонуклеазу Rsa I. Реакцию проводили при температуре 37 °C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену PRL идентифицируются следующие генотипы: PRL^{AA} – длиной 156 п. н.; PRL^{AB} – 156/82/74 п. н.; PRL^{BB} – 82/74 п. н.

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные красной белорусской породной группы, животные белорусской чернопестрой породы и коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели по животным, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации или укороченную лактацию.

Молоко и полученные сливки, предназначенные для выработки масла, оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. В молоке определяли органолептические показатели (внешний вид, консистенцию, вкус и запах, цвет) в соответствии с СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» [21], в сливках питьевых органолептические показатели (внешний вид, консистенцию, вкус и запах, цвет) определяли в соответствии с СТБ 1887-2016 «Сливки питьевые. Общие технические условия» [22].

Плотность молока определяли по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности» [8]. Массовую долю жира в сырье определяли методом Герберга по СТБ ISO 2446-2009 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» [24], титруемую кислотность в соответствии с ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» [7]. Массовую долю белка, содержание лактозы, минеральных веществ в молоке определяли с помощью ультразвукового анализатора АКМ-98. Общее количество бактерий (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа» [6]. Соматические клетки в молоке определяли вискозиметрическим методом по ГОСТ 23453-90 Молоко. Методы определения количества соматических клеток» [4].

Для оценки влияния массовой доли жира в молоке коров изучаемых пород с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ на выход готового продукта было выработано масло сливочное несоленое в условиях кафедры технологии хранения и переработки животного сырья УО «ГГАУ», проведен органолептический и физико-химический анализ полученных образцов продукта.

Для выработки масла сладкосливочного несоленого было отобрано молоко весенне-летнего периода от коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ в количестве 36 кг от каждой породы. В результате проведенных расчетов и выполнения технологического процесса определили фактический выход готового продукта (масла сладкосливочного несоленого) и в пересчете на продукт 85%-й жирности.

В масле сливочном, выработанном из молока коров изучаемых пород, определяли массовую долю жира методом Герберга по СТБ ISO 2446-2009 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» [24]. Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого

вещества» [9]. Общее количество бактерий (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа» [6]. Показатели качества и безопасности оценивали на соответствие требованиям ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» ТР ТС 033/2013 (№ 67 от 9 октября 2013 года с изменениями на 10 июля 2020 года) [25].

Определение жирно-кислотного состава масла сливочного, а также наличие фитостеринов определяли с использованием метода газовой хроматографии по ГОСТ 31663-2012 [5] в аккредитованной испытательной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации».

Результаты исследований и их обсуждение. При оценке ассоциированного влияния полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по показателям молочной продуктивности предпочтительным комплексным генотипом явился генотип генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}.

Для оценки влияния жирности молока коров изучаемых пород с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} на выход готового продукта было выработано масло сливочное несоленое, проведен органолептический и физико-химический анализ полученных образцов продукта.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее высокий выход масла сладкосливочного несоленого 85%-й жирности был получен из молока коров красной белорусской породной группы с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} и составил 1,78 кг, что на 31,8 % больше, чем из молока коров белорусской черно-пестрой породы, и на 21,9 %, чем из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с аналогичными комплексными генотипами генов соответственно.

При проведении физико-химического анализа готового продукта особое внимание уделялось жирно-кислотному составу масла сливочного, а также наличию фитостеринов в продукте. Анализ жирно-кислотного состава сливочного масла выработанного из молока коров изучаемых пород с приоритетным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} (таблица 1) показал, что содержание летучих жирных кислот (масляной, капроновой, каприловой и каприновой) в образцах, изготовленных из молока коров красной белорусской

породной группы и молока коров черно-пестрой породы, было примерно одинаковым, незначительно варьируя в зависимости от породы.

Таблица 1 – Жирно-кислотный состав сливочного масла, выработанного из молока коров изучаемых пород с приоритетным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLC^{AB}

Наименование жирной кислоты по тривиальной номенклатуре	Фактические значения по результатам испытаний образцов сливочного масла из молока коров*			Массовая доля жирной кислоты, % от суммы жирных кислот**
	Красной белорусской породной группы	Белорусской черно-пестрой породы	Голштинской породы молочного скота отечественной селекции	
Масляная C _{4:0}	3,9	4,1	3,5	2,4-4,2
Капроновая C _{6:0}	2,8	2,8	2,4	1,5-3,0
Каприловая C _{8:0}	1,8	1,6	1,4	1,0-2,0
Каприновая C _{10:0}	3,8	3,5	3,0	2,0-3,8
Деценовая C _{10:1}	0,3	0,3	0,3	0,2-0,4
Лауриновая C _{12:0}	4,4	3,9	3,5	2,0-4,4
Миристиновая C _{14:0}	11,8	11,9	10,8	8,0-13,0
Миристолеиновая C _{14:1}	0,8	0,9	1,1	0,6-1,5
Пальмитиновая C _{16:0}	28,9	29,4	32,9	21,0-33,0
Пальмитолеиновая C _{16:1}	1,5	1,5	2,0	1,5-2,4
Стеариновая C _{18:0}	10,4	10,0	7,7	8,0-13,5
Олеиновая C _{18:1}	20,6	20,5	21,0	20,0-32,0
Линолевая C _{18:2}	3,2	3,5	3,5	2,2-5,5
Линоленовая C _{18:3}	0,6	0,6	0,4	До 1,5
Арахидоновая C _{20:0}	0,1	0,1	0,1	До 0,3
Бегеновая C _{22:0}	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	До 0,1
Прочие	3,0	~ 3,0	~ 3,0	2,5-6,5

Примечание

1 * – по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;

2 ** – в соответствии с ГОСТ 31663-2012

Что касается образца масла сливочного, выработанного из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с желательным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLC^{AB}, то необходимо отметить, что содержание указанных выше летучих жирных кислот было несколько ниже, чем у коров красной белорусской породной группы и коров черно-пестрой породы аналогичных генотипов, что может объясняться отличиями в рационах кормления животных. Следует отметить, что массовая доля летучих жирных кислот во всех исследуемых образцах продукта находилась в установленном

интервале, а по некоторым жирным кислотам – масляной, капроновой, каприновой – на его верхних границах.

Как было отмечено выше, летучие жирные кислоты в сочетании с другими придают специфический вкус и запах молочному жиру. По результатам испытаний образцов продукции установлено, что содержание стеариновой и миристиновой жирных кислот не выходило за пределы установленного интервала и лишь по пальмитиновой кислоте в образце масла, выработанного из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, показатель был на верхней границе установленных значений.

Значительное влияние на физические и химические свойства молочного жира оказывают ненасыщенные жирные кислоты, что обусловлено наличием двойных связей и, соответственно, большим числом изомерных форм в сравнении с насыщенными жирными кислотами.

Ненасыщенные жирные кислоты характеризуют высокую биологическую ценность молочного жира, а также влияют на его консистенцию и вкус [1, 12].

Анализ результатов жирно-кислотного состава сливочного масла свидетельствует о том, что содержание полиненасыщенных жирных кислот в изучаемых образцах незначительно отличалось в зависимости от породы, но не выходило за пределы установленных минимальных и максимальных границ.

В целом, анализируя жирно-кислотный состав всех образцов сливочного масла, выработанного из молока коров изучаемых пород и породных групп с предпочтительным комплексным генотипом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$, можно отметить его сбалансированность, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы.

При оценке натуральности сливочного масла и возможной фальсификации его жировой фазы, важное значение имеют такие показатели, как наличие фитостеринов и соотношения массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе.

В таблице 2 представлены данные о соотношении массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе, а также о наличии фитостеринов.

Таблица 2 – Соотношение массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе

Наименование жирных кислот по тривиальной номенклатуре	Фактические значения по результатам испытаний образцов сливочного масла из молока коров*			Границы соотношения массовых долей метиловых эфиров жирных кислот в молочном жире**
	Красной белорусской породной группы	Белорусской чернопестрой породы	Голштинской породы молочного скота отечественной селекции	
Пальмитиновая (C _{16:0}) к лауриновой (C _{12:0})	6,6	7,5	9,5	От 5,8 до 14,5
Стеариновая (C _{18:0}) к лауриновой (C _{12:0})	2,4	2,5	2,2	От 1,9 до 5,9
Олеиновая (C _{18:1}) к миристиновой (C _{14:0})	1,9	1,9	2,2	От 1,6 до 3,6
Линолевой (C _{18:2}) к миристиновой (C _{14:0})	0,3	0,3	0,3	От 0,1 до 0,5
Суммы олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,5	0,5	0,5	От 0,4 до 0,7
Наличие фитостеринов				
– стигмастерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается
– кампестерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается
– β-ситостерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается

Примечание

1 * – по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;

2 ** – в соответствии с ГОСТ 31663-2012

При оценке качества образцов сливочного масла, выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской чернопестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с приоритетным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}, было установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов фитостеринов обнаружено не было, не выявлена и фальсификация жировой фазы масла жирами молочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.

Полученные в результате выполнения технологического процесса образцы масла сладкосливочного несоленого были подвергнуты органолептической оценке. Органолептическую оценку осуществляли экспертным методом. Экспертам (5 человек) было предложено оценить

полученный готовый продукт по следующим показателям: вкус и запах, консистенция, цвет и упаковка. Согласно СТБ 1890-2017 «Масло из коровьего молока. Общие технические условия» [23], масло оценивается по 20-балльной шкале (таблица 3).

В зависимости от органолептической оценки сливочное масло подразделяют на сорта:

высший сорт – 16-20 баллов (вкус и запах – не менее 7);

1 сорт – 12-15 баллов (вкус и запах – не менее 5 баллов).

Органолептическая оценка показала, что все представленные образцы имели выраженный сливочный вкус и привкус пастеризации, без посторонних привкусов и запахов. Продукт имел плотную, однородную, пластичную консистенцию. Цвет желтый, однородный, равномерный по всей массе.

Таблица 3 – Балльная оценка сливочного масла

Показатель	Баллы
Вкус и запах	10 баллов
Консистенция	5 баллов
Цвет	2 балла
Упаковка	3 балла

По результатам экспертной оценки все образцы выработанного продукта набрали максимальное количество баллов (20), что соответствует высшему сорту.

Заключение. При оценке ассоциированного влияния полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по показателям молочной продуктивности предпочтительным комплексным генотипом явился генотип генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}. Результаты органолептической оценки и физико-химического анализа жирно-кислотного состава образцов сливочного масла, выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}, показали, что жирно-кислотный состав всех образцов сбалансирован по содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы. Установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов сливочного масла фитостерин обнаружено не было, отсутствовала фальсификация жировой фазы

масла жирами немолочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабанщиков, Н. В. Молочное дело / Н. В. Барабанщиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 350 с.
2. Молекулярно-генетические исследования сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ: учебное пособие / Л. В. Гетманцева [и др.]; Донской ГАУ. – Персиановский: Донской ГАУ, 2018. – 119 с.
3. Глазко, В. И. Молекулярная биология в животноводстве / В. И. Глазко // FarmAnimals. – 2012. – № 1(1). – С. 24-29.
4. ГОСТ 23453-2014 «Молоко сырое. Методы определения соматических клеток» [Текст]. – Введ. 2016-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2015. – С. 14.
5. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. [Текст]. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – С. 11.
6. ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа [Текст]. – Введ. 2016-01-09. – Госстандарт, 2016. – С. 24.
7. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности [Текст]. – Введ. 1994-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – С. 8.
8. ГОСТ 3625-84 Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности [Текст]. – Введ. 2001-08-02. – М.: Стандартинформ, 2009. – С. 13.
9. ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги» [Текст]. – Введ. 2009-01-10. – М.: Стандартинформ, 2009. – С. 7.
10. Завертяев, Б. П. Перспективы развития маркерной и геномной селекции в молочном скотоводстве / Б. П. Завертяев // Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня и завтра: материалы научной конференции, посвященной 70-летию образования ГНУ ВНИИГРЖ / РАСХН ГНУ ВНИИГРЖ. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 18-21.
11. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий у сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 37-40.
12. Карпеня, М. М. Молочное дело: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Зоотехния» / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, В. И. Шляхтунов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 240 с.
13. Кийко, Е. И. Принципы маркерной селекции в молочном скотоводстве / Е. И. Кийко // Вестник ТГУ. – т. 15. – вып. 1. – 2010. – С. 134-135.
14. Использование генетических маркеров в селекционно-племенной работе / Н. В. Ковалюк [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С. 20-21.
15. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э.Фрич, Дж. Сэмбрук. – М.: «Мир», 1984. – 480 с.
16. Особенности аллелофонда у различных видов и пород животных / Н. С. Марзанов [и др.] // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы III междунар. науч. конф. – М., 2004. – С. 55-58.
17. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: АН СССР, 1969. – 360 с.
18. Погорельский, И. А. Полиморфизм генов бета-лактоглобулина, гормона роста и пролактинина и влияние их генотипов на молочную продуктивность коров / И. А. Погорельский, Г. Н. Сердюк, М. В. Позовникова / Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 6. – С. 9-13.
19. Прохоренко, П. Н. Роль молекулярно-генетических маркеров в селекции молочного скота / П. Н. Прохоренко, А. Ф. Яковлев // Зоотехния. – 1996. – № 7. – С. 2-3.

20. Смарагдов, М. Г. Методы молекулярных маркеров в селекции хозяйственно-полезных признаков у крупного рогатого скота / М. Г. Смарагдов // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – № 6. – С. 3-7.
21. СТБ 1598-2006 (изм. №3 от 01.09.2015 г.) «Молоко коровье. Требования при закупках» [Текст]. – Введ. 2018-05-01. – Минск: Госстандарт, 2015. – С. 11.
22. СТБ 1887-2016 «Сливки питьевые. Общие технические условия» [Текст]. – Введ. 2016-09-01. – Минск: Госстандарт, 2016. – С. 10.
23. СТБ 1890-2017 «Масло из коровьего молока. Общие технические условия» [Текст]. – Введ. 2018-09-01. – Минск: Госстандарт, 2018. – С. 22.
24. СТБ ISO 2446-2009 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира [Текст]. – Введ. 2009-29-12. – Минск: Госстандарт, 2017. – С. 15.
25. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» ТР ТС 033/2013 (№ 67 от 9 октября 2013 года с изменениями на 10 июля 2020 года).
26. Хабибрахманова, Я. А. Генный полиморфизм молочных пород скота / Я. А. Хабибрахманова, Ш. Р. Мещеров, Л. А. Калашникова // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина. V Съезд ВОГИС, Москва, 21-28 июня 2009 г. – Москва, 2009. – С. 110.
27. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Friesian bulls / S. Ardicli [et al.] // Archives Animal Breeding. 62,9 – 32, 2019.
28. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al.] // Respod. Nutr. Dev.39 (1999) 171-180.
29. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al.] // Animal Science Papers and Reports vol.22 (2004) no.3, 307-313.
30. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Friesian Dairy Cows Bred in Vietnam / N. T. D. Thy [et al.] // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol. 54, No.3, pp.346-352.

УДК 636.2.082.2:636.034(476)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ PRL И BLG НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

А. Н. Михалюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: крупный рогатый скот, гены пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG), показатели молочной продуктивности.

Аннотация. Использование современных ДНК-технологий в животноводстве на основе молекулярно-генетических методов позволяет тестировать животных любого возраста и пола, оценивать и прогнозировать их продуктивность, что имеет огромное значение в селекции при создании высокопродуктивных стад крупного рогатого скота. Поиск и выявление перспективных генов-маркеров, обуславливающих молочную продуктивность животных, позволяет

вести целенаправленную селекционную работу. Внедрение генетических маркеров в качестве дополнительных критериев при отборе сельскохозяйственных животных позволит ускорить селекционный процесс и повысить его эффективность. В статье представлены результаты изучения полиморфизма генов пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) и их влияние на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции в сравнительном аспекте. Практическая значимость проведенных исследований заключается в использовании полученных результатов для проведения целенаправленной селекции крупного рогатого скота по ген-маркерам молочной продуктивности PRL и BLG, что позволит на уровне ДНК оценивать генетический потенциал пород и популяций, корректировать направленность селекционной работы, влиять на качественные показатели молока.

STUDYING THE INFLUENCE OF PRL AND BLG GENE POLYMORPHISM ON DAIRY PRODUCTIVITY INDICATORS OF DOMESTIC SELECTION COWS IN A COMPARATIVE ASPECT

A. N. Mikhalyuk

El «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: cattle, prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG) genes, milk production indicators.

Summary. The use of modern DNA technologies in animal husbandry based on molecular genetic methods makes it possible to test animals of any age and sex, evaluate and predict their productivity, which is of great importance in breeding when creating highly productive herds of cattle. The search and identification of promising marker genes that determine the milk productivity of animals makes it possible to conduct targeted breeding work. The introduction of genetic markers as additional criteria in the selection of farm animals will speed up the breeding process and increase its efficiency. The article presents the results of studying the polymorphism of the prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG) genes and their influence on the milk productivity of cows of the Red Belarusian breed group, cows of the Belarusian Black-and-White breed and cows of the Holstein dairy cattle breed of domestic selection in a comparative aspect. The practical significance of the conducted research lies in the use of the results obtained for targeted breeding of cattle according to the milk productivity marker genes PRL and BLG, which will allow assessing the genetic potential of breeds and populations at the DNA level, adjusting the focus of breeding work, and influencing the quality indicators of milk.

(Поступила в редакцию 12.05.2023 г.)

Введение. В настоящее время проблема роста производства продуктов скотоводства должна решаться за счет непрерывного качественного улучшения племенных качеств молочных пород при одновременном создании полноценной кормовой базы. Несмотря на использование иностранных улучшающих пород, перед отечественными учеными и практиками стоит актуальная задача совершенствования разводимых в нашей республике пород скота в направлении сочетания высокой продуктивности, технологических качеств и продолжительности хозяйственного использования.

При рассмотрении взаимосвязи генотипов с продуктивными качествами животных обычно учитывают генетическое влияние наследственности отца, линейной принадлежности и «доли крови» родителей, а также генотип особей по различным генам, ассоциированным с продуктивностью, определенным в результате ДНК-тестирования.

Поиск маркеров, при помощи которых возможно маркировать отдельные количественные и качественные хозяйственно ценные признаки животных, позволит более эффективно вести целенаправленную селекцию. В качестве перспективных генов-маркеров продуктивности коров выделяют гены CSN3 (капа-казеина), GH (гормона роста), PRL (пролактина), BLG (бета-лактоглобулина), BoLA DRB 3 и др.

Пролактин – один из универсальных гормонов гипофиза с точки зрения его биологической функциональности. Ему принадлежит определяющая роль в лактогенезе, где основное его действие – стимуляция развития молочных желез и лактации. Он действует на альвеолы молочных желез и отвечает за синтез основных компонентов молока, включая белки, лактозу и липиды. Пролактин участвует в каждой стадии экспрессии генов молочного белка, т. е. транскрипции, стабилизации м-РНК, трансляции и посттрансляционной модификации белков [4, 5, 7].

Среди генетических маркеров, связанных с уровнем молочной продуктивности и технологическими свойствами молока, широко используется ген сывороточного белка молока – бета-лактоглобулин. Ген бета-лактоглобулина (BLG), локализован на 11-й хромосоме крупного рогатого скота и кодирует основной белок молочной сыворотки [6, 8].

В этой связи **целью работы** явилось изучение влияния генов пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции в сравнительном аспекте.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлся биологический материал (ушной выщип) от коров красной белорусской породной группы в количестве 104 проб, коров белорусской

черно-пестрой породы в количестве 105 проб, содержащихся в УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области. От коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, содержащихся в СПК им. И. П. Сенько Гродненского района, отобрали 105 проб.

ДНК-генотипирование животных по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж. Сэмбруку [1], а для амплификации и рестрикции использовали растворы производства ОДО «Праймтех» (Беларусь).

Для амплификации участка гена BLG использовали праймеры [3]:

BLG 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3';

BLG 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'.

Условия проведения ПЦР BLG: 94 °C – 5 мин; 30 циклов: 94 °C – 30 с; 59 °C – 40 с; 72 °C – 20 с; элонгация: 72 °C – 3 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина фрагмента гена BLG – 247 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена BLG применяли эндонуклеазу BsuRI (Hae III). Реакцию проводили при температуре 37 °C.

Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геле-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену BLG идентифицируются следующие генотипы: BLG^{AA} – фрагменты 148/99 п. н.; BLG^{AB} – фрагменты 148/99/74 п. н.; BLG^{BB} – фрагменты 99/74 п. н.

Для амплификации участка гена PRL использовали праймеры [9]:

PRL 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3';

PRL 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3'.

Условия проведения ПЦР PRL: 94 °C – 4 мин; 35 циклов: 94 °C – 45 с; 65 °C – 45 с; 72 °C – 45 с; элонгация: 72 °C – 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена PRL – 156 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена PRL применяли эндонуклеазу Rsa I. Реакцию проводили при температуре 37 °C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на

системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену PRL идентифицируются следующие генотипы: PRL^{AA} – длиной 156 п. н.; PRL^{AB} – 156/82/74 п. н.; PRL^{BB} – 82/74 п. н.

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные красной белорусской породной группы, животные белорусской черно-пестрой породы и коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели по животным, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации или укороченную лактацию.

Селекционно-генетические параметры основных хозяйственно полезных признаков определяли методами биологической статистики в описании Н. А. Плохинского [2], используя при этом компьютерную программу Microsoft Excel. Достоверными считались различия при уровне значимости * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Результаты исследований и их обсуждение. На данном этапе исследований нами изучены в сравнительном аспекте показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы и коров белорусской черно-пестрой породы, а также коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) в разрезе трех лактаций. Учитывая, что коровы красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы находились в одном хозяйстве с одинаковыми условиями содержания и кормления, а животные голштинской породы молочного скота находились в иных условиях содержания и кормления, то сравнение молочной продуктивности животных красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы мы проводили между собой по трем лактациям, а коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции – внутри породы между лактациями.

В таблице 1 приведены показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG).

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что наиболее высокий удой имели первотелки белорусской черно-пестрой породы по гену пролактина (PRL) с генотипом PRL^{BB} – $6601,00 \pm 218,36$ кг и по

этому показателю они превосходили своих сверстниц красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AB} на 11,5 % ($P < 0,01$). По массовой доле жира и белка в молоке наиболее высокие показатели были у первотелок красной белорусской породной группы по аллелю PRL^A – $4,10 \pm 0,07$ % и $3,40 \pm 0,04$ % соответственно. По этим показателям они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,03-0,11 п. п. ($P < 0,05$) и на 0,10-0,12 п. п. ($P < 0,05$) соответственно (за исключением генотипа PRL^{BB}). По количеству молочного жира и белка наиболее высокие показатели имели первотелки белорусской черно-пестрой породы генотипа PRL^{AB} – $245,00 \pm 10,11$ кг и $206,60 \pm 9,09$ кг, и они превосходили первотелок красной белорусской породной группы на 1,9-3,5 % ($P < 0,05$) и на 2,4-5,8 % ($P < 0,05$) соответственно.

Изучение показателей молочной продуктивности гомо- и гетерозиготных по гену бета-лактоглобулина (BLG) коров свидетельствует о том, что наиболее высокие показатели по удою имели первотелки белорусской черно-пестрой породы генотипа BLG^{AA}, они превосходили своих сверстниц красной белорусской породной группы с наиболее высоким удоем (генотип BLG^{BB}) на 11,6 % ($P < 0,01$).

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности первотелок с различными генотипами по генам PRL и BLG, ($M \pm m$)

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6
Первотелки красной белорусской породной группы					
PRL ^{AA}	$5769,10 \pm 122,55$	$4,10 \pm 0,05^*$	$236,5 \pm 6,60$	$3,40 \pm 0,04^*$	$195,10 \pm 4,68$
PRL ^{AB}	$5916,80 \pm 178,59^*$	$4,10 \pm 0,09^*$	$240,4 \pm 9,32$	$3,40 \pm 0,05^*$	$201,70 \pm 6,37^*$
BLG ^{AA}	$5539,10 \pm 145,02$	$4,20 \pm 0,08^{**}$	$232,6 \pm 8,34$	$3,50 \pm 0,06^*$	$193,80 \pm 5,98$
BLG ^{AB}	$5806,90 \pm 151,73^*$	$4,10 \pm 0,06^{**}$	$238,1 \pm 7,93^*$	$3,40 \pm 0,04^*$	$197,40 \pm 5,02^*$
BLG ^{BB}	$5838,10 \pm 145,82^*$	$4,00 \pm 0,09^*$	$233,5 \pm 9,22$	$3,30 \pm 0,07$	$192,60 \pm 6,77$
Первотелки белорусской черно-пестрой породы					
PRL ^{AA}	$5972,50 \pm 154,17$	$3,97 \pm 0,13^*$	$236,64 \pm 9,15$	$3,30 \pm 0,03$	$197,21 \pm 5,11$
PRL ^{AB}	$6304,00 \pm 183,07^*$	$3,93 \pm 0,11$	$245,00 \pm 10,11$	$3,28 \pm 0,05$	$206,60 \pm 9,09$
PRL ^{BB}	$6601,00 \pm 218,36^{**}$	$3,89 \pm 0,12$	$257,00 \pm 8,92^*$	$3,45 \pm 0,04^*$	$228,00 \pm 8,15$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
BLG ^{AA}	6516,25 ± 114,55**	3,64 ± 0,09	237,50 ± 8,61	3,27 ± 0,06	213,25 ± 5,92*
BLG ^{AB}	5693,20 ± 209,20	3,95 ± 0,12*	225,80 ± 12,80	3,33 ± 0,04	189,60 ± 7,54
BLG ^{BB}	6377,33 ± 205,15**	4,03 ± 0,11*	253,67 ± 9,98**	3,29 ± 0,05	209,67 ± 8,53*

По массовой доле жира и белка наиболее высокие показатели имели гетерозиготные по гену BLG первотелки красной белорусской породной группы с генотипом BLG^{AB} – $4,10 \pm 0,06$ % и $3,40 \pm 0,04$ % соответственно. По этим показателям они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,07-0,46 п. п. ($P < 0,01$) и на 0,07-0,13 п. п. ($P < 0,05$) соответственно. По количеству молочного жира наиболее высокие показатели имели первотелки белорусской черно-пестрой породы с генотипом BLG^{BB} – $253,67 \pm 19,98$ кг, и по этому показателю они превосходили первотелок красной белорусской породной группы на 2,4-5,8 % ($P < 0,05$). По количеству молочного белка наиболее высокие показатели имели первотелки белорусской черно-пестрой породы генотипа BLG^{AA}, они превосходили своих сверстниц красной белорусской породной группы – на 8,0 % ($P < 0,05$) - 10,7 % ($P < 0,01$).

В таблице 2 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) по второй лактации.

Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам пролактина PRL и BLG по второй лактации, ($M \pm m$)

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6
Коровы красной белорусской породной группы					
PRL ^{AA}	6148,60 ± 151,66*	4,00 ± 0,06*	245,90 ± 8,78*	3,40 ± 0,04*	207,80 ± 6,86
PRL ^{AB}	6094,20 ± 219,52	4,10 ± 0,09**	251,40 ± 7,89**	3,50 ± 0,08**	212,40 ± 8,89*
BLG ^{AA}	5996,20 ± 193,41	4,10 ± 0,09**	246,30 ± 9,12*	3,50 ± 0,08**	209,80 ± 6,83*
BLG ^{AB}	6010,90 ± 126,4	4,10 ± 0,06**	245,80 ± 9,72	3,40 ± 0,04*	204,30 ± 5,02*
BLG ^{BB}	6184,80 ± 178,6*	4,10 ± 0,09**	251,60 ± 8,47**	3,50 ± 0,06**	216,50 ± 9,22**

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Коровы белорусской черно-пестрой породы					
PRL ^{AA}	5616,10 ± 195,97	3,90 ± 0,06*	218,25 ± 7,90	3,34 ± 0,03	186,25 ± 6,68
PRL ^{AB}	5901,21 ± 222,31	3,73 ± 0,08	219,07 ± 11,41	3,28 ± 0,02	191,14 ± 8,23
PRL ^{BB}	5545,21 ± 229,02	3,74 ± 0,05	207,33 ± 9,77	3,29 ± 0,04	182,00 ± 9,93
BLG ^{AA}	5674,58 ± 261,64	3,68 ± 0,08	207,58 ± 11,46	3,27 ± 0,03	185,75 ± 8,50*
BLG ^{AB}	5825,62 ± 192,69	3,89 ± 0,05*	225,81 ± 7,00	3,33 ± 0,03	192,95 ± 6,35
BLG ^{BB}	5297,20 ± 189,53	3,85 ± 0,09	203,60 ± 12,82	3,31 ± 0,03	174,80 ± 8,72

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о том, что наиболее высокий удой имели гомозиготные по гену PRL особи красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AA} – 6148,60 ± 151,66 кг, по этому показателю они превосходили своих сверстниц белорусской черно-пестрой породы с наиболее высокой продуктивностью (генотип PRL^{AB}) на 4,1 % ($P < 0,05$). По массовой доле жира и белка наиболее высокие показатели имели животные красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AB} – 4,10 ± 0,09 % и 3,50 ± 0,08 % соответственно. По этим показателям они превосходили своих сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,20 п. п. ($P < 0,05$) - 0,27 п. п. ($P < 0,01$) и на 0,16 п. п. ($P < 0,05$) - 0,22 п. п. ($P < 0,05$) соответственно. По количеству молочного жира и белка наиболее выдающиеся показатели также имели коровы красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AB} – 251,40 ± 7,89 кг и 212,40 ± 8,89 кг. По этим показателям они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 10,3 % ($P < 0,01$) - 21,2 % ($P < 0,01$) и на 11,1 % ($P < 0,01$) - 16,7 % ($P < 0,01$) соответственно.

Наиболее высокие показатели по удою имели особи красной белорусской породной группы генотипа BLG^{BB}, они превосходили своих сверстниц генотипа BLG^{AB} белорусской черно-пестрой породы на 6,1 % ($P < 0,05$). По массовой доле жира и белка в молоке наиболее высокие показатели также имели коровы красной белорусской породной группы генотипа BLG^{BB} – 4,10 ± 0,09 % и 3,50 ± 0,06 % соответственно, они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,25 п. п. ($P < 0,05$) - 0,42 п. п. ($P < 0,01$) и на 0,17 п. п. ($P < 0,05$) - 0,23 п. п. ($P < 0,05$) соответственно.

Поскольку по удою, массовой доле жира и белка в молоке наиболее высокие показатели имели особи красной белорусской породной

группы генотипа BLG^{BB}, то и по количеству молочного жира и белка они также превосходили своих сверстниц белорусской черно-пестрой породы: по количеству молочного жира – на 11,4 % ($P < 0,01$) - 23,5 % ($P < 0,01$), а по количеству молочного белка – 12,2 % ($P < 0,01$) - 23,8 % ($P < 0,01$) соответственно.

В таблице 3 приведены показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) по третьей лактации.

Анализ данных таблицы 3 свидетельствует о том, что наиболее высокий удой имели гомозиготные по гену пролактина (PRL) особи красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AB} – $6632,80 \pm 158,32$ кг, по данному показателю они превосходили своих сверстниц генотипа PRL^{AB} белорусской черно-пестрой породы на 12,1 % ($P < 0,01$).

Таблица 3 – Показатели молочной продуктивности коров с различными генотипами по генам пролактина PRL и BLG по третьей лактации ($M \pm m$)

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
Коровы красной белорусской породной группы					
PRL ^{AA}	$6632,80 \pm 158,32^{**}$	$4,00 \pm 0,06^*$	$264,60 \pm 9,42^{**}$	$3,50 \pm 0,06^{**}$	$232,20 \pm 9,55^{**}$
PRL ^{AB}	$6194,30 \pm 210,51$	$4,20 \pm 0,09^{**}$	$260,20 \pm 7,25^{**}$	$3,60 \pm 0,08^{**}$	$222,30 \pm 9,48^*$
BLG ^{AA}	$6299,30 \pm 123,87^*$	$4,10 \pm 0,08^{**}$	$255,30 \pm 9,40$	$3,50 \pm 0,07^{**}$	$220,50 \pm 8,01$
BLG ^{AB}	$5996,70 \pm 208,5$	$4,00 \pm 0,09^*$	$236,30 \pm 8,13$	$3,60 \pm 0,08^{**}$	$215,30 \pm 5,02$
BLG ^{BB}	$6759,30 \pm 222,3^{**}$	$4,00 \pm 0,08^*$	$270,40 \pm 8,47^{**}$	$3,50 \pm 0,06^{**}$	$236,50 \pm 9,89^{**}$
Коровы белорусской черно-пестрой породы					
PRL ^{AA}	$5818,95 \pm 209,13$	$3,85 \pm 0,06$	$223,74 \pm 5,12$	$3,33 \pm 0,023$	$193,58 \pm 5,23$
PRL ^{AB}	$5915,78 \pm 193,06$	$3,69 \pm 0,06$	$217,78 \pm 7,24$	$3,35 \pm 0,03$	$197,89 \pm 6,73$
PRL ^{BB}	$5731,67 \pm 203,33$	$3,77 \pm 0,07$	$216,33 \pm 8,89$	$3,21 \pm 0,04$	$184,33 \pm 7,39$
BLG ^{AA}	$5791,43 \pm 176,52$	$3,72 \pm 0,07$	$214,00 \pm 7,66$	$3,25 \pm 0,03$	$188,29 \pm 6,21$
BLG ^{AB}	$5838,54 \pm 186,14$	$3,86 \pm 0,06^*$	$224,77 \pm 6,54$	$3,38 \pm 0,03$	$196,92 \pm 6,06$
BLG ^{BB}	$5959,00 \pm 177,42$	$3,76 \pm 0,07$	$224,17 \pm 6,88$	$3,29 \pm 0,03$	$195,50 \pm 5,81$

По массовой доле жира и белка в молоке наиболее высокие показатели были у коров красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AB} – $4,20 \pm 0,09$ % и $3,60 \pm 0,08$ % соответственно. По этим показателям они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,35 п. п. ($P < 0,01$) – 0,51 п. п. ($P < 0,01$) и на 0,25 п. п. ($P < 0,05$) – 0,39 п. п. ($P < 0,01$) соответственно. По количеству молочного жира и белка наиболее высокие показатели имели коровы красной белорусской породной группы генотипа PRL^{AA} – $264,60 \pm 9,42$ кг и $232,20 \pm 9,55$ кг соответственно, они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 18,2 % ($P < 0,01$) – 22,3 % ($P < 0,01$) и на 17,3 % ($P < 0,01$) – 25,9 % ($P < 0,01$) соответственно. Наиболее высокие показатели по удою имели особи красной белорусской породной группы генотипа BLG^{BB} – $6759,30 \pm 222,30$ кг, они превосходили своих сверстниц белорусской черно-пестрой породы генотипа BLG^{BB} на 13,4 % ($P < 0,01$). По массовой доле жира наиболее высокие показатели имели коровы красной белорусской породной группы с генотипом BLG^{AA} – $4,10 \pm 0,08$ %, а по массовой доле белка – животные с генотипом BLG^{AB} – $3,60 \pm 0,08$ % соответственно. По этим показателям они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 0,24 п. п. ($P < 0,05$) – 0,38 п. п. ($P < 0,01$) и на 0,22 п. п. ($P < 0,05$) – 0,35 п. п. ($P < 0,05$) соответственно. По количеству молочного жира и белка наиболее выдающиеся показатели имели особи красной белорусской породной группы генотипа BLG^{BB} – $270,40 \pm 8,47$ кг и $236,50 \pm 9,89$ кг соответственно, они превосходили сверстниц белорусской черно-пестрой породы на 20,1 % ($P < 0,01$) – 26,3 % ($P < 0,01$) и на 20,0 % ($P < 0,01$) – 25,6 % ($P < 0,01$) соответственно.

В таблице 4 представлены показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) в разрезе трех лактаций.

Анализ данных, представленных в таблице 4, свидетельствует о том, что с повышением порядкового номера лактации продуктивность животных возрастала. По гену PRL у коров третьей лактации средний удой по трем генотипам (PRL^{AA} , PRL^{AB} и PRL^{BB}) составил $9221,10 \pm 328,28$ кг, что на 2,8 % выше, чем у коров второй лактации, и на 10,9 % ($P < 0,01$), чем у первотелок соответственно. При этом наиболее высокий удой имели коровы третьей лактации с генотипом PRL^{AB} – $9533,42 \pm 304,26$ кг, а самый низкий – первотелки генотипа PRL^{AA} – $7863,27 \pm 222,84$ кг. Массовая доля жира в молоке в среднем по трем генотипам (PRL^{AA} , PRL^{AB} и PRL^{BB}) составила: у первотелок – $3,80 \pm 0,05$ %, у коров второй лактации – $3,84 \pm 0,09$ % и у коров третьей

лактации – $3,80 \pm 0,10$ % соответственно. При этом наиболее высокая жирномолочность была выявлена у коров по третьей лактации с генотипом PRL^{BB} – $3,93 \pm 0,10$ %, самая низкая – также у коров по третьей лактации с генотипом PRL^{AA} – $3,71 \pm 0,10$ %. Что касается белкомолочности, то в среднем по трем генотипам (PRL^{AA}, PRL^{AB} и PRL^{BB}) она составила: у первотелок – $3,25 \pm 0,02$ %, у коров по второй лактации – $3,19 \pm 0,04$ % и у коров по третьей лактации – $3,25 \pm 0,05$ % соответственно. Наиболее высокая белкомолочность была у коров по третьей лактации генотипа PRL^{BB} – $3,29 \pm 0,04$ %, самая низкая – у коров по второй лактации генотипа PRL^{BB} – $3,15 \pm 0,04$ %.

Таблица 4 – Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с различными генотипами по генам пролактина PRL и BLG в разрезе трех лактаций ($M \pm m$)

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
1	2	3	4	5	6
Первотелки					
PRL ^{AA}	7863,27 ± 222,84	3,78 ± 0,05	296,82 ± 11,29**	3,25 ± 0,02	255,45 ± 9,29**
PRL ^{AB}	8706,35 ± 250,50	3,83 ± 0,04	334,26 ± 11,17*	3,25 ± 0,02	282,65 ± 7,64*
BLG ^{AA}	8353,00 ± 246,12	3,82 ± 0,08	319,50 ± 12,51*	3,22 ± 0,04	268,55 ± 11,57*
BLG ^{AB}	8408,44 ± 292,44*	3,77 ± 0,07	318,00 ± 11,83*	3,26 ± 0,04	273,56 ± 9,38*
BLG ^{BB}	8054,03 ± 207,53*	3,80 ± 0,04	305,81 ± 8,79*	3,26 ± 0,02	262,32 ± 6,52*
Коровы второй лактации					
PRL ^{AA}	9021,40 ± 242,14*	3,84 ± 0,09	349,40 ± 12,44*	3,21 ± 0,03	289,80 ± 11,60*
PRL ^{AB}	9153,11 ± 231,89*	3,75 ± 0,08	344,22 ± 13,76*	3,22 ± 0,04	295,67 ± 12,59*
PRL ^{BB}	8727,50 ± 325,25*	3,92 ± 0,09*	342,45 ± 12,05*	3,15 ± 0,04	274,50 ± 13,50*
BLG ^{AA}	8080,25 ± 255,84*	3,53 ± 0,09	284,40 ± 12,48*	3,25 ± 0,05	233,41 ± 10,22*
BLG ^{AB}	9191,45 ± 213,35*	3,83 ± 0,08	354,00 ± 13,02*	3,21 ± 0,02	294,70 ± 10,60*
BLG ^{BB}	8465,20 ± 279,07*	3,87 ± 0,09*	329,20 ± 14,17*	3,26 ± 0,06	277,20 ± 11,30*
Коровы третьей лактации					
PRL ^{AA}	9417,50 ± 326,35**	3,71 ± 0,10	347,13 ± 11,67*	3,24 ± 0,04	303,88 ± 10,74*

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
PRL ^{AB}	9533,42 ± 304,26**	3,72 ± 0,09	351,11 ± 12,64**	3,22 ± 0,05	306,51 ± 12,11*
PRL ^{BB}	8712,40 ± 354,23*	3,93 ± 0,10	343,83 ± 12,94*	3,29 ± 0,04	286,50 ± 11,34*
BLG ^{AA}	8828,25 ± 331,05*	3,69 ± 0,10	323,25 ± 13,17*	3,36 ± 0,04	295,25 ± 11,61*
BLG ^{AB}	9503,05 ± 256,20**	3,79 ± 0,10	359,25 ± 12,55*	3,25 ± 0,03	307,87 ± 11,22**
BLG ^{BB}	8724,20 ± 250,03*	3,92 ± 0,09	341,75 ± 11,68*	3,25 ± 0,07	283,25 ± 12,87*

Наибольшее количество молочного жира в среднем по трем генотипам (PRL^{AA}, PRL^{AB} и PRL^{BB}) было по третьей лактации – 347,35 ± 12,41 кг. По этому показателю они превосходили коров второй лактации на 0,5 %, а первотелок – на 10,0 % (P < 0,01) соответственно. По количеству молочного белка в среднем по трем генотипам (PRL^{AA}, PRL^{AB} и PRL^{BB}) наиболее высокие показатели были у коров третьей лактации – 298,96 ± 11,39 кг, что на 4,3 % (P < 0,05) больше, чем у коров второй лактации, и на 11,1 % (P < 0,01), чем у первотелок соответственно.

По гену бета-лактоглобулина (BLG) была выявлена та же тенденция, что и по гену пролактина (PRL): с повышением порядкового номера лактации продуктивность животных возрастала. Так, по гену BLG у коров третьей лактации средний удой по трем генотипам (BLG^{AA}, BLG^{AB} и BLG^{BB}) составил 9018,50 ± 328,28 кг, что на 5,1 % (P < 0,05) выше, чем у коров второй лактации, и на 9,0 % (P < 0,01), чем у первотелок соответственно. При этом наиболее высокий удой имели коровы третьей лактации генотипа BLG^{AB} – 9503,05 ± 256,20 кг, а самый низкий – первотелки генотипа BLG^{BB} – 8054,03 ± 207,53 кг. Массовая доля жира в молоке в среднем по трем генотипам (BLG^{AA}, BLG^{AB} и BLG^{BB}) составила: у первотелок – 3,79 ± 0,06 %, у коров второй лактации – 3,74 ± 0,09 % и у коров третьей лактации – 3,80 ± 0,10 % соответственно. При этом наиболее высокая жирномолочность была выявлена у коров по третьей лактации генотипа BLG^{BB} – 3,92 ± 0,09 %, самая низкая – также у коров второй лактации генотипа BLG^{AA} – 3,53 ± 0,09 %. Что касается белкомолочности, то в среднем по трем генотипам (BLG^{AA}, BLG^{AB} и BLG^{BB}) она составила: у первотелок – 3,25 ± 0,04 %, у коров второй лактации – 3,24 ± 0,05 % и у коров третьей лактации – 3,29 ± 0,05 % соответственно. Наиболее высокая белкомолочность была у коров по третьей лактации генотипа BLG^{AA} – 3,36 ± 0,04 %, самая низкая – у коров по второй лактации генотипа BLG^{AB} – 3,21 ± 0,02 %. Наибольшее количество молочного жира в среднем по трем генотипам

(BLG^{AA}, BLG^{AB} и BLG^{BB}) было по третьей лактации – $341,41 \pm 12,46$ кг. По этому показателю они превосходили коров второй лактации на 5,8 % ($P < 0,05$), а первотелок – на 8,5 % ($P < 0,01$) соответственно. По количеству молочного белка в среднем по трем генотипам (BLG^{AA}, BLG^{AB} и BLG^{BB}) наиболее высокие показатели были у коров третьей лактации – $295,45 \pm 11,90$ кг, что на 10,1 % ($P < 0,01$) больше, чем у коров второй лактации, и на 10,2 % ($P < 0,01$), чем у первотелок соответственно.

Заключение. Результаты изучения влияния генов PRL и BLG на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы в сравнительном аспекте показали, что коровы второй и третьей лактации красной белорусской породной группы превосходили своих сверстниц белорусской черно-пестрой породы по удою за 305 дней лактации на 4,1-13,4 %, по массовой доле жира и белка в молоке – на 0,03-0,51 п. п. и на 0,07-0,39 п. п., а по количеству молочного жира и белка – на 10,3-26,3 % и 11,1-25,9 % соответственно. Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с различными генотипами по генам PRL и BLG в разрезе трех лактаций свидетельствуют о том, что с повышением порядкового номера лактации продуктивность животных возрастает: по удою – на 5,1-10,9 %, по количеству молочного жира и белка – на 0,5-10,0 % и 4,3-11,1 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование. / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – М.: «Мир», 1984. – 480 с.
2. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: АН СССР, 1969. – 360 с.
3. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardicli [et al.] // Archives Animal Breeding. 62,9 – 32, 2019.
4. Brym, P. Nucleotide sequence polymorphism within exon 4 of the bovine prolactin gene and its association with milk performance traits / P. Brym, S. Kaminski, E. Wojcik // J. Appl. Genet. – 2005. – V. 46(2). – P. 179-185.
5. New insights into the prolactin-RsaI (PRL-RsaI) locus in Chinese Holstein cows and its effect on milk performance traits / C. H. Dong [et al.] // Genet. Mol. Res. – 2013. – V. 12. – № 4. – P. 5766-5773.
6. Eggen, A. An integrated cytogenetic and meiotic map of the bovine genome / A. Eggen, R. Fries // Animal Genetics. – 1995. – № 26. – P. 215-36.
7. Use of the Bovine Prolactin Gene (bPRL) for estimating genetic variation and milk production in aboriginal Russian breeds of Bos Taurus / I. V. Lazebnaya [et al.] // Prolactin, Edited by Gyorgy M. Nagy and Bela E. Toth. Rijeka: INTECH. – 2013. – P. 35-52.
8. Candidate genes for growth traits in beef cattle crosses Bos taurus x Bos indicus / D. Tambasco [et al.] // J. of animal breeding and genetics. – 2003. – V. 120. – № 1. – P. 51-56.
9. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N. T. D. Thya [et al.] // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol. 54, № 3. – P.346-352.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ
ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА
ПРОБИОТИЧЕСКИХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В
ОПЫТАХ IN VIVO**

**В. Ю. Овсеец¹, А. Н. Михалюк¹, А. А. Сехин¹, Д. В. Воронов¹,
Н. А. Головнева²**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Институт микробиологии НАН Беларуси
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220141,
г. Минск, ул. акад. В. Ф. Купревича, 2; e-mail:
microbio@mbio.bas-net.by)

Ключевые слова: кормовая добавка на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий, лабораторные животные, эффективность.

Аннотация. В результате проведенных исследований установлено, что введение в рацион крыс кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий способствует активизации гемопоэза и окислительно-восстановительных реакций организма, что выразилось в повышении концентрации эритроцитов на 6,1 % и гемоглобина на 11,7 % в сравнении с контролем, повышении неспецифической и специфической защиты организма, нормализации функционального состояния печени (дезаминирующей функции) и почек (способности выводить продукты азотистого обмена), что выразилось в снижении концентрации в сыворотке крови креатинина на 23,8 % и мочевины на 19,4 %, а также стимуляции роста и развития животных.

EFFICIENCY OF USING A FEED ADDITIVE BASED ON METABOLIC PRODUCTS OF PROBIOTIC LACTIC BACTERIA IN IN VIVO EXPERIMENTS

A. N. Mikhalyuk¹, V. Yu. Ovseev¹, A. A. Sekhin¹, D. V. Voronov¹,
N. A. Golovneva²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

² – Institute of microbiology

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220141, Minsk, st. of the academician V. F. Kuprevich, 2; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Key words: *feed additive based on metabolic products of probiotic lactic acid bacteria, laboratory animals, efficiency.*

Summary. *as a result of the studies, it was found that the introduction of a feed additive based on the metabolic products of probiotic lactic acid bacteria into the diet of rats contributes to the activation of hematopoiesis and redox reactions of the body, which resulted in an increase in the concentration of erythrocytes by 6,1 % and hemoglobin by 11,7 % in comparison with the control, an increase in nonspecific and specific body defense, normalization of the functional state of the liver (deaminating function) and kidneys (the ability to excrete nitrogen metabolism products), which resulted in a decrease in the concentration of creatinine in the blood serum by 23,8 % and urea by 19,4 %, as well as stimulation of growth and development of animals.*

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. В настоящее время важнейшей задачей для развития АПК является создание и использование новейших, действенных и безвредных кормовых добавок, способных обеспечить нормальный рост и развитие сельскохозяйственных животных и птицы [2]. Отечественные и зарубежные исследования свидетельствуют о положительной роли пробиотиков, пребиотиков, а также синбиотических комплексов (синбиотиков) в профилактике и терапии многих заболеваний ЖКТ, а также их благоприятное влияние на микрофлору кишечника, что способствует активизации роста и развития животных, а также повышению резистентности их организма [4].

На современном этапе развития в области кормовых добавок на основе пробиотических микроорганизмов активно разрабатывается концепция метабиотиков или постбиотиков. Базовой формой данных кормовых добавок является бесклеточная культуральная жидкость, оставшаяся после отделения биомассы микроорганизмов и характеризующаяся содержанием различных биологически активных соединений (аминокислоты, витамины, холин, органические кислоты, летучие жирные

кислоты, бактериоцины, стероидные вещества и другие) в усвояемой форме и физиологически адекватном количестве [3]. Необходимо отметить, что по отношению к клеточной форме метабиотики действует быстрее, без стадий размножения и адаптации выживших бактерий, при этом, не снижая свою биологическую активность и являясь более безвредными в отличие от живых бактерий [1].

Цель работы – испытать эффективность кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий на лабораторных животных в опытах *in vivo*.

Материал и методика исследований. Изучение эффективности использования кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий проводили на беспородных белых крысах с начальной массой тела 150-153 г. Для проведения опыта по принципу пар-аналогов подбирали клинически здоровых крыс, которые были распределены в 2 группы (контрольную и опытную) по 10 особей в каждой. Опыт проводился согласно приведенной схеме (таблица 1). Животных содержали в пластиковых клетках в условиях искусственного освещения при температуре 20-22 °С и относительной влажности 60-65 % на подстилке из древесных стружек, простерилизованных в сухожаровом шкафу. Животные получали стандартный рацион вивария и воду. Кормление производили один раз в день в утренние часы, замену подстилки – три раза в неделю. За 12 часов до забоя животных лишали пищи. Контрольные животные получали лабораторный корм, крысам опытной группы выпаивали кормовую добавку на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий в свободном доступе, чередуя с питьевой водой. Скармливание крысам общего рациона и кормовой добавки осуществляли в течение 14 суток с постоянным наблюдением за лабораторными объектами.

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Кол-во животных в группе, гол.	Продолжительность опыта, дней	Условия проведения опыта
Контрольная	10	14	ОР (основной рацион)
Опытная	10	14	ОР + кормовая добавка на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий

Контроль за сохранностью и падежом осуществляли ежедневно. Во время эксперимента учитывались следующие показатели: внешний вид, поведение, потребление корма и воды, изменение массы тела, морфологические и биохимические показатели крови, патоморфологические изменения органов.

В конце опыта лабораторные животные подвергались эвтаназии, путем декапитации и вскрытию. При вскрытии органы выделялись единым органокомплексом с последующим взвешиванием отдельных органов и визуальной оценкой их состояния.

Комплекс методов исследований и контроля функционального состояния организма, использованных в данной работе, подобрали так, чтобы можно было оценить в динамике становление и границы функциональных возможностей организма.

Использовали общие (основные) и дополнительные лабораторные методы исследований.

Гематологические показатели определяли на гематологическом анализаторе MYTHIC 18 – 3 diff (ORPHEE MEDICAL, Швейцария). Все биохимические показатели сыворотки крови крыс определяли на биохимическом анализаторе DIALAB AutolyzerISE. Сыворотку крови получали выдерживанием крови в течение двух часов при комнатной температуре с последующим отделением свернувшейся крови от стенки пробирки стеклянной палочкой и центрифугированием в течение 10 мин при 3000 мин^{-1} . Анализатор осуществляет работу со всеми типами биохимических реакций. Диапазон измерения оптической плотности 340-750 нм с шириной щели 10 нм. Пробы и реагенты устанавливаются на борт анализатора, затем происходит автоматическое внесение всех необходимых компонентов реакции, согласно введенной программе, измерение оптической плотности в нужные интервалы времени и автоматический расчет концентрации определяемого компонента.

Биометрическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютера в программе Microsoft Excel методами вариационной статистики. Все результаты исследований в работе приведены к Международной системе единиц СИ. Определены средние арифметические каждого вариационного ряда, стандартные ошибки средней, степень вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента-Фишера. При $P < 0,05$ различия средних арифметических сравниваемых вариационных рядов считались достоверными.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований установлено, что использование кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий не вызвало изменений в клиническом статусе и этологии крыс. Гибели лабораторных животных в ходе эксперимента не выявлено.

Подопытные животные хорошо переносили кормовую добавку на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий, они были клинически здоровы в течение всего эксперимента, не

отмечалось нарушений в поведении, приеме корма и воды, аналогично контрольной группе. Животные в обеих группах имели хорошую упитанность и удовлетворительное общее состояние. Подопытные животные были подвижны и активны, шерстный покров был гладким и отличался характерным блеском, слизистые оболочки бледно-розового цвета.

При патологоанатомическом исследовании внутренних органов животных каких-либо дегенеративных изменений в их структуре не выявлено. Внутренние органы располагались анатомически правильно, жидкость в плевральной и брюшной полостях отсутствовала, цвет органов и тканей соответствовал норме. Просвет трахеи и бронхов свободен, ткань легких имела розовый цвет. Слизистая оболочка, выстилаящая желудок и кишечник после использования кормовой добавки, была без видимых изъязвлений и кровоизлияний, серо-розового цвета. Печень, поджелудочная железа, почки, сердце экспериментальных крыс были в норме, как и у контрольных животных.

Результаты, полученные при изучении влияния кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий на показатели интенсивности роста лабораторных животных, отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Масса тела подопытных крыс в период опыта ($M \pm m$)

Группы	Живая масса, г	
	В начале опыта	В конце опыта
Контрольная	149,91 $\pm$ 3,79	174,31 $\pm$ 5,35
Опытная	152,48 $\pm$ 3,55	191,31 $\pm$ 8,83*

Анализ данных, приведенных в таблице 2, свидетельствует о том, что введение в рацион лабораторных крыс кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий, способствовало увеличению их массы тела, что свидетельствует о более интенсивном течении обменных процессов в организме. Так, в начале исследований масса тела крыс контрольной и опытной групп была примерно одинаковой и составляла 149,91 $\pm$ 3,79 - 152,48 $\pm$ 3,55 г, к концу исследований масса тела крыс опытной группы превышала массу тела крыс контрольной группы на 9,7 % ($P < 0,05$).

В ходе исследований установлено, что использование кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий не оказало существенного влияния на весовые показатели некоторых внутренних органов экспериментальных животных (таблица 3).

Таблица 3 – Масса некоторых внутренних органов крыс, г ($M \pm m$)

Группы животных	Показатели				
	Масса сердца	Масса легких	Масса печени	Масса почек	Масса селезенки
Контрольная	0,80 ± 0,06	1,82 ± 0,22	8,87 ± 0,37	1,75 ± 0,08	1,26 ± 0,10
Опытная	0,82 ± 0,03	2,05 ± 0,21	9,14 ± 0,58	1,81 ± 0,06	1,23 ± 0,18

Более высокая масса отдельных органов у животных опытной группы в сравнении с контрольной группой связана с большей массой самих животных, что логично. Поэтому более точным критерием оценки влияния кормовой добавки на весовые показатели некоторых внутренних органов является сравнительный анализ их индексов. Индекс внутренних органов – это процентное отношение массы органа к массе тела. Сравнительный анализ индексов внутренних органов экспериментальных животных выявил уменьшение индексов печени и почек у крыс опытной группы по сравнению с аналогичными показателями животных контрольной группы, что также указывает на более интенсивное течение метаболических процессов (таблица 4).

Таблица 4 – Индексы внутренних органов лабораторных животных, % ($M \pm m$)

Группы животных	Показатели				
	Индекс сердца	Индекс печени	Индекс почек	Индекс легких	Индекс селезенки
Контрольная	0,45 ± 0,09	5,09 ± 0,29	1,01 ± 0,10	1,03 ± 0,06	0,72 ± 0,05
Опытная	0,43 ± 0,05	4,70 ± 0,27	0,93 ± 0,06	1,06 ± 0,09	0,58 ± 0,04*

Известно, что при высоком уровне обмена веществ животные имеют меньшие энергетические резервы в печени и относительно меньшую массу этого органа. Кроме того, индекс печени отражает ее функцию накопления быстро мобилизуемых питательных веществ.

Биохимический анализ крови информативен для оценки состояния обмена веществ (липидов, белков, углеводов) в организме. Биохимические показатели сыворотки крови испытуемых крыс отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс ($M \pm m$)

Показатели	Группа животных	
	Контрольная	Опытная
1	2	3
Общий белок, г/л	57,22 ± 1,83	60,08 ± 1,08
Альбумины, г/л	33,68 ± 1,43	34,33 ± 1,64
Глобулины, г/л	23,54 ± 1,12	25,05 ± 1,86*
А/Г-соотношение, ед.	1,43	1,33
Са, ммоль/л	1,83 ± 0,09	1,97 ± 0,08
Р, ммоль/л	1,67 ± 0,14	1,51 ± 0,12
Са/Р-соотношение, ед.	1,1	1,3

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Железо, мкмоль/л	95,08 ± 7,16	100,22 ± 8,70
Амилаза, ед./л	465,50 ± 13,00	478,17 ± 12,73
Креатинин, мкмоль/л	99,83 ± 7,98	76,03 ± 5,36*
Глюкоза, ммоль/л	5,20 ± 0,49	4,83 ± 0,39*
Холестерин, ммоль/л	2,25 ± 0,12	2,27 ± 0,09
АлАТ, ед./л	156,83 ± 13,21	114,02 ± 7,18**
АсАТ, ед./л	136,10 ± 9,45	167,83 ± 5,70*
Билирубин, мкмоль/л	15,38 ± 0,44	9,10 ± 0,47*
Магний, ммоль/л	0,85 ± 0,05	0,83 ± 0,04
Мочевина, ммоль/л	4,98 ± 0,18	4,17 ± 0,25*
Щелочная фосфатаза, ед./л	215,33 ± 21,25	145,33 ± 17,35**

Белковый обмен представлен несколькими показателями: общий белок, его фракции (альбумины, глобулины) и их соотношение. Согласно полученным данным, количество общего белка у животных опытной группы оказалось выше на 4,8 %. Это указывает на оптимизацию белкового обмена у подопытной группы крыс. В связи с тем, что уровень альбуминовой фракции также был выше у подопытной группы животных, чем у контрольных, то рост общего белка происходил за счет синтеза его в печени. Разница между группами экспериментальных животных также была обнаружена по такому показателю, как глобулины. Их количество достоверно выше в крови у подопытных крыс, чем у контрольных, на 8,6 %. Глобулины выполняют иммунную функцию (антитела), обеспечивают нормальное свертывание крови (фибриноген), а также представлены ферментами, гормонами и белками-переносчиками разнообразных биохимических соединений. Усиление синтеза глобулинов может происходить при наличии воспалительного процесса после тканевых повреждений и/или в ответ на чужеродные антигены. У экспериментальных животных подобного явления не установлено, т. к. соотношение А/Г-фракции в пределах референтной величины.

Минеральный обмен в исследовании представлен следующими показателями: количество кальция, фосфора, железа, магния.

Количество кальция у контрольной группы животных ниже, чем у подопытной. Это может указывать на оптимальное усвоение данного минерала у последних. На оптимизацию минерального обмена у подопытной группы крыс указывает Са/Р-соотношение. Оно выгодно отличается у крыс, получавших метабиотик (1,3 ед. против 1,1 ед. у контроля). Такое явление подтверждает наличие нормального роста костной и хрящевой тканей. Железо – ключевой минерал для построения молекулы гемоглобина и целого ряда ферментов. У крыс подопытной группы его количество оказалось выше, чем у контрольной. Уровень магния был несколько ниже у подопытной группы, но разница

несущественная (около 2 %). В обеих группах – в пределах принятых референтных величин.

Креатинин и мочеви́на – интегральные показатели функционирования системы выделения (в первую очередь почек). У крыс подопытной группы количество креатинина оказалось ниже на 23,8 % ($P < 0,05$), чем у контрольной. Это указывает на снижение «азотной» нагрузки благодаря применению метабиотика на организм. Количество мочевины также оказалось ниже у подопытных крыс, что подтверждает вышеуказанное предположение о меньшей токсической нагрузке.

В таблице представлено количество общего билирубина (без его фракций), однако у контрольных животных установили выраженное повышение его. Это может быть связано с гемолизом эритроцитов, с дисфункцией печени, с высокой белковой нагрузкой и др. Учитывая то, что в обеих группах количество эритроцитов, гемоглобина и гематокрита не было снижено (таблица 6), можно предполагать наличие более интенсивной белковой нагрузки и перманентного влияния фактора у контрольных крыс на печень. Данное предположение подтверждают такой показатель, как АлАТ. Он оказался выше у контрольных животных на 42,8 % ($P < 0,01$). АсАТ у контроля был несколько ниже.

В печени щелочная фосфатаза связывается с эпителиальными клетками желчевыводящих путей и канальцевыми мембранами гепатоцитов. Различные заболевания гепатобилиарной системы могут привести к увеличению активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови в результате увеличения продукции фермента, солюбилизации мембран под действием солей желчных кислот. Также фермент может увеличиваться в крови при деминерализации костной ткани, конвульсиях, травмах мышц, стрессе и др. У контрольных животных данный параметр оказался выше на 32,5 % ($P < 0,01$). Возможно, это связано с протекторным действием метабиотика на организм и оптимизацией роста костной ткани.

Существенно значимой разницы количества холестерина, амилазы и глюкозы между группами животных не установлено: параметры могут быть вариабельны в установленных пределах значений. Хотя стоит обратить внимание, что у крыс контроля уровень глюкозы был выше. Что может быть признаком стресса.

Нами также были определены некоторые параметры общего клинического анализа крови (таблица 6).

Таблица 6 – Гематологические показатели подопытных животных (M ± m)

Показатели	Группа животных	
	Контрольная	Опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,45 \pm 0,16$	$5,80 \pm 0,18$
Лейкоциты, $10^9/л$	$14,62 \pm 0,64$	$14,87 \pm 0,86$
Тромбоциты, $10^9/л$	$323,83 \pm 25,80$	$314,50 \pm 29,15$
Гемоглобин, г/л	$134,00 \pm 3,75$	$151,83 \pm 3,47^*$
Гематокрит, %	$36,13 \pm 1,29$	$37,13 \pm 0,97$

Количество ключевых показателей «красной крови» оказалось выше у подопытных животных: эритроцитов – на 6,1 %, гемоглобина – на 11,7 % ($P < 0,05$), гематокрита – на 2,7 %. Поскольку нет признаков эксикоза (гиперальбуминемия, полицитемия), то увеличение выше указанных параметров доказывает оптимизацию функции красного костного мозга. Количество лейкоцитов и тромбоцитов было в пределах нормативных значений в обеих группах. Признаков воспаления, наличия агрессивных триггеров иммунной системы не выявили. Нарушение гомеостаза также отсутствует.

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что введение в рацион крыс кормовой добавки на основе продуктов метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий способствует активизации гемопоэза и окислительно-восстановительных реакций организма, что выразилось в повышении концентрации эритроцитов на 6,1 % и гемоглобина на 11,7 % в сравнении с контролем, повышении неспецифической и специфической защиты организма, нормализации функционального состояния печени (дезаминирующей функции) и почек (способности выводить продукты азотистого обмена), что выразилось в снижении концентрации в сыворотке крови креатинина на 23,8 % и мочевины на 19,4 %, а также стимуляции роста и развития животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, В. М. Метаболитные пробиотики: механизмы терапевтического эффекта при микробиологических нарушениях / В. М. Бондаренко // Consilium Medicum. – 2005. – Т. 7, № 6. – С. 437-444.
2. Елисеева, Е. Н. Использование химиотерапевтических, пробиотических и иммуномоделирующих препаратов и дезинфектантов / Е. Н. Елисеева // Мат. VII Междун. ветеринарного конгресса по птицеводству. – М., 2011. – С. 117-119.
3. Инновационные биологически безопасные препараты для ветеринарии / А. Я. Самуйленко [и др.] // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 2. – С. 45-46.
4. Пробиотики: вектор развития / И. Ю. Чичерин [и др.] // Практическая медицина. – 2012. – № 3 (58). – С. 185-193.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИКОРМОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ И СОМОВЫХ РЫБ

В. К. Пестис¹, Н. П. Дмитривич², Т. В. Козлова¹, Н. А. Кузнецов¹

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – УО «Полесский государственный университет»

г. Пинск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225710, г. Пинск,

ул. Днепровской флотилии, 23; e-mail: dmitrovich.n@polessu.by)

Ключевые слова: комбикорм, суспензия хлореллы, жмых рапса, жмых сафлора, ленский осетр, клариевый сом.

Аннотация. Проведенные исследования выявили возможность замены импортных комбикормов отечественными аналогами и получения экономии денежных средств при производстве качественной рыбной продукции. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных комбикормов для осетровых и сомовых рыб показал значительное сходство по питательности. Экономия денежных средств с учетом приростов рыб при использовании отечественного комбикорма с добавлением суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора составила 15,01 BYN на 1 кг прироста молоди ленского осетра и 1,04 BYN на 1 кг прироста молоди клариевого сома по сравнению с импортными комбикормами производителей «Le Gouessant» и «Aller Aqua» соответственно.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF DOMESTIC AND FOREIGN MIXED FODDERS FOR STURGEON AND CATFISH

V. K. Pestis¹, N. P. Dmitrovich², T. V. Kozlova¹, N. A. Kuznetsov¹

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – EI «Polessky State University»

Pinsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 225710, Pinsk, 23 Dnieper

Flotilla st.; e-mail: dmitrovich.n@polessu.by)

Key words: mixed feeders, suspension of chlorella, rapeseed cake, safflower cake, Lena sturgeon, African catfish.

Summary. The conducted studies have revealed the possibility of replacing imported mixed feeders with domestic analogues and obtaining cash savings in the production of high-quality fish products. A comparative analysis of domestic and foreign

mixed fodders for sturgeon and catfish showed significant similarity in nutritional value. Saving money, taking into account the growth of fish when using domestic mixed fodder with the addition of a suspension of chlorella, rapeseed cake and safflower cake, amounted to 15,01 BYN per 1 kg of growth of juvenile Lena sturgeon and 1,04 BYN per 1 kg of growth of juveniles of African catfish in comparison with imported mixed fodders manufacturers «Le Gouessant» and «Aller Aqua» respectively.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Решение проблемы продовольственной безопасности и улучшения качества питания и здоровья человека невозможно без использования продукции аквакультуры. Дальнейшее совершенствование и развитие аквакультуры в современном мире связано со снижением кормовых потерь посредством улучшения состава кормов и технологий кормления. При этом немаловажное значение имеет уменьшение количества или же полная замена антибиотиков в комбикормах на пробиотики [1].

Отечественные комбикорма, предлагаемые для выращивания ценных видов рыб, зачастую не способны в полной мере удовлетворить их физиологические потребности, в связи с чем снижается эффективность работы рыбоводных предприятий. Поэтому при разработке и совершенствовании рецептуры комбикормов отечественного производства для осетровых и сомовых рыб необходимо опираться на использование недорогих, доступных и эффективных компонентов.

Как известно, комбикорма для молоди осетровых рыб должны содержать в своем составе 45-55 % протеина, 16-20 % жира и 6-12 % углеводов, а комбикорма для молоди клариевого сома – 40-50 % протеина, 14-20 % жира и 5-10 % углеводов [2]. Для пополнения рациона животных протеином возможно применение таких компонентов, как жмых рапса (30-32 % протеина и 8-11 % жира) и жмых сафлора (19-53 % протеина и 6-7 % жира) [3, 4]. Также в современном мире при производстве комбикормов широко применяют водоросли, в т. ч. хлореллу. Ее использование объясняется наличием в составе белка всех незаменимых аминокислот, большого количества витаминов и микроэлементов, поэтому введение в комбикорма способствует нормализации обмена веществ, укреплению иммунитета, росту естественной полезной микрофлоры у рыб [5]. В связи с этим использование суспензии хлореллы в отечественных комбикормах позволит отказаться от импортных аналогов и снизить себестоимость производства ценных видов рыб.

Цель работы – анализ эффективности применения отечественных комбикормов, содержащих суспензию водоросли хлореллы и жмыхи масличных культур, и зарубежных комбикормов для кормления осетровых и сомовых рыб с целью импортозамещения.

Материалы и методика исследований. Объектами исследований являлись африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus* (Burchell)) и ленский осетр (*Acipenser baeri* Brandt). В качестве ингредиентов для усовершенствования рецептур отечественных комбикормов использовали суспензию водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи рапса обыкновенного (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.). Рыб выращивали в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) на базе аквариальной лаборатории УО «ПолесГУ», при этом температура воды и гидрохимические показатели находились в пределах рыбоводных норм, рекомендуемых для выращивания данных видов.

Анализ химического состава и питательности отечественных и зарубежных комбикормов для осетровых и сомовых рыб производили на базе научно-исследовательской лаборатории УО «ГТАУ».

Результаты исследований и их обсуждение. На основании изучения потребностей молоди осетровых и сомовых рыб в основных питательных веществах были разработаны рецептуры для совершенствования отечественных комбикормов, произведенных на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод».

Для молоди осетровых рыб комбикорма изменяли путем добавления 2 % жмыха рапса и 3 % жмыха сафлора красильного на килограмм массы комбикорма (опытный комбикорм № 2); 3 % суспензии хлореллы, 2 % жмыха рапса и 3 % жмыха сафлора красильного на килограмм массы комбикорма (опытный комбикорм № 3). В опытный комбикорм № 1 не вносили суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептуры разработанных отечественных комбикормов для осетровых рыб (% в рецептуре)

Состав	Опытный комбикорм		
	№ 1	№ 2	№ 3
Мука рыбная кормовая	46,5	61,0	61,0
Жир рыбий	7,8	10,2	10,2
Жмых рапса	–	2,0	2,0
Мука кормовая животная (2-й сорт)	1,5	1,5	1,5
Черный пищевой альбумин	5,5	5,5	5,5
Ракушка	6,0	6,0	5,0
Мука пшеничная (1-й сорт)	14,7	8,3	6,3
Суспензия хлореллы	–	–	3,0
Жмых сафлора	–	3,0	3,0
Лигнобонд	1,5	1,5	1,5
Премикс Д-ПК-100 Б20 НГР-3	1,0	1,0	1,0
Мука (3-й сорт сария)	15,5	–	–
Всего	100	100	100

Жмыхами рапса, сафлора красильного и суспензией хлореллы в рецептуре опытных комбикормов заменяли такие компоненты, как ракушка, мука пшеничная (1-й сорт) и мука (3-й сорт сария).

После производства опытной партии каждого из видов отечественных комбикормов определяли их питательность, а также питательность комбикорма зарубежного производства (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели питательности отечественных и зарубежных комбикормов для осетровых рыб (%)

Наименование показателя	Опытный комбикорм			«Le Gouessant» (T-Sturgeon Grower-sink)
	№ 1	№ 2	№ 3	
Сырой протеин	42,52	42,53	45,22	47,19
Сырой жир	15,63	18,43	17,38	9,96
Сырая клетчатка	2,07	4,11	4,22	4,33
Сырая зола	12,96	12,60	11,51	10,80
БЭВ	16,29	13,66	12,15	20,72
Кальций	2,50	2,69	2,15	0,56
Фосфор	0,76	0,64	0,67	2,16
Сухое вещество	89,46	91,33	90,49	93,00
Влажность	10,54	8,67	9,51	7,00

По питательности отечественные комбикорма соответствовали потребностям молоди осетровых рыб. Установлено, что по содержанию сырого протеина и сырого жира опытный комбикорм № 3 превосходил опытные комбикорма № 1 и № 2, но несколько уступал импортному комбикорму. В составе данного комбикорма также отмечено большее количество сырого жира (в 1,74 раза), чем в комбикорме зарубежного производителя. В составе комбикорма фирмы «Le Gouessant» отмечено максимальное количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 20,72 % и фосфора – 2,16 %. Таким образом, по питательности отечественные комбикорма имели значительное сходство с комбикормами импортного производства.

Для совершенствования состава отечественных комбикормов для молоди сомовых рыб в базовую рецептуру опытного комбикорма № 1 добавляли 3 % жмыха рапса и 3 % жмыха сафлора красильного на килограмм массы комбикорма и получали опытный комбикорм № 2, а при добавлении 3 % суспензии хлореллы, 3 % жмыха рапса и 3 % жмыха сафлора красильного к базовой рецептуре опытного комбикорма № 1 получали опытный комбикорм № 3 (таблица 3).

Таблица 3 – Рецептуры разработанных отечественных комбикормов для сомовых рыб (% в рецептуре)

Состав	Опытный комбикорм		
	№ 1	№ 2	№ 3
Мука рыбная кормовая	58,0	58,0	55,0
Жир рыбий	7,0	7,0	7,0
Жмых рапса	–	3,0	3,0
Черный пищевой альбумин	5,0	5,0	5,0
Ракушка	4,0	4,0	4,0
Мука пшеничная (1-й сорт)	23,5	17,5	17,5
Суспензия хлореллы	–	–	3,0
Жмых сафлора	–	3,0	3,0
Лигнобонд	1,5	1,5	1,5
Премикс Д-ПК-100 Б20 НГР-3	1,0	1,0	1,0
Всего	100	100	100

Жмыхами рапса обыкновенного, сафлора красильного и суспензией хлореллы в рецептуре комбикормов заменяли следующие компоненты: мука рыбная и мука пшеничная (1-й сорт).

Проведенный химический анализ отечественных и импортного комбикормов показал их некоторую схожесть по питательности (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели питательности отечественных и зарубежных комбикормов для сомовых рыб (%)

Наименование показателя	Опытный комбикорм			«Aller Aqua» (Bronze)
	№ 1	№ 2	№ 3	
Сырой протеин	40,52	41,87	43,15	44,79
Сырой жир	15,15	15,71	15,95	13,38
Сырая клетчатка	0,87	0,73	0,54	4,64
Сырая зола	10,26	10,34	10,83	5,43
БЭВ	23,55	22,90	24,02	22,12
Кальций	1,81	1,76	1,29	0,86
Фосфор	0,74	0,81	0,83	1,04
Сухое вещество	90,34	90,82	93,96	90,37
Влажность	9,66	9,18	6,04	9,63

По содержанию сырого протеина опытный комбикорм № 3 превосходил опытные комбикорма № 1 и № 2, но несколько уступал импортному. Количество сырого жира в опытном комбикорме № 3 было максимальным – 15,95 %, в отличие от комбикорма импортного производства, в котором его содержание было ниже, чем необходимое для сомовых рыб. Однако в составе импортного комбикорма отмечено большее количество сырой клетчатки. В целом, сравнительный анализ отечественных комбикормов и зарубежного позволил выявить значительное сходство по питательности, что свидетельствовало о возможности решения проблемы импортозамещения.

После производства опытной партии отечественных усовершенствованных комбикормов было осуществлено кормление ленского осетра и клариевого сома, содержащихся в установках замкнутого водообеспечения. При проведении опыта соблюдали нормативные требования к качеству воды в рыбоводных емкостях в зависимости от конкретного вида рыб. На протяжении опытов по кормлению рыб также следили за их физиологическим состоянием (биохимическим составом крови), о чем имеется информация в опубликованной ранее работе [6]. Кроме того, проводили определение стандартных рыбоводных показателей темпа роста рыб, таких как масса в начале и в конце опыта, абсолютный и относительный приросты, выживаемость и кормовой коэффициент [7-10]. Как показали результаты определения основных показателей роста и физиологического состояния, отечественные комбикорма с усовершенствованными рецептурами не оказывали негативного влияния на организм осетровых и сомовых рыб.

На основании полученных данных выявлена возможность расчета экономической эффективности применения отечественных комбикормов с усовершенствованной рецептурой. Так, стоимость всех разработанных отечественных комбикормов составляла на период исследований 3,00 BYN/кг, а импортных кормов для молоди данных видов рыб фирм «Aller Aqua» (Bronze) – 3,50 BYN/кг и «Le Gouessant» (T-Sturgeon Grower-sink) – 11,00 BYN/кг [11]. Исходя из этого и с учетом кормовых коэффициентов комбикормов, применявшихся в опытах, рассчитывали затраты на кормление рыб и экономию денежных средств на 1 кг прироста рыбы (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность применения отечественных и зарубежных комбикормов

Комбикорм	Кормовой коэффициент, ед.	Стоимость 1 кг прироста, BYN
Ленский осетр		
Опытный комбикорм № 1	2,75	8,25
Опытный комбикорм № 2	2,32	6,96
Опытный комбикорм № 3	1,89	5,67
«Le Gouessant»	1,88	20,68
Клариевый сом		
Опытный комбикорм № 1	1,52	4,56
Опытный комбикорм № 2	1,51	4,53
Опытный комбикорм № 3	1,38	4,14
«Aller Aqua»	1,48	5,18

Таким образом, совершенствование рецептуры комбикорма для молоди ленского осетра с использованием в составе суспензии хлопья, жмыхов рапса и сафлора позволило получить максимальную

экономии денежных средств среди применявшихся опытных комбикормов. Кроме того, стоимость 1 кг прироста рыбы при применении данного комбикорма была в 3,65 раза ниже, чем при кормлении комбикормом зарубежного производителя «Le Gouessant».

Подобные результаты получены и в опыте по выращиванию молоди клариевого сома. За счет того, что кормовой коэффициент опытного комбикорма № 3 был самым низким, экономия денежных средств составила 1,04 BYN на 1 кг прироста молоди клариевого сома, т. е. ниже в 1,25 раза по сравнению с импортным комбикормом производителя «Aller Aqua».

Закключение. Усовершенствованные отечественные комбикорма по питательности способны полностью обеспечить потребности молоди ленского осетра и клариевого сома в период их интенсивного роста и развития. Таким образом, результаты сравнительного анализа эффективности применения отечественных и зарубежных комбикормов позволили сделать вывод о возможности импортозамещения и экономии денежных средств при производстве качественной рыбной продукции.

Работа проведена за счет средств бюджета Республики Беларусь в рамках Государственной программы научных исследований по договору № 71-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adhesion of inactivated probiotic strains to intestinal mucus / A. Ouweland [et al.] // Lett. Appl. Microbiol. Jul. – 2000 – v. 31(1). – P. 326-328.
2. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
3. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки: справочник / И. В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
4. Пономаренко, Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах / Ю. А. Пономаренко; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: Экоперспектива, 2007. – 960 с.
5. Рекомендации по применению кормовой добавки «Суспензия хлореллы» для сельскохозяйственных животных и птиц / Ю. А. Пономаренко [и др.]. – МИНСК, 2009. – 32 с.
6. Козлова, Т. В. Влияние новых растительных компонентов комбикормов на биохимические показатели крови ленского осетра (*Acipenser baeri* (Brandt)) / Т. В. Козлова, Н. П. Дмитриевич // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук: навука-практычны журнал. – 2023. – № 1. – С. 54-60.
7. Выращивание молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) с применением комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур / Т. В. Козлова [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство: научно-практический журнал. – 2021. – № 9. – С. 50-63.
8. Дмитриевич, Н. П. Применение новых компонентов в комбикормах для молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитриевич // Вестн. Полес. гос. ун-та. Сер. прир. наук. – 2022. – № 1. – С. 48-54.
9. Козлова, Т. В. Использование в комбикормах суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) / Т. В. Козлова

// Животноводство и ветеринарная медицина: науч.-практ. журн. – 2021. – №3(42). – С. 12-15.

10. Совершенствование рецептуры комбикормов для клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) путем введения суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур / Н. П. Дмитриевич [и др.] // Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов V международной научно-практической конференции, Пинск, 25–26 ноября 2021 г. / Министрство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2021. – С. 70-74.

11. Выращивание молоди ценных видов рыб при использовании комбикормов, содержащих суспензию водоросли и жмыхи масличных культур: рекомендации / Т. В. Козлова [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2021 г. – 19 с.

УДК 636.2.033:575.174.015.3(043)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА ЧИСТОПОРОДНЫХ БЫКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА GDR- л -ФУКОЗОСИНТЕТАЗА (TSTA3) В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В. К. Пестис, П. В. Пестис

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** абердин-ангусская порода, чистопородные животные, генотип, живая масса, среднесуточные приросты, абсолютные приросты живой массы.*

***Аннотация.** Оценка ассоциированного влияния гена GDR-л-фукозосинтеза (TSTA3) на показатели роста чистопородных быков абердин-ангусской породы показала, что наиболее высокую живую массу и среднесуточные приросты имели гомозиготные по гену TSTA3 животные генотипа TSTA3^{BB}.*

CHARACTERISTICS OF GROWTH INDICATORS OF PURE-BREED ABERDENE-ANGUS BULLS WITH DIFFERENT GENOTYPES OF THE GDR-L-FUCOSE SYNTHASE (TSTA3) GENE IN THE POST-NATAL PERIOD

V. K. Pestis, P. V. Pestis

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** aberdeen-angus breed, purebred animals, genotype, live weight, average daily gains, absolute live weight gains.*

Summary. *An assessment of the associated effect of the GDR gene-I-fucose synthetase (TSTA3) with the growth rates of purebred bulls of the Aberdeen Angus breed showed that the highest live weight and average daily gains were homozygous for the gene TSTA3 genotype animals TSTA3^{BB}.*

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Ускоренное развитие мясного скотоводства сегодня следует рассматривать как проблему государственного значения, решение которой позволит в интересах всего населения в перспективе удовлетворить платежеспособный спрос на говядину за счет отечественного производства. Объемы реализации крупного рогатого скота на убой сокращаются, и перспектив их роста в ближайшее время без применения кардинальных мер не ожидается. Основным источником поступления говядины в стране остается молочное животноводство [1], поэтому сегодня в стране ведется большая работа по наращиванию мясного поголовья. Однако развитие мясного скотоводства предусматривает не только увеличение объемов производства мяса, но и улучшение его качества. На эффективность производства продукции животноводства оказывают влияние множество факторов, одним из наиболее значительных является генетический потенциал животных, используемых в племенной работе [2, 3], и определенные условия кормления.

Как известно, производство говядины от животных специализированных мясных пород осуществляется в два этапа: выращивание телят на подсосе и в послеоъемный период. Такой способ выращивания телят, полученных от родителей специализированных мясных пород, считается наиболее приемлемым для отрасли, он отвечает в большей мере требованиям производства высококачественной говядины и обеспечивает высокие среднесуточные приросты [1]. Важнейшим показателем энергии роста является живая масса быков, которая позволяет косвенно прижизненно оценить рост животных и их последующую мясную продуктивность. Изменения показателей роста позволяют судить о потребностях организма в питательных веществах и энергии, о характере их использования, о затратах кормов на единицу продукции и, в конечном итоге, об экономической эффективности выращивания откармливаемых быков. Известно, что жвачные животные лучше переваривают корма богатые клетчаткой благодаря микрофлоре преджелудков. При этом большое значение имеет создание благоприятных условий для размножения полезных бактерий и простейших в рубце жвачных. Поэтому долгое время считалось, что кормление играет решающую роль в формировании микрофлоры кишечника [2, 3].

Генетическое усовершенствование существующих пород животных — длительный и трудоемкий процесс, т. к. большинство

экономически значимых показателей имеют полигенную природу, т. е. определяются многими генами. Маркерная селекция в качестве дополнительного метода может стать мощным инструментом селекционного отбора животных, характеризующихся желательными показателями продуктивности. Применение маркерной селекции возможно с целью сокращения временного интервала на выявление животных-носителей желательных аллелей по контролируемым или улучшаемым признакам. Использование информативных ДНК-маркеров позволяет вести отбор в раннем возрасте по признакам, сцепленным с полом или проявляющимся в зрелом возрасте, а также характеризующимся полигенной природой наследования [4, 8].

Развитие маркерной селекции в мясном скотоводстве позволяет вести отбор по признакам, сцепленным с полом, проявляющимся в раннем и зрелом возрасте, а также характеризующимся полигенным наследованием (мясные качества, резистентность к заболеваниям и др.) [4]. Использование ДНК-диагностики по маркерным генам актуально для признаков, на которые большое влияние оказывают паратипические факторы. К таким признакам относятся: плодовитость у свиней, показатели молочной и мясной продуктивности у крупного рогатого скота и др. [5, 6]. Одним из генов, оказывающим влияние на многие количественные и качественные признаки, является ген GDR-л-фукозосинтетаза (TSTA3). Он участвует в метаболизме фукозы, а также в передаче сигналов об усилении выработки слюны, что приводит к повышению pH рубца и изменению его содержимого [7].

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что определенный интерес представляет изучение влияния различных аллельных форм гена TSTA3 на показатели динамики живой массы и среднесуточных приростов при одинаковых условиях кормления и содержания у животных одной породы.

Целью исследований явилось изучение динамики живой массы и среднесуточных приростов у чистопородных быков абердин-ангусской породы в постнатальный период развития в зависимости от полиморфизма гена GDR-л-фукозосинтетаза (TSTA3).

Материал и методы исследований. Исследование проводили в РСУП «Олекшицы» Берестовицкого района Гродненской области. Для исследования использовали биологический материал (ушной выщип) от чистопородных быков абердин-ангусской породы. ДНК-генотипирование животных по гену TSTA3 проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрационных фрагментов (ПДРФ) в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «ГГАУ».

Для изучения особенностей роста чистопородных абердин-ангусских быков при рождении в РСУП «Олекшицы» были сформированы три опытных группы с разными аллельными вариантами по гену TSTA3: в первую группу вошли животные с генотипом TSTA3^{AA}, во вторую – с генотипом TSTA3^{AB}, в третью – с генотипом TSTA3^{BB}. В каждой группе содержалось по 15 одновозрастных быков. Условия кормления и содержания животных были одинаковыми в соответствии с зоотехническими нормами и технологией, принятой в хозяйстве. На протяжении 16 месяцев (продолжительность опыта) ежемесячно проводили учет живой массы с расчетом абсолютных и среднесуточных приростов.

Селекционно-генетические параметры определяли методами вариационной статистики (Рокицкий П. Ф. [9]), используя компьютерную программу Microsoft Excel. Для обозначения уровня значимости (P) использовали следующие обозначения: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Результаты исследований и их обсуждение. Динамика живой массы чистопородных абердин-ангусских быков, различающихся по аллельным вариантам гена GDR-л-фукозосинтетаза (TSTA3) представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика живой массы подопытных быков ($M \pm m$), кг

Возраст, мес	Генотип		
	TSTA3 ^{AA} (n = 15)	TSTA3 ^{AB} (n = 15)	TSTA3 ^{BB} (n = 15)
При рождении	27,3 ± 0,31	27,4 ± 0,25	27,9 ± 0,30
6	210,5 ± 1,46	216,5 ± 2,61*	218,0 ± 1,73***
12	415,7 ± 3,58	417,2 ± 2,68	430,7 ± 3,05**
15	519,6 ± 3,92	536,6 ± 5,78**	553,3 ± 6,42***
16	566,7 ± 4,62	579,3 ± 6,09	599,9 ± 6,95**

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что по живой массе чистопородные абердин-ангусские быки с различными генотипами гена TSTA3 при рождении существенных различий не имели: 27,3-27,9 кг ($P > 0,05$). В 6-месячном возрасте наиболее высокий показатель живой массы имели быки генотипа TSTA3^{BB} – 218,0 ± 1,73 кг, что на 1,5 кг (0,7 %) и 7,5 кг (3,6 %) соответственно выше, чем у сверстников генотипов TSTA3^{AB} и TSTA3^{AA} ($P < 0,01$). В 12-месячном возрасте живая масса быков генотипа TSTA3^{BB} превосходила аналогичный показатель сверстников генотипа TSTA3^{AB} на 13,5 кг (3,2 %; $P > 0,05$), а генотипа TSTA3^{AA} – на 15,0 кг (3,6 %; $P < 0,01$). В 15-месячном возрасте живая масса гомозиготных по гену TSTA3 чистопородных абердин-ангусских быков генотипа TSTA3^{BB} составила 553,3 ± 6,42, что на 16,7 кг, или 3,1 % ($P < 0,05$), выше по сравнению с гетерозиготными по гену TSTA3 быками генотипа TSTA3^{AB} и на 33,7 кг,

или 6,5 % ($P < 0,001$), по сравнению с быками генотипа TSTA3^{AA}. Необходимо отметить, что гетерозиготные по гену TSTA3 быки генотипа TSTA3^{AB} превышали по живой массе сверстников генотипа TSTA3^{AA} на 17 кг, или 3,3 % ($P < 0,01$). При сдаче на ОАО «Волковысский мясокомбинат» в возрасте 16 месяцев живая масса гомозиготных по гену TSTA3 быков генотипа TSTA3^{BB} составила $599,9 \pm 6,95$ кг, что соответственно на 20,6 кг, или 3,6 % ($P > 0,05$), и 33,2 кг, или 5,9 % ($P < 0,01$), выше по сравнению со сверстниками альтернативных генотипов TSTA3^{AB} и TSTA3^{AA}.

Наиболее точным показателем интенсивности увеличения живой массы исследуемых быков являются среднесуточные приросты, которые определяются отношением абсолютного прироста к продолжительности периода выращивания.

В таблице 2 представлена динамика среднесуточных приростов живой массы за период выращивания чистопородных абердин-ангусских быков с различными генотипами гена TSTA3 от рождения до 16-месячного возраста.

Таблица 2 – Динамика среднесуточных приростов живой массы подопытных быков ($M \pm m$), г

Возрастной период, мес	Генотип		
	TSTA3 ^{AA} (n = 15)	TSTA3 ^{AB} (n = 15)	TSTA3 ^{BB} (n = 15)
0-6	$1001,5 \pm 7,30$	$1033,2 \pm 13,91^*$	$1038,6 \pm 8,95^{***}$
6-12	$1121,3 \pm 18,31$	$1116,3 \pm 15,92$	$1163,2 \pm 15,96$
12-15	$1163,1 \pm 22,89$	$1322,0 \pm 54,31^{**}$	$1344,1 \pm 45,94^{***}$
15-16	$1453,8 \pm 20,12$	$1424,4 \pm 18,19$	$1511,1 \pm 20,81^*$
0-16	$1107,7 \pm 10,31$	$1139,3 \pm 13,19$	$1177,8 \pm 17,82^{**}$

Анализируя полученные данные, видно, что в возрастной период от рождения до 6-месячного возраста среднесуточный прирост чистопородных абердин-ангусских быков с различными генотипами гена TSTA3 составил $1001,5 \pm 7,30$ - $1038,6 \pm 8,95$ г ($P < 0,01$). С 6- до 12-месячного возраста в группе быков с генотипом TSTA3^{BB} среднесуточный прирост составил $1163,2 \pm 15,96$ г, что на 46,9 г, или 4,2 % ($P > 0,05$), и на 41,9 г, или 3,7 % ($P > 0,05$), соответственно выше по сравнению со сверстниками генотипов TSTA3^{AB} и TSTA3^{AA}. В период с 12 до 15 месяцев также самые высокие среднесуточные приросты живой массы были у чистопородных абердин-ангусских гомозиготных по гену TSTA3 быков генотипа TSTA3^{BB} – $1344,1 \pm 45,94$ г, что на 22,1 г, или 1,7 % ($P > 0,05$), выше по сравнению с животными генотипа TSTA3^{AB} и на 178,0 г, или 15,6 % ($P < 0,001$), выше, чем у сверстников генотипа TSTA3^{AA}. Различия по живой массе установлены также между гетерозиготными по гену TSTA3 быками генотипа TSTA3^{AB} и животными

генотипа TSTA3^{AA}. Так, разница по приростам живой массы между ними составила 158,9 кг, или 13,7 % ($P < 0,01$). Самые высокие среднесуточные приросты у всех исследуемых быков наблюдались в возрасте 15-16 месяцев, т. е. перед сдачей на мясокомбинат. У гомозиготных по гену TSTA3 быков генотипа TSTA3^{BB} прирост составил $1511,1 \pm 20,81$ г, что соответственно на 86,7 г, или 6,1 % ($P < 0,01$), и 57,3, или 4,0 % ($P > 0,05$), выше по сравнению с животными генотипов TSTA3^{AB} и TSTA3^{AA}. Если проанализировать величину среднесуточных приростов у быков с различными генотипами гена TSTA3 за весь период выращивания, т. е. от рождения до сдачи на мясокомбинат (16 мес), то можно констатировать, что у гомозиготных по гену TSTA3 быков генотипа TSTA3^{BB} он составил $1177,8 \pm 17,82$ г, что на 38,5 г, или 3,4 % ($P > 0,05$), и на 70,1 г, или 6,3 % ($P < 0,01$), выше по сравнению со сверстниками альтернативных генотипов.

Закключение. Таким образом, оценка ассоциированного влияния гена GDR-л-фукозосинтетаза (TSTA3) на показатели роста чистопородных быков абердин-ангусской породы показала, что наиболее высокую живую массу и среднесуточные приросты имели гомозиготные по гену TSTA3 животные генотипа TSTA3^{BB}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрушко, С. А. Мясоному скотоводству – быть! / С. А. Петрушко, И. Петрушко, В. Сидорович // Аграр. Экономика – 2009. – № 10. – С. 64-65.
2. Разведение и селекция сельскохозяйственных животных: учебник для вузов / Е.Я. Лебедько [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021 – 268 с.
3. Зубко, И. Г. Особенности роста и мясная продуктивность быков различных генотипов / И. Г. Зубко, Л. А. Танана, И. С. Петрушко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2014. – Т. 26. – С. 93-95.
4. Spelman, R. J. Genetic and economic responses for within-family markers-assistent selection in dairy cattle breeding schemes / R. J. Spelman, D. J. Garrick // J. of Science. – 1998. – Vol. 81, № 11. – P. 2942-2950.
5. Генетический полиморфизм генов-кандидатов мраморности мяса и липидного метаболизма крупного рогатого скота / П. В. Ларионова [и др.] // Науч. тр. ВИЖа / Всерос. гос. науч.-ислед. ин-т животноводства. – Дубровицы, 2005. – Вып. 63, т. 2. – С. 165-166
6. Генофонды сельскохозяйственных животных. Генетические ресурсы животноводства России / И. Г. Моисеева [и др.]; отв. ред. И. А. Захаров. – М.: Наука, 2006. – 468 с.
7. Использование генофонда герефордской и абердин-ангусской пород для производства высококачественного мясного сырья / Л. А. Танана [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 180 с.
8. Показатели мясной продуктивности абердин-ангус х черно-пестрых быков в зависимости от генотипов по генам тиреоглобулина (TG5), кальпаина (CAPN1) и миостатина (MSTN) / Н. А. Сонич [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 – Т. 44. – С. 226-235.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика: учеб.пособие для биол. фак. ун-тов / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.

КАЧЕСТВО МЯСО-САЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕСОВЫХ КОНДИЦИЙ

А. С. Петрушко¹, А. Ч. Бурнос¹, Д. Н. Ходосовский¹, А. А. Хоченков¹,
Т. А. Матюшонок¹, И. И. Рудаковская¹, О. М. Слинько²

¹ – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222163,

г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: petrushko71@list.ru);

² – ГП «Совхоз-комбинат «Заря»

аг. Гурины, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 247781,

Гомельская область, Мозырский район, аг. Гурины, e-mail:

zaryu_mozyr@mail.ru)

Ключевые слова: свиньи, молодняк на откорме, сдаточная масса, физико-химические показатели, активная кислотность.

Аннотация. В статье рассматриваются показатели качества мясо-сальной продукции молодняка свиней различных весовых кондиций. В результате проведенных исследований изучены физико-химические показатели качества мясо-сальной продукции, полученной от откормочного молодняка свиней в зависимости от возраста и реализационной массы. В ходе проведенных исследований установлено, что величина pH за сутки после убоя в различных частях туши снизилась на 0,03-0,46 ед. и составила в передней части 5,87-6,21, а в средней и задней – 5,71-6,17 и 5,73-6,18 ед. соответственно, что было в пределах нормы. При проведении физико-химических исследований выявлено, что по влагоудерживающей способности наблюдается превосходство группы со сдаточной массой 120-140 кг над особями со сдаточной массой 80-100 и 100-120 кг и составило 17,9 и 15 % соответственно. По интенсивности окраски наблюдается превосходство животных со сдаточной массой 100-120 кг над сверстниками с массой 120-140 и 80-100 кг – на 1,3 и 6,7 ед. экстинкции. Наименьшие потери мясного сока при нагревании наблюдались в группе со сдаточной массой 120-140 кг – на 3,5-4 %.

QUALITY OF MEAT-LARD PRODUCTS OF YOUNG PIGS OF DIFFERENT WEIGHT CATEGORIES

A. S. Petrushko¹, A. C. Burnos¹, D. N. Hodosovskiy¹, A. A. Khochenkov¹,
T. A. Matyushonok¹, I. I. Rudakovskaya¹, O. M. Slinko²

¹ – RUE «Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze Str.; e-mail: petrushko71@list.ru);

² – SE «Combine state farm «Zarya»

at. Guriny, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Mozyr district, Gomel region, 247781, at. Guriny, e-mail: zarya_mozyr@mail.ru)

Key words: pigs, young fattening pigs, delivery weight, physical and chemical indicators, active acidity.

Summary. The paper discusses the quality indicators of meat-lard products of young pigs of different weight categories. As a result of our research, physical and chemical indicators of the quality of meat-lard products obtained from young fattening pigs depending on the age and selling weight were studied. The research showed that the pH value decreased by 0,03-0,46 units in various parts of the carcass in one day after slaughter. It was 5,87-6,21 in the front part, 5,71-6,17 and 5,73-6,18 units in the middle and back, respectively, which was within the normal range. Physical and chemical studies revealed that the group having a delivery weight of 120-140 kg surpassed individuals having a delivery weight of 80-100 and 100-120 kg in terms of water-holding capacity by 17,9 and 15 %, respectively. As for color intensity, the animals having a delivery weight of 100-120 kg were superior to their herd mates weighing 120-140 and 80-100 kg by 1,3 and 6,7 units of extinction. The minimal loss of meat juice upon the application of heat was observed in the group having a delivery weight of 120-140 kg – by 3,5-4 %.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Свиноводство является одной из важнейших отраслей по производству мясной продукции. В последние годы наблюдается значительный рост производства и переработки свинины. Функционально-технологические характеристики свинины достаточно часто варьируют в широком диапазоне. При этом использование мясоперерабатывающими предприятиями свинины с низкими функционально-технологическими характеристиками приводит не только к существенным потерям при производстве готовой продукции, но и снижению ее качества. Поскольку качество свинины зависит от множества факторов (например, морфологического состава, цветовых характеристик, наличия пороков PSE и DFD), его контроль должен быть объективным [1, 2].

Мясо свиней отличается высоким содержанием полноценного и легкоусвояемого белка, незаменимых аминокислот. Коэффициент

эффективности белка у свинины выше, чем у остальных животных, и составляет для свинины 90 %, телятины – 80 %, говядины – 75 %, баранины – 70 %.

Переваримость свинины составляет 90-95 %, свиного жира – 97-98 %. По калорийности съедобной части туши свинина превосходит говядину и баранину почти в два раза (в 1 кг свинины содержится 3160 ккал, говядины – 1870 ккал, баранины – 2030 ккал, крольчатины – 1990 ккал, курятины – 1830 ккал) [3].

Под качеством любого пищевого продукта понимают совокупность его свойств, характеризующих биологическую и пищевую ценность, органолептические, структурно-механические, функционально-технологические, микробиологические и прочие характеристики. Качество пищевого продукта характеризует не только способность продукта удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах, но и отвечать потребительским ожиданиям [4, 5].

Для производителей готовой продукции качество мясного сырья в первую очередь определяется его морфологическим составом, а именно, соотношением мышечной, жировой, соединительной и костной тканей. Морфологический состав зависит от породы, пола, возраста, живой массы, упитанности, особенности разведения, технологии выращивания и откорма, а главное, от генотипа животных [6].

В связи с вышеизложенным наши исследования были направлены на изучение физико-химических показателей качества мясо-сальной продукции, полученной от откормочного молодняка свиней в зависимости возраста и реализационной массы.

Цель работы – изучить качество мясо-сальной продукции молодняка свиней различных весовых кондиций.

Материал и методика исследований. Объектом для исследований являлись двухпородные помеси откормочного молодняка свиней йоркшир х ландрас (ЙхЛ).

По окончании откорма и достижении животными сдаточной массы в пределах 80-100 и 100-120 кг на ОАО «Борисовский мясокомбинат» проводили контрольный убой откормочного молодняка свиней (30 голов). Следует отметить, что животные со сдаточной живой массой 80-100 кг в количестве 15 голов на мясокомбинат поступили из филиала «Клевица» (Березинский район), а их аналоги со сдаточной живой массой 100-120 кг в количестве 15 голов – из филиала «Долгиново» (Вилейский район). Данные предприятия находятся в подчинении УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» ОАО «Минскоблхлебопродукт». Также по окончании откорма и достижении животными сдаточной массы 120-140 кг в убойном цеху ГП «Совхоз-комбинат «Заря»

Мозырского района Гомельской области проводили контрольный убой откормочного молодняка свиней (20 голов).

Для достижения поставленной цели были проведены исследования по изучению показателей качества мясо-сальной продукции молодняка свиней различных весовых кондиций.

Активная кислотность мышечной ткани pH_1 и pH_{24} (через 1 час и 24 часа после убоя животных) передней, средней и задней части туши определялась рН-метром HANNA-HI 83141.

Показатели (интенсивность окраски, влагоудерживающая способность, потери мясного сока при нагревании) определялись в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» согласно утвержденным в установленном порядке методикам на проведение вышеперечисленных исследований.

Физико-химические свойства мяса подопытных животных определялись по следующим показателям:

- интенсивность окраски – по методу Н. Horsney (1957) в модификации D. Fewson и Кирсаммера;
- влагоудерживающая способность – пресс-методом, предложенным R. Grau, R. Hamm в модификации Я. Воловинской, В. Кельман (1972);
- потери мясного сока при нагревании – по методу А. И. Бармаша и Ю. Р. Курганова.

Для определения вышеприведенных показателей были отобраны образцы длиннейшей мышцы спины в количестве 200 г.

Результаты исследований и их обсуждение. При проведении контрольного убоя учитывался такой показатель, как масса парной туши, который составил 91,6 (с/к Заря), 73,9 (ф/л Долгиново) и 61,8 кг (ф/л Клевица) соответственно. Величиной, достаточно полно характеризующей качество мяса, является его рН (активная кислотность). Поскольку величина рН мяса в значительной степени отражает механизм образования пороков свинины, необходимо было установить, как изменяется этот показатель через 1 и 24 часа после убоя свиней. Динамика активной кислотности (рН) мышечной ткани откормочного молодняка свиней в различных частях туши приведена в таблице 1.

Измерение рН мышечной ткани через 1 и 24 часа после убоя показало, что активная кислотность у подопытных свиней не имела достоверных различий, в целом находилась в пределах нормы, и гликолиз мяса во всех тушах происходит нормально. При проведении исследований выявлено, что активная кислотность мяса свиней из совхоза-комбината «Заря» (предубойная масса – 120-140 кг) через 24 часа после убоя

снизилась во всех частях туши на 0,35-0,46 ед. и составила 5,71-5,87 ед. В ходе эксперимента выявлено, что величина рН через 1 час после убоя в передней части туши была выше по сравнению с ее аналогами в средней и задней части на 0,05-0,06 ед. Аналогичная тенденция прослеживается и через 24 часа после убоя, однако в задней части туши наблюдается незначительное превышение над средней частью на 0,02 ед. Все значения рН находились в пределах нормы.

В наших исследованиях установлено, что у свиней, поступивших из филиала «Долгиново» (предубойная масса – 100-120 кг), величина рН за сутки после убоя во всех частях туши снизилась на 0,11-0,3 ед. и составила в передней части 6,08, а в средней и задней – 6,05 ед. соответственно. Следует отметить, что величина рН через 1 час после убоя в задней части туши была выше по сравнению с передней и средней на 0,16-0,12 ед. Однако через сутки после убоя превышение по этому показателю наблюдалось в передней части туши и составило 0,05-0,11 ед. соответственно по сравнению с остальными частями. Все значения рН находились в пределах нормы.

Таблица 1 – Динамика активной кислотности (рН) мышечной ткани откормочного молодняка свиней в различных частях туши

Показатель	Части туши			Разница между максимальным и минимальным значениями рН
	передняя	средняя	задняя	
1	2	3	4	5
Предубойная масса – 120-140 кг				
рН, через 1 час после убоя				
Среднее значение	6,22 ± 0,045	6,17 ± 0,019	6,16 ± 0,018	0,06 ± 0,032
Лимиты	6,05-6,94	6,04-6,31	6,03-6,32	0,27-0,89
рН через 24 часа после убоя				
Среднее значение	5,87 ± 0,042	5,71 ± 0,051	5,73 ± 0,053	0,31 ± 0,040
Лимиты	5,65-6,42	5,39-6,07	5,27-6,22	0,68-0,95
Предубойная масса – 100-120 кг				
рН через 1 час после убоя				
Среднее значение	6,19 ± 0,042	6,23 ± 0,043	6,35 ± 0,051	0,26 ± 0,048
Лимиты	5,94-6,42	5,98-6,58	5,94-6,68	0,48-0,74
рН через 24 часа после убоя				
Среднее значение	6,08 ± 0,047	6,05 ± 0,050	6,05 ± 0,049	0,08 ± 0,014
Лимиты	5,89-6,45	5,84-6,53	5,78-6,49	0,56-0,71

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Предубойная масса – 80-100 кг				
pH через 1 час после убоя				
Среднее значение	6,27 ± 0,040	6,20 ± 0,046	6,27 ± 0,039	0,19 ± 0,035
Лимиты	5,97-6,51	5,88-6,44	6,03-6,54	0,51-0,56
pH через 24 часа после убоя				
Среднее значение	6,21 ± 0,029	6,17 ± 0,031	6,18 ± 0,036	0,12 ± 0,014
Лимиты	6,03-6,36	5,93-6,4	5,94-6,45	0,33-0,51

Наиболее разнообразна картина при оценке активной кислотности у молодняка свиней, поступившего из филиала «Клевица» (предубойная масса – 80-100 кг). Согласно нашим исследованиям, величина pH за сутки после убоя в средней и задней частях туши снизилась лишь на 0,03-0,09 ед. и составила в передней части 6,03, а в средней и задней 5,93 и 5,94 ед. соответственно. Следует отметить, что величина pH через 1 час после убоя в передней и задней части туши была выше по сравнению со средней на 0,07 ед. Вместе с тем через сутки после убоя превышение по этому показателю наблюдалось в передней части туши и составило 0,04-0,03 ед. соответственно по сравнению с остальными частями. Все значения pH находились в пределах нормы.

Физико-химические свойства длиннейшей мышцы спины во многом характеризуют качество свинины как продукта.

Через сутки после убоя из охлажденных полутуш, находящихся в камерах охлаждения (температура – 0-4 °С и влажность – 90 %) выделяли образцы для анализов из поясничной части длиннейшей мышцы спины с целью проведения физико-химических исследований свинины, полученной от животных различных сдаточных масс.

Данные физико-химических свойств мышечной ткани свиней различных сдаточных масс приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические свойства мышечной ткани молодняка свиней различных сдаточных масс

Показатель	Сдаточная масса, кг		
	80-100	100-120	120-140
Влагоудерживающая способность, %	35,8 ± 1,29	38,7 ± 2,85	53,7 ± 1,73
Интенсивность окраски, ед. экт.	63,3 ± 8,16	70,0 ± 3,54	68,7 ± 1,47
Потери мясного сока при нагревании, %	37,6 ± 0,62	38,1 ± 1,71	34,1 ± 1,04

Способность мяса связывать воду и удерживать мясной сок имеет большое значение для длительного хранения мяса и изготовления мясных продуктов, особенно колбасных изделий. Чем выше влагосвязывающая и влагопоглощительная способность мяса, тем сочнее и нежнее получаемая продукция, больше ее выход при кулинарной обработке.

Свинине NOR соответствует влагоудерживающая способность на уровне 53-66 % [7].

В наших исследованиях этот показатель соответствовал норме в группе животных со сдаточной массой 120-140 кг. Превосходство их по этому показателю над аналогами со сдаточной массой 80-100 и 100-120 кг составило 17,9 и 15 % соответственно. Тем не менее и здесь следует отметить превосходство по этому показателю животных с массой 100-120 кг над подсвинками 80-100 кг – 2,9 %.

Цвет мяса является одним из основных признаков его качества для потребителя. Немаловажное значение имеет он и при оценке пригодности мяса для переработки. При высоком уровне кормления и хорошей упитанности животных он интенсивнее – в таком мясе больше миоглобина. Как известно, свежее мясо должно быть привлекательным для покупателей. И в этом плане цвет мяса создает самое первое впечатление о нем. Показатель Гофо, равный 45-54 ед., свидетельствует об удовлетворительном качестве, 55-64 – хорошо и от 65 и выше – очень хорошо. Нормальный цвет мяса у молодняка свиней светло-красный, бледная окраска мяса считается пороком [8].

Наши исследования показали, что более окрашенной была мышечная ткань свиней со сдаточной массой 100-120 кг – на 1,3 и 6,7 ед. экстинкции больше по сравнению со сверстниками со сдаточной массой 120-140 и 80-100 кг соответственно. Также высокую интенсивность окраски мышечной ткани имели подсвинки со сдаточной массой 120-140 кг над аналогами с массой 80-100 кг, превышение по этому показателю составило 5,4 ед.

Более высокие потери мясного сока при тепловой обработке наблюдались у свиней со сдаточной массой 100-120 кг (на 0,5-4 % больше по сравнению со сверстниками других групп). Подсвинки со сдаточной массой 80-100 кг превосходили своих аналогов с массой 120-140 кг по потерям сока при термообработке на 3,5 % соответственно.

Заключение. Изучены физико-химические показатели качества мясо-сальной продукции, полученной от откормочного молодняка свиней в зависимости от возраста и реализационной массы. В ходе проведенных исследований установлено, что величина pH за сутки после убоя в различных частях туши снизилась на 0,03-0,46 ед. и составила в передней части 5,87-6,21, а в средней и задней – 5,71-6,17 и 5,73-6,18 ед. соответственно, что было в пределах нормы. При проведении физико-химических исследований выявлено, что по влагоудерживающей способности наблюдается превосходство группы со сдаточной массой 120-140 кг над особями со сдаточной массой 80-100 и 100-120 кг и составило 17,9

и 15 % соответственно. По интенсивности окраски наблюдается превосходство животных со сдаточной массой 100-120 кг над сверстниками с массой 120-140 и 80-100 кг – на 1,3 и 6,7 ед. экстинкции. Наименьшие потери мясного сока при нагревании наблюдались в группе со сдаточной массой 120-140 кг – на 3,5-4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, А. Л. Оценка качества свинины / А. Л. Алексеев, В. А. Бараников, О. Р. Барило // Все о мясе. – 2009. – № 4. – С. 38-39.
2. Заяс, Ю. Ф. Качество мяса и мясoproдуктов / Ю. Ф. Заяс. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
3. Формирование показателей качества свинины / В. В. Насонова [и др.] // Все о мясе. – 2016. – № 4. – С. 22-26.
4. Копейкина, Л. В. Исследование качества и безопасности свинины / Л. В. Копейкина, Е. В. Ходзицкая // Вестник ТГЭУ. – 2005. – № 2. – С. 54-60.
5. Животова, Т. Ю. Мясные качества свиней различных генотипов и сроков откорма / Т. Ю. Животова, В. А. Бараников, Д. Н. Пилипенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5(103). – С. 96-99.
6. Животова, Т. Ю. Продуктивность, интерьерные особенности и качество мяса в зависимости от генотипа и технологии откорма свиней: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. Ю. Животова. – Волгоград, 2013. – 23 с.
7. Крыштоп, Е. А. Показатели качества и безопасности мясной свинины / Е. А. Крыштоп // Ветеринария Кубани. – 2010. – № 3. – С. 14-17.
8. Чтобы улучшить качество свинины // PigInfo.ru. Информационный портал промышленного свиноводства [Электронный ресурс]. – 2010-2023. – Режим доступа: <https://piginfo.ru/article/chtoby-uluchshit-kachestvo-svininy123/>.

УДК 636.085.622:636.086.1:636.2.084.1

ВКЛЮЧЕНИЕ ДРОБЛЕННОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В РАЦИОН ТЕЛЯТ

В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, И. В. Богданович

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

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,

г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru)

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, дробленое зерно, рационы, продуктивность, эффективность.*

Аннотация. *В данной статье приведены материалы по изучению эффективности включения дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % от массы комбикорма молодняку крупного рогатого скота в возрасте 66-115 дней, оказывающее положительное влияние на потребление кормов, интенсивности роста животных, при снижении затрат кормов и себестоимости продукции. На основании результатов исследований установлено, что использование дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % от массы комбикорма для телят 66-115-дневного возраста способствовало повышению его питательности на*

3,4 % к контрольному значению, энергетической ценности на 3,9 и 5,2 % при снижении содержания протеина на 7,2 и 9,6 % по отношению к контролю. Позволило увеличить среднесуточный прирост живой массы молодняка за период опыта на 4,2 и 5,0 %, (792 и 798 г) при снижении затрат кормов на 2,9 и 4,1 %, себестоимости прироста на 9,9 и 11,4 %.

INCLUSION OF CRUSHED CORN GRAINS IN THE CALVES DIET

V. F. Radchicov, T. L. Sapsaleva, I. V. Bogdanovich

RUE «Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding»
Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,
11 Frunze Str.; e-mail: labkrs@mail.ru)

Key words: young cattle, crushed grain, diets, productivity, efficiency.

Summary. This article presents materials on the study of the effectiveness of the inclusion of Crushed corn grains in the amount of 30 and 40 % of the weight of mixed feed for young cattle aged 66-115 days, which has a positive effect on feed consumption, the intensity of animal growth, while reducing feed costs and production costs. The research showed that the use of crushed corn grain in the amount of 30 and 40 % by weight of compound feed in the diet of calves aged 66-115 days contributed to an increase its nutritional value by 3,4 % to the control value, energy value by 3,9 and 5,2 %, with a decrease in protein content by 7,2 and 9,6 % relative to the control. Allowed to increase in daily live weight gain of young animals for the period of experiment by 4,2 and 5,0 % (792 and 798 g), while reducing the feed consumption by 2,9 and 4,1 %, the cost of gain – by 9,9 and 11,4 percent.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. В отрасли животноводства наибольший удельный вес занимает скотоводство. Производство продукции скотоводства во многом определяет экономическое и финансовое состояние всего агропромышленного комплекса. Одной из наиболее важных и сложных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом, является увеличение производства продукции животноводства [1-3].

Выращивание телят и получение в перспективе из них высокопродуктивный скот зависит от множества факторов: наследственных особенностей, уровня и качества кормления, способов содержания, параметров микроклимата, системы охраны здоровья и других факторов [4-6].

Основы эффективного роста закладываются в первые три месяца с момента рождения, поэтому рацион телят должен быть максимально сбалансированным и полноценным. Организация кормления телят в этот период оказывает существенное влияние на размер, развитие и становление оптимальной микрофлоры рубца. Важно не только увеличить объем рубца, но в первую очередь необходимо оптимальным образом

развить его слизистую оболочку [7, 8]. В молочный период происходит значительная функциональная перестройка органов пищеварения телят, вырабатывается способность усваивать питательные вещества растительных кормов, усиливается белковый, минеральный и водный обмен в организме [9-12].

Длительное кормление теленка молоком и отсутствие твердой пищи приводит к развитию слабого рубца. При поступлении в данный отдел желудка твердых кормов в нем происходит расщепление легкоусвояемых углеводов на масляную и пропионовую кислоты. Они, в свою очередь, способствуют увеличению количества и длины ворсинок, увеличивая площадь всасывающей поверхности желудочно-кишечного тракта, что напрямую влияет на рост и развитие (продуктивность) молодняка [13-15].

Цель работы – изучить эффективность использования зерна кукурузы в дробленном виде в кормлении телят и определить оптимальные нормы его включения в рацион.

Материал и методика исследований. Исследования проведены на 4-х группах телят черно-пестрой породы в возрасте 66-115 дней в течение 50 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, гол.	Живая масса на начало опыта, кг	Особенности кормления
I контрольная	10	78,1	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено силосно-сенажная смесь + комбикорм КР-1, КР-2
II опытная	10	79,9	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1, КР-2 и 30 % дробленого зерна кукурузы
III опытная	10	79,7	ОР + смесь из 60 % комбикорма КР-1, КР-2 и 40 % дробленого зерна кукурузы
IV опытная	10	76,4	ОР + смесь из 50 % комбикорма КР-1, КР-2 и 50 % дробленого зерна кукурузы

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм КР-1, КР-2 (заводского типа), а их аналоги опытных групп потребляли комбикорма с вводом в его состав дробленого зерна кукурузы: 30 %, 40, 50 % по массе.

В ходе исследований изучены следующие показатели: химический состав, питательность и поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, интенсивность роста животных, экономическую эффективность выращивания телят.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Включение дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % по массе в состав комбикорма для телят в возрасте 66-115 дней способствовало повышению его питательности на 3,4 % к контрольному значению, энергетической ценности на 3,9 и 5,2 % при снижении содержания протеина на 7,2 и 9,6 % по отношению к контролю.

Замена части комбикорма дробленным зерном кукурузы в количестве от 30 до 50 % оказала влияние на снижение содержания клетчатки при повышении жира.

При определении эффективности скармливания опытных комбикормов с включением дробленого зерна кукурузы в рационах молодняка проведены контрольные кормления, в результате чего установлено, что поедаемость кормов телятами в научно-хозяйственном опыте между группами оказалась практически одинаковой (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточный рацион телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа							
	I		II		III		IV	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	0,6	5,7	0,6	5,7	0,6	5,7	0,6	5,63
Комбикорм КР-1	0,2	7,6	0,2	7,6	0,2	7,6	0,2	7,81
Комбикорм КР-2	1,75	63,8	1,75	65,4	1,75	65,6	1,75	66,25
Сено разнотравное	0,77	10,2	0,71	9,1	0,66	8,5	0,67	8,44
Силосно-сенажная смесь	1,66	12,7	1,64	12,3	1,68	12,6	1,57	11,88
В 1 кг рациона содержится:								
Кормовых единиц	3,15		3,18		3,17		3,20	
Обменной энергии, МДж	31,66		31,98		32,03		34,37	
Сухого вещества, кг	3,1		3,0		3,0		3,1	
Сырого протеина, г	404,2		375,8		365,1		354,7	
Переваримого протеина, г	314,6		281,2		268,9		232,5	
Сырого жира, г	98,4		106,8		109,6		108,6	
Сырой клетчатки, г	447,4		408,7		393,1		385,2	
Крахмала, г	714,9		837,5		878,0		925,8	
Сахара, г	116,1		121,4		122,7		136,5	
Кальция, г	24,3		19,7		18,1		18,9	
Фосфора, г	12,7		12,5		12,5		12,7	
Меди, мг	30,0		24,1		22,1		23,4	
Цинка, мг	111,0		104,9		102,8		99,0	
Марганца, мг	183,5		166,1		158,2		173,9	
Кобальта, мг	3,94		2,98		2,65		2,32	
Йода, мг	2,5		2,0		1,8		1,7	
Витамина А, тыс. МЕ	61,23		50,26		47,18		22,61	
Витамина Е, мг	162,3		149,0		145,3		143,7	

В рационах молодняка подопытных групп содержалось 3,15-3,20 корм. ед., а концентрация в сухом веществе – на уровне 1,02-1,06 корм. ед. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона подопытных животных составила 10,2-11,1 МДж. Сырого протеина в рационе животных контрольной группы находилось на уровне 130 %, что было выше опытных значений (114-125 %).

Потребление сырого жира на сухое вещество находилось на уровне 3,2 % в контрольном варианте и 3,5-3,7 % в опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг сухого вещества рациона телят контрольной группы составило 14,4 %, в опытных – 12,4-13,6 %.

Для контроля за состоянием здоровья у трех подопытных животных из каждой группы отобраны образцы крови, изучение показателей которой имеет большое значение в оценке полноценности питания и продуктивных качеств животных, поскольку кровь является средой, через которую клетки организма получают из внешней среды все необходимые для жизнедеятельности питательные вещества и выделяют продукты обмена. В зависимости от условий кормления, качественного состава корма, интенсивности роста и ряда других факторов морфологические и биохимические показатели в определенных границах изменяются, при этом сохраняя в определенной степени постоянство внутренней среды.

В ходе проведения научно-хозяйственных исследований на телятах 66-115-дневного возраста по определению влияния использования дробленого зерна на физиологическое состояние и продуктивность подопытных животных в послемолочный период изучали влияние скармливания опытных комбикормов на морфологические и биохимические показатели крови животных.

Скармливание комбикормов с включением 30, 40 и 50 % дробленого зерна кукурузы молодняку крупного рогатого скота не оказала существенного влияния на изучаемые показатели крови животных (таблица 3).

Таблица 3 – Морфо-биохимический состав крови телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	$4,20 \pm 0,24$	$4,36 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,24$	$4,47 \pm 0,29$
Гемоглобин, г/л	$93,00 \pm 3,06$	$95,67 \pm 2,60$	$92,00 \pm 4,62$	$95,67 \pm 2,85$
Лейкоциты, $10^9/л$	$10,20 \pm 0,85$	$9,97 \pm 0,35$	$10,37 \pm 1,36$	$10,37 \pm 0,19$
Общий белок, г/л	$73,23 \pm 0,90$	$75,70 \pm 1,01$	$75,23 \pm 1,19$	$72,90 \pm 1,81$
Глюкоза, ммоль/л	$4,72 \pm 0,12$	$4,69 \pm 0,21$	$4,64 \pm 0,15$	$4,62 \pm 0,18$
Мочевина, ммоль/л	$3,39 \pm 0,29$	$3,35 \pm 0,21$	$3,32 \pm 0,35$	$3,31 \pm 0,27$
Кальций, ммоль/л	$2,46 \pm 0,12$	$2,46 \pm 0,10$	$2,43 \pm 0,05$	$2,41 \pm 0,23$
Фосфор, ммоль/л	$2,70 \pm 0,20$	$2,67 \pm 0,19$	$2,65 \pm 0,16$	$2,65 \pm 0,07$

В результате опыта установлено определенное изменение концентрации общего белка в крови животных. Установлено, что с использованием рационов во II и II опытных группах по отношению к контрольному значению отмечен рост содержания данного показателя на 3,4 и 2,7 %. В крови молодняка IV опытной группы установлено незначительное его снижение по сравнению с контролем, вероятнее всего, что сказалось его меньшее количество в рационе.

На основании результатов исследований крови животных опытных и контрольной групп не отмечено существенной разницы между показателями. Это позволяет судить о безвредном действии дробленого зерна на организм животных.

Изучение динамики роста живой массы подопытных животных в возрасте 66-115 дней показало, что скармливание в составе рационов дробленого зерна различных дозировок (30 и 40 %) положительно отразилось на энергии роста молодняка (таблица 4).

Таблица 4 – Изменение живой массы и среднесуточные приросты молодняка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: в начале опыта	78,1 ± 1,6	79,9 ± 2,4	79,7 ± 1,8	76,4 ± 2,9
в конце опыта	116,1 ± 3,0	119,5 ± 4,6	119,6 ± 3,8	114,1 ± 2,7
Валовой прирост, кг	38,0 ± 2,7	39,6 ± 3,5	39,9 ± 2,8	37,7 ± 2,7
Среднесуточный прирост за опыт, г	760 ± 53,6	792 ± 70,3	798 ± 56,4	754 ± 53,8

Скармливание молодняку комбикормов с вводом дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % взамен основной зерновой части позволило увеличить среднесуточный прирост на 4,2 и 5,0 %. Использование комбикорма с 50 % ввода зерна по массе способствовало незначительному снижению прироста животных, за счет понижения концентрации белка в опытных комбикормах, что повлияло на получение более низкого прироста по отношению к контрольному варианту (на 0,8 %).

Основным направлением повышения экономической эффективности производства продукции животноводства является рост продуктивности животных и снижение себестоимости продукции.

Расчеты экономической эффективности показали, что при увеличении ввода дробленого зерна (кукурузы в количестве 30, 40 и 50 %) в составе комбикормов прослеживается снижение стоимости не только самих опытных комбикормов, рационов, но и себестоимости прироста при увеличении валового прироста молодняка за период исследований. Экономическая эффективность скармливания комбикормов с

различными дозировками дробленого зерна молодняку в возрасте 66-115 дней представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Экономическая эффективность скормливания телятам комбикормов с разным вводом дробленого зерна

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Стоимость зерна кукурузы, руб./т	-	500,0	500,0	500,0
Стоимость комбикорма, руб./кг	0,60	0,57	0,56	0,55
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,14	4,02	3,97	4,24
Затраты кормов за период опыта, корм. ед.	157,5	159,0	158,5	160,0
Стоимость суточного рациона, руб./гол.	2,08	1,96	1,84	1,86
Прирост живой массы за период опыта, кг	38,0	39,6	39,9	37,7
Стоимость 1 корм. ед., руб.	0,66	0,62	0,61	0,58
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	2,74	2,47	2,43	2,47
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	4,22	3,80	3,74	3,80

На основании результатов проведенных исследований установлено, что скормливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 66-115 дней комбикормов с вводом 30 и 40 % дробленого зерна кукурузы по массе позволило не только увеличить прирост живой массы молодняку на 4,2 и 5,0 %, но и снизить стоимость кормовой единицы на 6,1 и 7,9 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 9,9 и 11,4 %. Себестоимость прироста при скормливании комбикормов с вводом дробленого зерна кукурузы 30 и 50 % оказалась практически одинаковой.

Исходя из вышеизложенного, наиболее эффективным при выращивании телят в возрасте 66-115 дней оказалось скормливание рационов, в состав которых включены комбикорма КР-2 с нормой ввода дробленого зерна кукурузы 30 и 40 %.

Закключение. Включение дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % от массы комбикорма молодняку крупного рогатого скота в возрасте 66-115 дней оказывает положительное влияние на потребление кормов, интенсивности роста животных при снижении затрат кормов и себестоимости продукции.

На основании результатов исследований установлено, что использование дробленого зерна кукурузы в количестве 30 и 40 % от массы комбикорма для телят 66-115-дневного возраста способствовало повышению его питательности на 3,4 % к контрольному значению, энергетической ценности на 3,9 и 5,2 % при снижении содержания протеина на 7,2 и 9,6 % по отношению к контролю. Позволило увеличить среднесуточный прирост живой массы молодняку за период опыта на 4,2 и 5,0 %, (792 и 798 г) при снижении затрат кормов на 2,9 и 4,1 %, себестоимости прироста – на 9,9 и 11,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счет местных масличных и бобовых культур / А. М. Глиникова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 212-216.
2. Эффективность скормливания молодняку крупного рогатого скота новой энергетической добавки / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 267-271.
3. Продуктивные и воспроизводительные показатели племенных бычков в зависимости от качества протеина в рационе / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 299-304.
4. Природная кормовая добавка в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 253-257.
5. Регулирование обменной энергии в рационе за счет рапсового масла / А. М. Глиникова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 271-276.
6. 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 Международной научной конференции. – Элиста, 2020. – С. 64-68.
7. Белково-витаминно-минеральные добавки с использованием узколистного люпина и карбамида в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалева [и др.] // Инновационные подходы к развитию устойчивых аграрно-пищевых систем. Материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2022. – С. 22-27.
8. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота в зависимости от содержания в рационе расщепляемого протеина / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 262-267.
9. Природный минеральный сорбент в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 221-225.
10. Разумовский, Н. П. 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 Международной научной конференции. – Элиста, 2020. – С. 79-83.
11. Влияние скормливания экструдированного обогатителя на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 290-294.
12. Богданович, Д. М. Переваримость, использование питательных веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скормливании биологически активной добавки / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // Селекционно-генетические и

технологические аспекты производства продуктов животноводства, актуальные вопросы безопасности жизнедеятельности и медицины. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию юбилею биотехнологического факультета. – 2019. – С. 13-23.

13. Влияние разных способов переработки зерна на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 226-230.

14. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 258-262.

15. Физиологическое состояние и продуктивность телят при скармливании комбикорма кр-1 с включением экструдированного обогатителя / С. Л. Шинкарева [и др.] // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию института. Под редакцией А. Я. Самуйленко. – 2019. – С. 437-441.

УДК 636.2.087.72:546.47

ОРГАНИЧЕСКИЙ ЦИНК В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. Ф. Радчиков¹, А. Н. Кот¹, И. С. Серяков², В. И. Петров²

¹ – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Беларусь (Республика Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru);

² – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Беларусь (Республика Беларусь, 213407, Могилевская обл., г. Горки, Мичурина, 9; e-mail: kancel@baa.by)

Ключевые слова: бычки, рационы, концентрированные корма, минеральный цинк, хелатный цинк, рубцовое пищеварение, гематологические показатели, продуктивность.

Аннотация. Использование органической формы цинка вместо сернокислого в количестве 50 %, 75 и 100 % от нормы в кормлении молодняка крупного рогатого скота 9-12-месячного возраста способствует усилению процессов пищеварения в рубце, на что указывает повышение уровня pH на 1,1-3,2 % и общего азота на 1,2-3,9 % в рубцовой жидкости опытных животных. В то же время отмечено снижение количества аммиака на 0,9-3,0 % и летучих жирных кислот на 2,3-3,4 %. Применение хелатной формы цинка вместо минеральной в рационах молодняка крупного рогатого скота позволяет повысить среднесуточный прирост живой массы животных на 1,3-3,7 % при снижении затрат кормов на его получение на 0,7-2,0 %.

THE EFFECT OF FEEDING A SKIMMED MILK SUBSTITUTE ON THE EFFICIENCY OF RAISING CALVES AGED 61-90 DAYS

V. F. Radchikov¹, A. N. Kot¹, I. S. Seryakov², V. I. Petrov²

¹ – RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences Belarus on animal husbandry»
Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze st.; e-mail: labkrs@mail.ru);

² – EI «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Mogilev region, Gorki, 9 Michurina st.; e-mail kancel@baa.by)

Key words: bulls, rations, concentrated feeds, mineral zinc, chelated zinc, scar digestion, hematological indicators, productivity.

Summary. The use of an organic form of zinc instead of sulfuric acid in the amount of 50 %, 75 and 100 % of the norm in feeding young cattle of 9-12 months of age contributes to the strengthening of digestion processes in the rumen, as indicated by an increase in pH by 1,1-3,2 % and total nitrogen by 1,2-3,9 % in the rumen fluid of ungulates. At the same time, there was a decrease in the amount of ammonia by 0,9-3,0 % and volatile fatty acids – by 2,3-3,4 %. The use of a chelated form of zinc instead of mineral in the diets of young cattle allows to increase the average daily increase in live weight of animals by 1,3-3,7 %, while reducing feed costs for its production by 0,7-2,0 %.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Исследованиями доказано, что чем выше продуктивность животных, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [1, 2]. В связи с этим обеспеченность сельскохозяйственных животных всеми питательными, минеральными и биологически активными веществами играет важную роль в повышении их продуктивности [3-5].

На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания [6-8].

Биологически активные вещества, действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в вещества тела и продукцию. В результате более эффективного использования питательных веществ

рациона производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [9-11].

Минеральные вещества наряду со специфическими функциями важную роль играют в утилизации белка и углеводов, в поддержании осмотического давления, буферной емкости жидкостей и тканей организма, нервного и мышечного возбуждения, регуляции католитических процессов, проявлении иммунобиологической реактивности организма. Недостаток минеральных веществ в рационе отрицательно сказывается на степени минерализации скелета, здоровье и продолжительности жизни животного, воспроизводительных функциях [12, 13].

На практике для восполнения недостатка минеральных веществ широко используются кормовые добавки, которые восполняют рацион животных по недостающим элементам питания и служат активаторами обменных процессов, оказывая комплексное положительное влияние на весь организм [14, 15].

Цель работы – изучить закономерности протекания пищеварительных процессов в рубце и обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота при скармливании органического соединения цинка.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на 4-х группах молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы в возрасте 9-12 месяцев

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе в составе концентрированных кормов скармливалась соль сернокислого цинка, а в опытных – органического 50, 75 и 100 % от потребности (таблица 1).

Таблица 1 – Схема физиологического опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм) + сернокислый цинк согласно нормам
II опытная	3	30	ОР + органический цинк (50 % от потребности)
III опытная	3	30	ОР + органический цинк (75 % от потребности)
IV опытная	3	30	ОР + органический цинк (100 % от потребности)

По такой же схеме проведен и научно-хозяйственный опыт.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

Количественные и качественные параметры процессов рубцового метаболизма определяли методом *in vivo*.

В жидкой части рубцового содержимого определяли следующие показатели:

- концентрацию ионов водорода (pH) – по ГОСТ 26180-84 п.3;
- общий азот – по – ГОСТ 13496.4-93 п. 3 с применением автоматического анализатора UDK 159 (VELP, Италия);
- концентрацию аммиака – микродиффузным методом в чашках Конвея;
- общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама.

Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора «Accent 200», гематологические показатели – на анализаторе «URIT-3000Vet Plus».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждение. При проведении опыта подопытные животные потребляли смесь кукурузного силоса и сенажа из злаковых растений и комбикорм (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа			
	I	II	III	IV
Силосно-сенажная смесь	13,22	13,32	13,47	13,51
Комбикорм КР-3	2,00	2,00	2,00	2,00
В рационе содержится:				
Корм. ед.	7,14	7,18	7,24	7,25
Обменная энергия, КРС, МДж	81,9	82,3	83,0	83,2
Сухое вещество, г.	7,66	7,71	7,78	7,79
Сырой протеин, г	805,1	809,8	816,9	818,8
Сырой жир, г	240,8	242,2	244,3	244,9
Сырая клетчатка, г	1441,0	1451,2	1466,6	1470,7
БЭВ, г	4680	4705	4742	4752
Кальций, г	62,91	63,28	63,84	63,99
Фосфор, г	28,39	28,52	28,71	28,76
Магний, г	13,18	13,26	13,38	13,41
Калий, г	100,3	101,0	102,0	102,3
Сера, г	13,18	13,26	13,38	13,41
Железо, мг	1074	1081	1092	1095
Медь, мг	192	192	193	193
Цинк, мг	257	258	259	260
Марганец, мг	416	418	421	422
Кобальт, мг	2,80	2,80	2,80	2,81
Йод, мг	1,86	1,87	1,88	1,88

В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 32 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 68 %. Концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление травяных кормов было выше в опытных группах.

Анализ полученных данных показал, что рубцовое пищеварение у животных опытных групп отличалось незначительно (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели рубцового пищеварения

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	6,31 ± 0,14	6,45 ± 0,23	6,38 ± 0,30	6,51 ± 0,23
ЛЖК, ммоль/100 мл	11,6 ± 1,5	11,2 ± 1,60	11,33 ± 0,22	11,26 ± 0,37
Аммиак, мг/100 мл	22,6 ± 1,20	21,93 ± 2,05	22,26 ± 0,68	22,39 ± 1,54
Азот общий, мг/100 мл	129,5 ± 8,5	131 ± 41	134,5 ± 4,52	133,5 ± 8,5

У животных опытных групп отмечено повышение уровня pH на 1,1-3,2 % и общего азота на 1,2-3,9 %, снижение содержания аммиака на 0,9-3,0 % и летучих жирных кислот на 2,3-3,4 %. Однако отмеченные различия недостоверны.

Использование органического цинка в составе комбикорма показало, что гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (таблица 4).

Таблица 4 – Морфо-биохимический состав крови подопытных животных

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,32 ± 0,23	6,41 ± 0,27	6,6 ± 0,16	6,53 ± 0,23
Гемоглобин, г/л	114 ± 5,51	115,67 ± 4,4	116,33 ± 4,4	115,33 ± 5,48
Общий белок, г/л	76,47 ± 3,13	75,93 ± 2,26	77,77 ± 3,06	76,47 ± 2,30
Глюкоза, ммоль/л	2,83 ± 0,09	2,77 ± 0,09	2,93 ± 0,12	2,9 ± 0,23
Мочевина, ммоль/л	3,99 ± 0,28	3,79 ± 0,16	3,92 ± 0,20	3,89 ± 0,20
Кальций общий, ммоль/л	2,89 ± 0,14	2,95 ± 0,09	3 ± 0,16	3,01 ± 0,07
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,8 ± 0,18	1,77 ± 0,11	1,85 ± 0,06	1,74 ± 0,13

У животных опытных групп отмечено повышение уровня эритроцитов на 1,4-4,4 %, гемоглобина на 1,2-2,0 и кальция на 2,1-4,2 %, концентрация мочевины снизилась на 1,8-5,0 %. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Включение в рацион различных доз глицината цинка оказало определенное влияние на энергию роста животных (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	259,3 ± 1,3	256,4 ± 2,5	258,4 ± 1,9	263 ± 1,90
в конце опыта	336,5 ± 2,1	334,7 ± 3,4	338 ± 3,40	343,2 ± 3,1
Валовой прирост, кг	77,3 ± 1,9	78,3 ± 1,80	79,6 ± 2,20	80,2 ± 2,20
Среднесуточный прирост, г	859 ± 20,7	870 ± 19,9	884,5 ± 24,7	891,1 ± 24,8
% к контролю	100	101,3	103,0	103,7
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	8,31	8,25	8,18	8,14
% к контролю	-	99,3	98,4	98,0

Так, у животных, получавших соль в органической форме, установлено увеличение энергии роста на 1,3-3,7 %. Более высокая продуктивность отмечена у молодняка III и IV опытных групп. В этих группах животные также более эффективно использовали питательные вещества рациона, в связи с чем затраты кормов в этих группах оказались ниже, чем в первой, на 1,6-2,0 %.

Закключение. Использование органической формы цинка вместо сернокислого в количестве 50 %, 75 и 100 % от нормы в кормлении молодняка крупного рогатого скота 9-12-месячного возраста способствует усилению процессов пищеварения в рубце, на что указывает повышение уровня pH на 1,1-3,2 % и общего азота на 1,2-3,9 % в рубцовой жидкости опытных животных. В то же время отмечено снижение количества аммиака на 0,9-3,0 % и летучих жирных кислот на 2,3-3,4 %. Применение хелатной формы цинка вместо минеральной в рационах молодняка крупного рогатого скота позволяет повысить среднесуточный прирост живой массы животных на 1,3-3,7 % при снижении затрат кормов на его получение на 0,7-2,0 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота в зависимости от содержания в рационе расщепляемого протеина / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 262-267.
2. Влияние разных способов переработки зерна на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 226-230.
3. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота новой энергетической добавки / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 267-271.

4. Регулирование обменной энергии в рационе за счет рапсового масла / А. М. Глиникова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 271-276.
5. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счет местных масличных и бобовых культур / А. М. Глиникова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 212-216.
6. Продуктивные и воспроизводительные показатели племенных бычков в зависимости от качества протеина в рационе / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 299-304.
7. Разумовский, Н. П. 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.
8. Природный минеральный сорбент в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 221-225.
9. Природная кормовая добавка в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 253-257.
10. Влияние скармливания экструдированного обогатителя на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 290-294.
11. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56. – № 2. – С. 3-13.
12. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глиникова [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 258-262.
13. 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.
14. Белково-витаминно-минеральные добавки с использованием узколистного люпина и карбамида в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалева [и др.] // Инновационные подходы к развитию устойчивых аграрно-пищевых систем. Материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2022. – С. 22-27.
15. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. П. Цай [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1540-1545.

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В ВОЗРАСТЕ 61-90 ДНЕЙ

Г. Н. Радчикова¹, А. Г. Марусич², Е. Н. Даниленко²

¹ – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru);

² – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, Могилевская обл., г. Горки, ул. Мичурина, 9; e-mail: kancel@baa.by)

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, ЗЦМ, ЗОМ, рационы, кровь, продуктивность, эффективность.

Аннотация. Использование заменителя обезжиренного молока с включением 10 % в состав комбикорма ремонтных телок в возрасте 61-90 дней способствует улучшению поедаемости травяных кормов на 5,0-6,7 %, физиологического состояния молодняка и усилению обменных процессов в организме, на что указывает повышение концентрации эритроцитов в крови на 2,4 %, лейкоцитов – 2,9 %, гемоглобина – 2,4 %, кальция – 2,6 %, фосфора – 6,0 %, снижение мочевины на 4,0 %. Скармливание телятам опытной группы комбикорма КР-2 с включением заменителя обезжиренного молока в количестве 10 % по массе позволило повысить среднесуточный прирост живой массы на 3,6 % и снизить затраты кормов на его получение на 2,2 %, снизить себестоимость прироста на 8,1 %, в сравнении с контрольными аналогами

THE EFFECT OF FEEDING A SKIMMED MILK SUBSTITUTE ON THE EFFICIENCY OF RAISING CALVES AGED 61-90 DAYS

G. N. Radchikova¹, A. G. Marusich², E. N. Danilenko²

¹ – RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences Belarus on animal husbandry»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze; e-mail: labkrs@mail.ru);

² – EI «Belarusian state agricultural academy»

Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki, 9 Michurina st.; e-mail: kancel@baa.by)

Key words: young cattle, ZCM, ZOM, rations, blood, productivity, efficiency.

Summary. The use of a skimmed milk substitute with the inclusion of 10 % in the compound feed of repair heifers aged 61-90 days improves the digestibility of herbal feeds by 5,0-6,7 %, the physiological state of young animals and the

strengthening of metabolic processes in the body, as indicated by an increase in the concentration of erythrocytes in the blood by 2,4 %, leukocytes – 2,9 %, hemoglobin – 2,4 %, calcium by – 2,6 %, phosphorus by – 6,0 %, urea reduction by – 4,0 %. Feeding the calves of the experimental group of compound feed KR-2 with the inclusion of a skimmed milk substitute in an amount of 10 % by weight, allowed to increase the average daily increase in live weight by 3,6 % and reduce the cost of feed for its production by 2,2 %, reduce the cost of growth by 8,1 %, compared with control analogues

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Выращивание молодняка крупного рогатого скота должно вестись с учетом его биологических особенностей и способствовать нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции [1-3].

С раннего возраста у телят необходимо развивать способность к потреблению большого количества грубых, сочных и зеленых кормов, ЗЦМ, раннему приучению их к потреблению объемистых и концентрированных кормов, что позволит значительно снизить затраты молока и экономическую эффективность выращивания ремонтных телок. Рационы должны полностью удовлетворять потребность растущих животных в энергии, питательных и биологически активных веществах [4, 5].

Правильное выращивание телят имеет решающее значение для успешного молочного или мясного скотоводства. Только здоровые телята могут полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности [6].

Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастрического животного при одновременном целенаправленном стимулировании развития функции преджелудков за счет растительных кормов.

Использование в кормлении телят жидкого корма в больших количествах, а этот вид корма для них наиболее привлекателен по вкусу, животные поедают относительно меньше сухих кормов. Со второго месяца телят постепенно приучают к растительным кормам [7].

Телята с момента рождения до 6-месячного возраста энергично растут, у них формируются костяк, мышечная система, внутренние органы, на что им требуется определенное количество энергии, питательных минеральных и биологически активных веществ [8-10].

С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма [11, 12].

В послемолочный период молодняк переводят на растительные корма. В течение этого периода можно применять разные системы кормления: однотипное кормление в течение всего года, когда животным

дают сбалансированный монокорм, состоящий из измельченных и смешанных в заданных пропорциях кормов разного вида, или сезонного кормления с набором соответствующих кормов.

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. Кроме того, для телят используют дефицитные молочные и концентрированные корма, расход которых планируется заранее [13].

Затраты на выращивание молодняка при использовании чисто молочных программ кормления достаточно велики. На выпойку одного теленка обычно требуется 250-500 кг цельного молока. Расходование на выпойку молодняка значительных количеств молока наряду с удорожанием выращивания животных ведет к резкому снижению товарности молока и исключает его из сферы непосредственного использования человеком.

Использование ЗЦМ при выращивании телят позволяет сократить срок выпойки молока до 7-10 дней, а его количество до 50-60 кг на голову. В масштабах республики экономия молока составит более 400 тыс. т [14, 15].

Однако для успешного применения заменителей цельного молока необходимо придерживаться определенных требований. По питательной ценности ЗЦМ должны быть эквивалентны цельному молоку, а по отдельным показателям превосходить его. Нельзя полностью заменять все компоненты молока растительными.

Цель исследований – изучить влияние скармливания заменителя обезжиренного молока на продуктивность и эффективность выращивания телят в возрасте 61-90 дней.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проведен в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на МТК и МТФ «Березовица» Смолевичского района Минской области на телках черно-пестрой породы в возрасте 61-90 дней. Исследования проведены с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дн.	Характеристика кормления
I контрольная	10	29	Основной рацион (ОР) – сено, силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-1, комбикорм КР-2 с включением 10 % СОМа по массе
II опытная	10	29	ОР + комбикорм КР-2 с включением 10 % ЗОМа по массе

Все подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях содержания.

Различия в кормлении заключались в том, что животным контрольной группы скармливали комбикорм КР-2 с включением 10 % сухого обезжиренного молока по массе, а опытной – комбикорм КР-2 с включением 10 % заменителя обезжиренного молока.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

- химический состав и питательность кормов – путем исследования их образцов;

- в кормах определяли влагу по ГОСТ 13496.3-92; кальций, фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97, общий азот (ГОСТ 13496.4-93), сырая клетчатка (13496.2-91), сырой жир (13492.15-97), сырая зола (26226-95), сухое и органическое вещество (Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленская, 1981; Е. А. Петухова, 1989);

- 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 Medonic СН 620 в цельной крови; сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, фосфор, кальций – прибором – ACCENT 200;

- интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта;

- экономическую эффективность определяли по следующим показателям: себестоимость производства, затраты кормов на производство продукции

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Основными кормами для ремонтного молодняка в научно-хозяйственном опыте при включении 10 % молочных кормов в составе комбикорма КР-2 являлись сухое обезжиренное молоко, заменитель обезжиренного молока, в составе комбикорма, сено злаковое, силосно-сенажная смесь (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточный рацион молодняка (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-1	0,2	8,2	0,2	8,1
Комбикорм КР-2	1,8	67,9	1,8	67,0
Сено злаковое	0,75	11,1	0,80	11,7
Силосно-сенажная смесь	2,0	12,8	2,1	13,2
В рационе содержится:				
Кормовых единиц	3,05		3,09	
Обменной энергии, МДж	32,9		33,3	
Сухого вещества, кг	3,2		3,3	
Сырого протеина, г	444,0		452,0	
Переваримого протеина, г	324,5		329,7	
Сырого жира, г	81,7		83,2	
Сырой клетчатки, г	481,9		498,1	
Крахмала, г	817,6		822,7	
Сахара, г	106,2		108,7	
Кальция, г	27,2		27,7	
Фосфора, г	15,9		16,1	
Натрия, г	1,0		1,0	
Магния, г	5,5		5,6	
Калия, г	39,8		40,8	
Серы, г	4,9		5,0	
Железа, мг	740,5		765,4	
Меди, мг	32,3		32,5	
Цинка, мг	128,0		130,5	
Марганца, мг	173,7		178,6	
Кобальта, мг	3,94		3,97	
Йода, мг	2,2		2,2	
Каротина, мг	76,5		79,9	
Витамина А, тыс. МЕ	72,0		73,4	
Витамина D, тыс. МЕ	391,4		407,2	
Витамин Е, мг	171,2		176,0	

Учитывая колебания в количестве потребленных кормов, питательная ценность и химический состав рационов имели некоторые различия. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона молодняка подопытных групп составила 10,3-10,1 %. Количество основных питательных веществ в сухом веществе находилось на уровне: клетчатки – 15,1 %, жира – 2,5 %, сахара – 3,32-3,30 %.

Исследованиями установлено, что все изучаемые показатели крови находились в пределах физиологических норм (таблица 3).

Таблица 3 – Морфо-биохимический состав крови телят

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	$7,80 \pm 0,22$	$7,99 \pm 0,3$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,42 \pm 4,87$	$9,69 \pm 1,92$
Гемоглобин, г/л	$123 \pm 5,13$	$126 \pm 3,21$
Общий белок, г/л	$75,7 \pm 1,6$	$74,7 \pm 2,8$
Глюкоза, ммоль/л	$4,1 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,2$
Мочевина, ммоль/л	$3,29 \pm 0,34$	$3,16 \pm 0,14$
Кальций, ммоль/л	$2,68 \pm 0,24$	$2,75 \pm 0,01$
Фосфор, ммоль/л	$2,82 \pm 0,06$	$2,99 \pm 0,02$
Тромбоциты, $10^9/л$	$379,3 \pm 14,2$	$352,7 \pm 11,4$
Гематокрит, %	$21,0 \pm 0,7$	$26,2 \pm 0,7$

Однако отмечено повышение концентрации эритроцитов на 2,4 %, лейкоцитов 2,9, гемоглобина на 2,4, кальция на 2,6, фосфора на 6,0 %, снижение мочевины на 4,0 %.

Изучение динамики роста живой массы подопытных телят показало, что скормливание комбикормов с включением СОМа в первой группе и ЗОМа в количестве 10 % по массе во второй группе позволило телятам опытной группы увеличить показатель живой массы по отношению к контрольным аналогам (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика живой массы и среднесуточный прирост

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	$78,9 \pm 3,0$	$78,7 \pm 2,7$
в конце опыта	$103,6 \pm 3,22$	$104,3 \pm 2,95$
Валовой прирост, кг	$24,7 \pm 0,58$	$25,6 \pm 0,92$
Среднесуточный прирост, г	$853,0 \pm 19,9$	$884,0 \pm 31,6$
% к контролю	100,0	103,6
Затраты кормов на кг прироста, корм. ед.	3,58	3,50

В результате опыта установлено, что затраты кормов на получение прироста у животных опытной группы снизились на 2,2 %. Использование в кормлении телята опытной группы комбикорма КР-2 с включением заменителя обезжиренного молока в количестве 10 % по массе позволило повысить среднесуточный прирост на 3,6 % в сравнении с контрольными аналогами

Исследованиями установлено, что скормливание ремонтным телкам в возрасте 61-90 дней заменителя обезжиренного молока привело к снижению стоимости суточного рациона на 4,8 %, себестоимости прироста – 8,1 %.

Закключение. Использование заменителя обезжиренного молока с включением 10 % в состав комбикорма ремонтных телок в возрасте

61-90 дней способствует повышению среднесуточного прироста на 3,6 % при снижении затрат кормов на 2,2 % по сравнению с контрольными аналогами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективное использование кормов при производстве говядины / Н. А. Яцко [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Академия аграрных наук Республики Беларусь, Белорусский научно-исследовательский институт животноводства. – Минск: Хата, 2000. – 252 с.
2. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 471-474.
3. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D. M. Bogdanovich [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – С. 12080.
4. Конверсия энергии рационов в продукцию при скормливании бычкам комбикормов с сапропелем / В. Ф. Радчиков [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 28 мая 2015 г.). – Гродно: ГГАУ, 2015. – Зоотехния. Ветеринария. – С. 100-101.
5. Эффективность использования различных доз селена в составе комбикорма КР-2 для бычков / В. Ф. Радчиков [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2010. – Т. 46, № 1-2. – С. 190-194.
6. Влияние скормливания комбинированных силосов на использование бычками энергии рационов / В. Ф. Радчиков [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов. – Горки, 2010. – С. 144-151.
7. Влияние нового заменителя обезжиренного молока на продуктивность телят / А. Н. Кот [и др.] // В сборнике: Актуальні питання технології продукції тваринництва. Матеріали за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтавська державна аграрна академія. – 2017. – С. 27-34.
8. Новое в минеральном питании телят / В. Ф. Радчиков [и др.] // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. И. Ф. Горлова. – 2018. – С. 59-63.
9. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков [и др.] // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159.
10. Эффективность использования минеральных добавок из местных источников сырья в рационах телят / В. Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 185-191.
11. 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. (Ставрополь, 23-24 нояб. 2007 г.). – Ставрополь: Агрус, 2007. – С. 30-33.
12. Показатели рубцового пищеварения и переваримости питательных веществ при скормливании бычкам в период доращивания кормов с разной расщепляемостью протеина / Ю. Ю. Ковалевская [и др.] Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 47-55.
13. Технологическое сопровождение животноводства: новые технологии: практическое пособие: практич. пособие / Н. А. Попков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси. Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – 496 с.

14. Влияние количества протеина в заменителях цельного молока продуктивность телят / А. Н. Кот [и др.] // Аспекты животноводства и производства продуктов питания. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 35-42.
15. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота: монография / В. Ф. Радчиков. – Барановичи, 2003. – 190 с.

УДК 636.52/.58.068.1

ЗЕРНО СОРГО БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В КОРМЛЕНИИ РЕМОНТНЫХ ЦЫПЛЯТ ЯИЧНЫХ КРОССОВ

А. К. Ромашко, Л. В. Садовская

РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, г. Заславль,
ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Ключевые слова: сорго, ремонтные цыплята, живая масса, затраты корма.

Аннотация. Изучено влияние зерна сорго белорусской селекции на рост и развитие ремонтных цыплят яичных кроссов. Использование зерна сорго в рационах ремонтного молодняка кур яичных кроссов в дозировках 5,0-20,0 % не оказало отрицательного влияния на сохранность птицы, привело к снижению на 1,5-2,9 % живой массы молодняка в 17-недельном возрасте в сравнении с контрольной птицей, что позволило оптимизировать отношение живой массы курочек к стандартному показателю. Лучшая выравненность стада (90,0 %) установлена при использовании 5,0-10,0 % сорго в комбикорм. В заключительную фазу выращивания самый высокий среднесуточный прирост был отмечен у цыплят, получавших 15,0 % зерна сорго в рационе. Считаем зерно сорго белорусской селекции достаточно перспективным кормовым средством в качестве заменителя традиционных зерновых кормов, в первую очередь кукурузы, при выращивании ремонтных цыплят яичных кроссов.

SORGHUM GRAIN OF THE BELARUSIAN SELECTION IN FEEDING REPAIR CHICKENS OF EGG CROSSES

A. K. Romachko, L. V. Sadouskaya

RUE «Experimental scientific station of poultry breeding»

Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,
2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: sorghum, repair chickens, live weight, feed costs.

Summary. The influence of sorghum grain of Belarusian breeding on the growth and development of repair chickens of egg crosses has been studied. The use of sorghum grain in the diets of repair young chickens of egg crosses in dosages of 5,0-20,0 % did not have a negative impact on the safety of poultry, led to a decrease

of 1,5-2,9 % of the live weight of young animals at 17 weeks of age in comparison with the control bird, which allowed optimizing the ratio of the live weight of chickens to the standard indicator. The best equalization of the herd (90,0 %) was established when using 5,0-10,0 % sorghum in compound feed. In the final phase of cultivation, the highest average daily increase was observed in chickens receiving 15,0 % of sorghum grain in the diet. We consider sorghum grain of Belarusian breeding to be a rather promising feed agent as a substitute for traditional grain feeds, primarily corn when growing repair chickens of egg crosses.

(Поступила в редакцию 22.05.2023 г.)

Введение. В РНДУП «Полесский институт растениеводства» проводится работа по созданию отечественных сортов зернового сорго. Это закономерно, т. к. в последние десятилетия климатические условия в Республике Беларусь претерпевают существенные изменения в сторону увеличения засушливых периодов, особенно в южных областях республики. Поэтому неслучайно, что одним из пунктов «Стратегии адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата» является оперативное внедрение засухоустойчивых культур.

Стабильная урожайность в условиях недостаточного увлажнения, солевыносливость и экономное расходование влаги ставят сорго в ряд ценных зерновых культур [1]. В мировом земледелии сорго по площади посева и валовым сборам занимает среди зернофуражных культур четвертое место.

Ожидается, что себестоимость 1 ц зерна сорго ниже, чем кукурузы, на 25-30 % прежде всего за счет уменьшения нормы высева семян на 1 га, расхода минеральных удобрений и препаратов химобработки.

По химическому и аминокислотному составу зерно сорго практически не уступает зерну кукурузы.

Вместе с тем следует учитывать, что в зерне сорго присутствуют компоненты, снижающие его кормовую ценность и переваримость основных питательных веществ. Во-первых, зерно сорго имеет достаточно плотную оболочку, которая хуже поддается воздействию пищеварительных ферментов птицы [2]. Среди проблемных моментов, присутствующих в зерне сорго, следует отметить содержание танинов – вяжущих субстанций, замедляющих и снижающих эффективность процессов переваривания и всасывания питательных веществ. Для уменьшения негативного воздействия танинов на процессы пищеварения птицы применяют различные способы: использование светлозерных современных сортов сорго, содержащих не более 0,4 % танинов; добавка в рацион ферментов, подкислителей, пробиотиков и других БАВ, способствующих повышению доступности питательных компонентов корма; подготовка зерна сорго к скармливанию методом экструдирования [3].

Содержание некрахмалистых полисахаридов, в частности β-глюканов, в сорго составляет 1,0-1,2 %, что сопоставимо с их концентрацией в пшенице и кукурузе. Сорго содержит минимальное количество пентозанов среди всех зерновых культур (2,8-4,0 %) [4].

Важнейшим этапом производства яиц является получение качественного ремонтного молодняка. Правильно выращенная молодка будет способствовать полной реализации генетического потенциала яйценоскости, заложенного в птице. Для достижения хорошего результата при выращивании молодняка яичной птицы необходимо обеспечить цыплят всем набором питательных веществ. Считаем, что зерно сорго в достаточной степени, при грамотном подходе, может использоваться в рационах кормления ремонтного молодняка кур яичных кроссов.

Цель исследований – оценить влияние зерна сорго белорусской селекции на рост и развитие ремонтного молодняка кур яичных кроссов.

Материал и методика исследований. Материалом для исследований служило зерно сорго отечественной селекции.

Для проведения научно-производственного эксперимента были сформированы 4 группы ремонтного молодняка кур отечественного кросса по 30 голов в каждой группе.

Содержание птицы клеточное. Плотность посадки, световой, температурно-влажностный режимы, другие технологические параметры соответствовали условиям, предъявляемым для данного вида птицы.

Кормление птицы осуществлялось сухими полнорационными комбикормами, сбалансированными по основным питательным веществам в соответствии со схемой опыта, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Возраст птицы	Группы			
	1 (контрольная)	2 (опытная)	3 (опытная)	4 (опытная)
0-5 недель	Комбикорм ПК-2-1			
6-10 недель	Комбикорм ПК-2-2	Комбикорм ПК-2-2 с вводом 5 % зерна сорго	Комбикорм ПК-2-2 с вводом 10 % зерна сорго	Комбикорм ПК-2-2 с вводом 15 % зерна сорго
11-17 недель	Комбикорм ПК-3	Комбикорм ПК-3 с вводом 10 % зерна сорго	Комбикорм ПК-3 с вводом 15 % зерна сорго	Комбикорм ПК-3 с вводом 20 % зерна сорго

В ходе выращивания ремонтного молодняка учитывались следующие показатели: сохранность поголовья – ежедневным учетом выбывшей птицы; живая масса – индивидуальным взвешиванием поголовья; потребление кормов – ежедневным учетом заданных кормов;

среднесуточный пророст ремонтного молодняка; затраты корма на 1 кг прироста живой массы; выравненность стада.

В таблицах 2 и 3 приведена питательность опытных рационов кормления для ремонтного молодняка в возрастные периоды 6-10 недель и 11-17 недель.

Таблица 2 – Питательность опытных рационов кормления для ремонтного молодняка в возрастные периоды 6-10 недель

Показатель	Группы			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Содержится в 100 г				
Обменная энергия, ккал	283,00	282,99	283,00	283,02
Сырой протеин, %	17,50	17,49	17,49	17,50
Кальций, %	1,00	1,01	1,00	1,00
Фосфор, %	0,70	0,68	0,65	0,63
Натрий, %	0,17	0,16	0,15	0,14
Лизин, %	0,95	0,94	0,93	0,92
Метионин + цистин, %	0,75	0,73	0,72	0,70
Сырая клетчатка, %	4,00	3,95	3,90	3,85
Сырой жир, %	2,50	2,68	2,84	3,01

Таблица 3 – Питательность опытных рационов кормления для ремонтного молодняка в возрастные периоды 11-17 недель

Показатель	Группы			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Содержится в 100 г				
Обменная энергия, ккал	278,00	277,99	277,99	278,03
Сырой протеин, %	15,00	15,00	15,01	15,00
Кальций, %	1,00	1,01	1,01	1,00
Фосфор, %	0,60	0,57	0,55	0,53
Натрий, %	0,17	0,15	0,15	0,14
Лизин, %	0,72	0,71	0,71	0,70
Метионин + цистин, %	0,56	0,55	0,54	0,53
Сырая клетчатка, %	6,00	5,64	5,46	5,29
Сырой жир, %	3,17	3,30	3,36	3,41

Как видно из данных таблиц 2 и 3, опытные рецепты комбикормов для ремонтного молодняка были выровнены по содержанию сырого обменной энергии, сырого протеина, кальция и аминокислот. Это позволит достаточно объективно оценить эффективность использования зерна сорго отечественной селекции в рационах ремонтного молодняка кур яичных кроссов.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты эксперимента по использованию зерна сорго белорусской селекции при выращивании ремонтного молодняка кур яичных кроссов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Зоотехнические показатели опыта по использованию зерна сорго при выращивании ремонтного молодняка

Показатели	Группы			
	1	2 (опыт)	3 (опыт)	4 (опыт)
Сохранность, %	96,7	96,7	96,7	100,0
Живая масса птицы, г:				
в 6 недель	449 ± 4,3	447 ± 5,2	449 ± 4,6	443 ± 4,5
в 10 недель	869 ± 10,9	868 ± 8,7	845 ± 15,5	836 ± 15,1
в 17 недель	1336 ± 23	1316 ± 21	1314 ± 21	1297 ± 18
Стандарт живой массы в 17 недель, г	1280			
Среднесуточный прирост живой массы, г:				
за 6-10 недель	14,5	14,5	13,7	13,6
за 6-17 недель	11,4	11,1	11,1	11,0
Затраты корма на 1 кг прироста за 6-17 недель, г	5,29	5,41	5,42	5,49
Выравненность стада, %	80,0	90,0	80,0	80,0

Птица к окончанию выращивания по своим экстерьерным признакам соответствовала необходимым требованиям. Ремонтный молодняк был хорошо сформирован, с равномерным, гладким и блестящим перьевым покровом, широкой грудной клеткой и ровным килем, с крепкими широко расставленными ногами и четко выявленными признаками полового диморфизма (правильно развитыми сережками и ушными мочками).

Как видно из данных таблицы 4, использование зерна сорго белорусской селекции в дозировке 5,0-20,0 % не оказывает негативного влияния на жизнеспособность ремонтного молодняка кур яичных кроссов. За время проведения опыта установлено выбытие 3 голов молодняка, причем в группе с максимальным вводом зерна сорго (4-я группа) падежа птицы отмечено не было. Это позволяет сделать заключение об отсутствии отрицательного влияния данного кормового средства на сохранность поголовья.

Анализируя результаты, полученные при взвешивании птицы, можно сделать вывод, что использование сорго в рационах ремонтного молодняка несколько снижает ее интенсивность роста. Причем наблюдается прямая зависимость между количеством сорго в рационе и живой массе цыплят. В итоге, в возрасте 17 недель птица из 2-4-й групп имела живую массу 1297-1316 г, что было на 1,5-2,9 % ниже, чем в контроле. Тем не менее мы не склонны рассматривать данный факт с отрицательной точки зрения. Ведь известно, что при выращивании ремонтного молодняка кур яичных кроссов необходимо удерживать молодую птицу от сверхнормативного набора живой массы, во избежание повышенного отложения жира в организме будущей несущки. Стандарт живой массы для данного кросса кур в возрасте 17 недель составляет 1280 г. Таким

образом, если молодка 1-й группы превосходила стандарт на 4,4 %, то у птицы 2-4-й групп расхождение со стандартом составило 1,3-2,8 %.

В связи с этим можно даже говорить об оптимизации отношения живой массы ремонтного молодняка к стандарту для данного кросса птицы.

Зерно сорго не оказало влияния на потребление корма ремонтными курочками. Учитывая снижение интенсивности роста птиц 2-4-й групп, затраты корма на 1 кг прироста живой массы за период 6-17 недель у курочек из данных групп были выше контрольного уровня на 2,3-3,8 %.

За период выращивания 6-10 недель максимальный среднесуточный прирост живой массы (14,5 г) был установлен у молодняка 2-й группы (5,0 % сорго в рационе). Увеличение дозировки исследуемого кормового средства снижало данный показатель с 14,5 до 13,6-13,7 г. За весь период эксперимента максимальный среднесуточный прирост живой массы был установлен у молодняка 1-й группы. Данный показатель у цыплят из опытных групп был ниже, чем в контроле, на 2,6-3,5 %.

Один из критериев, характеризующих качество выращенного ремонтного молодняка кур, – показатель однородности (выравненности) стада. Его определяют выражением в процентах числа особей, имеющих живую массу в пределах ± 10 % от средней живой массы по группе. Необходимо, чтобы данный параметр составлял не менее 80 %. Чем выше этот параметр, тем качественнее протекал процесс выращивания. В нашем опыте лучшая выравниваемость стада (90,0 %) установлена во 2-й группе.

Заключение. Использование зерна сорго отечественной селекции в рационах ремонтного молодняка кур яичных кроссов в дозировках 5,0-20,0 % не оказало отрицательного влияния на сохранность птицы, привело к снижению на 1,5-2,9 % живой массы молодняка в 17-недельном возрасте, что позволило оптимизировать отношение живой массы курочек к стандартному показателю. Лучшая выравниваемость стада (90,0 %) установлена во 2-й группе (5,0-10,0 % сорго в комбикорме). В заключительную фазу выращивания самый высокий среднесуточный прирост (9,57 г) был отмечен у цыплят 3-й группы (15,0 % зерна сорго в рационе).

Для окончательного установления оптимальных норм ввода зерна сорго в рационы ремонтного молодняка кур яичных кроссов будет осуществлен перевод по группам выращенного ремонтного молодняка в цех кур-несушек с целью учета яйценоскости и качества яиц, что позволит объективно оценить влияние различных уровней зерна сорго в рационах молодняка на его последующую продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янкелевич, Р. К. Влияние норм внесения азотного удобрения на продуктивность сорго / Р. К. Янкелевич, Р. Ф. Юровский // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: Материалы международной научно-практической конференции. – Горки, 2003. – Ч. 2. – С. 357-359.
2. Хагур, М. Н. АПК Юга России: состояние и перспективы / М. Н. Хагур // Сборник докладов Региональной научно-практической конференции, 15-17 октября 2014 года. – Майкоп: Изд-во «Магарин О. Г.», 2014 г. – С. 204-206.
3. Кормление сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин [и др.] // Сергиев Посад. – 2004. – С. 279.
4. Зерновое сорго – ценный корм для птицы / И. И. Егоров [и др.] // Комбикорма. – 2002. – № 5. – С. 45-46.

УДК 636.13.083.13 (476)

МЕЖПОРОДНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВЕРХОВЫХ ЛОШАДЕЙ, РАЗВОДИМЫХ В БЕЛАРУСИ, ПО 17 STR-ЛОКУСАМ

**А. Н. Рудак, А. И. Герман, Ю. И. Герман, М. А. Горбуков,
В. И. Чавлытко**

РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,

г. Жодино Минская область, ул. Фрунзе, 11; e-mail: belniig@tut.by)

Ключевые слова: лошади верховых пород, аллели, микросателлиты ДНК, популяция, гетерозиготность, уровень полиморфности.

Аннотация. Исследована межпородная дифференциация верховых лошадей, разводимых в Беларуси, по 17 локусам микросателлитов ДНК.

Установлено, что показатель числа действующих эффективных аллелей (уровень полиморфности) был наиболее высоким у полукровных спортивных лошадей ($4,36 \pm 0,30$). Несколько ниже данный показатель оказался в популяции лошадей ганноверской породы – $4,34 \pm 0,31$. У лошадей траккененской породы уровень полиморфности составил $3,83 \pm 0,31$. Это в первую очередь связано с относительной закрытостью ее стоббука, что ведет к снижению уровня генетического разнообразия в породе.

Выявлено, что из трех популяций лошадей верховых пород в наиболее равновесном состоянии находятся полукровные спортивные лошади, о чем свидетельствует индекс фиксации равный $-0,011 \pm 0,02$, обусловленный высоким показателем уровня полиморфности ($4,36 \pm 0,30$).

Наименьшее генетическое расстояние наблюдалось между лошадьми траккененской породы и полукровными спортивными, которое составило 0,033, а самое высокое было выявлено между ганноверанами и полукровными спортивными лошадьми – 0,040, что свидетельствует о их меньшем генетическом сходстве. Однако во всех случаях указанные показатели различаются

незначительно, что подтверждает общность происхождения данных пород от потомков западноевропейской селекции.

INTERBREED DIFFERENTIATION OF RIDING HORSES BRED IN BELARUS BY 17 STR LOCI

A. N. Rudak, A. I. Herman, Y. I. Herman, M. A. Gorbukov,
V. I. Chavlytko

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze st., e-mail: belniig@tut.by)

Key words: riding horses, alleles, microsatellite DNA, population, heterozygosity, level of polymorphism.

Summary. Interbreed differentiation of riding horses bred in Belarus by 17 microsatellite DNA loci was studied.

It was found that the index of the number of effective alleles (level of polymorphism) was the highest in half-blood sport horses ($4,36 \pm 0,30$). This index was slightly lower in the Hanoverian breed population – $4,34 \pm 0,31$. The level of polymorphism in the Trakehner horses was $3,83 \pm 0,31$. This is primarily due to the relative closeness of its studbook, which leads to a decrease in the level of genetic diversity in the breed.

It was revealed that among three populations of riding horses, half-blood sport horses were in the most balanced state, as evidenced by the fixation index equal to $-0,011 \pm 0,02$, due to the high level of polymorphism ($4,36 \pm 0,30$).

The smallest genetic distance was observed between Trakehners and half-blood sport horses, which was 0,033, and the largest genetic distance was found between Hanoverians and half-blood sport horses – 0,040, which indicates their lesser genetic similarity. However, in all cases, these indicators differ slightly, which confirms the common origin of these breeds from the descendants of Western European selection.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Важнейшей задачей генетических исследований в животноводстве является совершенствование методов генотипической оценки животных, существенно влияющей на результативность селекционного процесса. Современные достижения в области молекулярной генетики, успехи в расшифровке генома лошади значительно расширили базу маркер-вспомогательной селекции и обусловили актуальность стратегии и тактики генетического мониторинга в коневодстве [1].

Изучение аллелофонда пород с последующим проведением анализа полученных данных необходимо для предотвращения снижения генетического разнообразия в субпопуляциях и породах, и его результаты могут быть использованы в селекционных программах по

совершенствованию существующих и выведению новых пород лошадей и внутривидовых типов.

Применение систематического генетического мониторинга в популяциях позволяет использовать многие возможности маркер-вспомогательной селекции, включая оценку внутривидовой дифференциации и селекции на гетерозис, что особенно актуально при разведении лошадей верховых пород. Данные о генетическом разнообразии позволяют также более обоснованно подойти к проблеме комплектования племенных хозяйств типичными для породы животными с разными аллелями с целью поддержания характерной для данной породы генетической структуры и достаточно высокого уровня гетерозиготности [2].

Характеристика генетической структуры популяции должна основываться, прежде всего, на оценке аллелофонда ее репродуктивной части, включая жеребцов-производителей и маток. Раздельный учет частот встречаемости типов и аллелей тестируемых локусов у жеребцов и племенных кобыл дает полную характеристику генетической структуры популяции и позволяет прогнозировать ее изменение в следующем поколении

Для оценки межпородной дифференциации популяций и пород наиболее часто используют два основных показателя – уровень полиморфности и степень гомозиготности (гетерозиготности), которые рассчитываются по каждому локусу и в среднем по всем протестированным полиморфным локусам [3].

Цель работы – оценить степень межпородной дифференциации верховых лошадей, разводимых в Беларуси.

Материал и методика исследований. Для выполнения ДНК-анализа были отобраны пробы биоматериала (волосы с луковицами) у лошадей траккененской ($n = 138$), ганноверской ($n = 60$) пород и полукровных спортивных лошадей ($n = 93$) отечественных и зарубежных генотипов, разводимых в ведущих хозяйствах республики.

Исследования биологического материала проводились в лаборатории молекулярной генетики и ДНК-тестирования РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» согласно технологии генотипирования лошадей по микросателлитным локусам ДНК [4]. Для определения межпородной дифференциации лошадей по STR-локусам были рассчитаны следующие показатели (с помощью Microsoft Office Excel, 2010): частота встречаемости аллелей, уровень полиморфности (A_e), наблюдаемая гетерозиготность (H_o), ожидаемая гетерозиготность (H_e), индекс фиксации Райта (F_{is}), индекс генетического сходства и генетические дистанции по следующим формулам (1, 2, 3, 4, 5, 6):

$$p = n/2 N, \quad (1)$$

где p – частота аллеля; n – число животных носителей данного аллеля; N – общее количество обследованных животных;

$$A_e = 1/\sum p_{ij}^2, \quad (2)$$

где A_e – уровень полиморфности (показатель числа действующих эффективных аллелей); p – частота встречаемости j аллеля для локуса i и суммирование распространяется на n аллелей;

$$H_o = h_j/n, \quad (3)$$

где H_o – наблюдаемая гетерозиготность по одному локусу; h_j – количество гетерозиготных генотипов в локусе; n – общее количество генотипов в локусе;

$$H_e = 1 - \sum p_i^2, \quad (4)$$

где H_e – ожидаемая гетерозиготность по одному локусу; p_i – частота встречаемости i -го аллеля;

$$F_{is} = (H_e - H_o)/H_e, \quad (5)$$

где F_{is} – индекс фиксации Райта; H_e – ожидаемая гетерозиготность; H_o – наблюдаемая гетерозиготность;

$$I = J_{xy}/\sqrt{(J_x * J_y)} = (\sum \sum X_{ij} Y_{ij}) / (\sqrt{(\sum X_{ij}^2 * \sum Y_{ij}^2)}), \quad (6)$$

где I – показатель генетической идентичности; X_{ij} и Y_{ij} – частоты i -х аллелей j -го локуса в популяциях X и Y соответственно.

Дистанция (D_n) равняется натуральному логарифму значения генетической идентичности со знаком «минус» [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Характеристика генетической дифференциации лошадей верховых пород по 17 STR-локусам представлена в таблице 1.

При изучении генетической дифференциации STR-локусов лошадей верховых пород выявлено, что в тракененской породе число идентифицированных аллелей (N_a) варьировало от 5 до 9 и в среднем составило $7,06 \pm 0,36$, в ганноверской породе и у полукровных спортивных лошадей – от 5 до 11 (средний показатель составил $7,35 \pm 0,43$ и $8,24 \pm 0,45$ соответственно).

Минимальное количество идентифицированных аллелей у лошадей тракененской породы наблюдалось в локусах HTG6 и HTG7, у лошадей ганноверской породы – в локусах АНТ4 и HTG7, у полукровных спортивных лошадей – также в локусе HTG7. Максимальное их количество в тракененской породе выявлено в локусах ASB17, CA425, HMS3, HTG10 и LEX3. В ганноверской породе максимальным указанный показатель был в локусе ASB17, у полукровных спортивных лошадей – в локусах ASB17 и LEX3.

Локус	Тракенская					Ганновская					Полукровные спортивные лошади				
	Na	Ho	He	Ae	Fis	Na	Ho	He	Ae	Fis	Na	Ho	He	Ae	Fis
AHT4	6	0,712	0,700	3,33	-0,0171	5	0,712	0,711	3,46	-0,0014	7	0,753	0,695	3,27	-0,08345
AHT5	6	0,784	0,794	4,85	0,0126	7	0,850	0,829	5,85	-0,0253	6	0,774	0,792	4,82	0,022727
ASB2	8	0,813	0,794	4,84	-0,0239	8	0,783	0,753	4,05	-0,0398	9	0,721	0,785	4,64	0,081529
ASB17	9	0,863	0,776	4,46	-0,1121	11	0,883	0,830	5,90	-0,0638	11	0,882	0,830	5,89	-0,06265
ASB23	6	0,863	0,796	4,90	-0,0842	6	0,783	0,791	4,78	0,0101	6	0,893	0,807	5,18	-0,10657
CA425	9	0,673	0,648	2,84	-0,0386	8	0,667	0,700	3,34	0,0471	9	0,817	0,749	4,00	-0,09079
HMS1	6	0,583	0,541	2,17	-0,0776	6	0,663	0,623	2,65	-0,0642	6	0,495	0,526	2,11	0,058935
HMS2	7	0,676	0,653	2,88	-0,0352	7	0,683	0,743	3,89	0,0808	8	0,710	0,750	4,00	0,053333
HMS3	9	0,863	0,835	6,04	-0,0335	10	0,817	0,847	6,52	0,0354	10	0,755	0,848	6,57	0,10967
HMS6	7	0,676	0,655	2,90	-0,0321	7	0,783	0,745	3,92	-0,0510	8	0,774	0,739	3,83	-0,04736
HMS7	6	0,742	0,807	5,18	0,0806	6	0,733	0,770	4,34	0,0481	7	0,763	0,731	3,73	-0,04378
HTG4	6	0,504	0,503	2,01	-0,0020	6	0,683	0,597	2,48	-0,1440	8	0,570	0,603	2,52	0,054726
HTG6	5	0,763	0,715	3,51	-0,0671	6	0,650	0,680	3,13	0,0441	9	0,774	0,742	3,88	-0,04313
HTG7	5	0,647	0,603	2,51	-0,0730	5	0,767	0,655	2,90	-0,1710	5	0,817	0,679	3,11	-0,20324
HTG10	9	0,683	0,680	3,12	-0,0044	9	0,833	0,825	5,73	-0,0097	10	0,849	0,824	5,70	-0,03034
VHL20	7	0,748	0,740	3,84	-0,0108	9	0,850	0,818	5,51	-0,0391	10	0,817	0,806	5,16	-0,01365
LEX3	9	0,590	0,826	5,75	0,2857	9	0,783	0,814	5,37	0,0381	11	0,700	0,824	5,68	0,150485
Среднее	7,06 ±0,36	0,720 ±0,01	0,710 ±0,01	3,83 ±0,31	-0,014 ±0,02	7,35 ±0,43	0,760 ±0,02	0,749 ±0,02	4,34 ±0,31	-0,018 ±0,02	8,24 ±0,45	0,757 ±0,02	0,749 ±0,02	4,36 ±0,30	-0,011 ±0,02

Таблица 1 – Генетико-популяционные характеристики лошадей верховых пород по 17 локусам микросателлитов ДНК

В исследуемой группе лошадей трактененской породы наблюдаемая гетерозиготность (Ho) варьировала от 50,4 % (локус HTG4) до 86,3 % (локусы ASB17, ASB23 и HMS3), а ожидаемая (He) – от 50,3 % (локус HTG4) до 82,6 % (локус LEX3). В 14 локусах из 17 наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую, лишь в трех локусах (АНТ5, HMS7 и LEX3) ожидаемая гетерозиготность была выше наблюдаемой.

В популяции лошадей ганноверской породы показатель наблюдаемой гетерозиготности (Ho) находился в пределах от 65,0 % (локус HTG6) до 88,3 % (локус HTG10). Самый низкий показатель ожидаемой гетерозиготности (He) выявлен в локусе HTG4 (59,7 %), а наиболее высокий – в локусе HMS3 (84,7 %). В отличие от лошадей трактененской породы здесь в 10 локусах из 17 наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую.

Наиболее низкий показатель наблюдаемой гетерозиготности (Ho) у полукровных спортивных лошадей оказался в локусе HMS1 (49,5 %), а самый высокий – в микросателлитном локусе ASB23 (89,3 %). Ожидаемая гетерозиготность варьировала в пределах от 52,6 % (локус HMS1) до 84,8 % (локус HMS3). Здесь также, как и в ганноверской породе, в 10 локусах из 17 наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую.

Показатель числа действующих эффективных аллелей (уровень полиморфности, Ae) был наиболее высоким у полукровных спортивных лошадей ($4,36 \pm 0,30$). Несколько ниже он оказался в популяции лошадей ганноверской породы – $4,34 \pm 0,31$. У лошадей трактененской породы уровень полиморфности составил $3,83 \pm 0,31$. Это, в первую очередь, связано с относительной закрытостью ее студбука, что ведет к снижению уровня генетического разнообразия в породе.

Анализ индекса фиксации (Fis) у лошадей трактененской породы показал, что локусы АНТ5, HMS7 и LEX3 отличаются смещением равновесия в сторону недостатка гетерозигот (минимальное значение $Fis = 0,0126$ в локусе АНТ5 и максимальное $Fis = 0,2858$ в локусе LEX3). В среднем по породе показатель Fis составил $-0,014 \pm 0,02$, что указывает на избыток гетерозигот в пределах субпопуляции по сравнению с ожидаемым значением в состоянии HWE.

У лошадей ганноверской породы смещением равновесия в сторону недостатка гетерозигот отличаются локусы ASB23, CA425, HMS2, HMS3, HMS7, HTG6 и LEX3, однако указанный показатель был невысоким, колебания составили 0,0101-0,0807. В среднем по 17 локусам индекс фиксации в породе отмечен на уровне $-0,018 \pm 0,02$, что свидетельствует о достаточном количестве гетерозиготных генотипов в исследуемой популяции.

Положительный индекс Fis отмечен у полукровных спортивных лошадей в локусах АНТ5, ASB2, HMS1, HMS2, HMS3, HTG4 и VHL20 (от 0,0227 – в локусе АНТ5 до 0,1505 – в локусе VHL20). В среднем по 17 локусам указанный показатель составил $-0,011 \pm 0,02$.

В целом следует отметить, что из трех популяций лошадей верховых пород в наиболее равновесном состоянии находятся полукровные спортивные лошади, о чем свидетельствует индекс фиксации равный $-0,011 \pm 0,02$, обусловленный высоким показателем уровня полиморфности ($4,36 \pm 0,30$).

После изучения генетической дифференциации лошадей по 17 STR-локусам был проведен кластерный анализ генетических расстояний между изучаемыми породами, который позволяет определить их генетическое сходство. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Генетические дистанции (нижняя диагональ) и генетическое сходство (верхняя диагональ) лошадей верховых пород по STR-локусам

Породы	Тракененская	Ганноверская	Полукровные спортивные лошади
Тракененская	-	0,919	0,927
Ганноверская	0,037	-	0,913
Полукровные спортивные лошади	0,033	0,040	-

В результате проведенных исследований установлено, что наименьшее генетическое расстояние наблюдалась между лошадьми тракененской породы и полукровными спортивными и составило 0,033, а самое высокое генетическое расстояние было выявлено между ганноверанами и полукровными спортивными лошадьми – 0,040, что свидетельствует об их меньшем генетическом сходстве. Однако во всех случаях указанные показатели различались незначительно, что подтверждает общность происхождения данных пород от немецкого корня.

Полученные данные также могут свидетельствовать о возможном сокращении генетического разнообразия в популяции лошадей верховых пород, разводимых в Беларуси, в связи с сокращением их поголовья.

Заключение. В результате исследований установлено, что показатель числа действующих эффективных аллелей (уровень полиморфности) был наиболее высоким у полукровных спортивных лошадей ($4,36 \pm 0,30$). Несколько ниже данный показатель оказался в популяции лошадей ганноверской породы – $4,34 \pm 0,31$. У лошадей тракененской породы уровень полиморфности составил $3,83 \pm 0,31$. Это в первую очередь связано с относительной закрытостью ее студбука, что ведет к снижению уровня генетического разнообразия в породе.

Выявлено, что из трех популяций лошадей верховых пород в наиболее равновесном состоянии находятся полукровные спортивные лошади, о чем свидетельствует индекс фиксации равный $-0,011 \pm 0,02$, обусловленный высоким показателем уровня полиморфности ($4,36 \pm 0,30$).

Наименьшее генетическое расстояние наблюдалось между лошадьми тракененской породы и полукровными спортивными, которое составило 0,033, а самое высокое генетическое расстояние было выявлено между ганноверанами и полукровными спортивными лошадьми – 0,040, что свидетельствует о их меньшем генетическом сходстве. Однако во всех случаях указанные показатели различаются незначительно, что подтверждает общность происхождения данных пород от потомков западноевропейской селекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храброва, Л. А. Теоретические и практические аспекты генетического мониторинга в коневодстве: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.07 / Л. А. Храброва; ВНИИК. – Дивово, 2011. – 38 с.
2. Храброва, Л. А. Использование ДНК-технологий в коневодстве / Л. А. Храброва // Эффективное животноводство. – 2015. – № 6 (115). – С. 13-17.
3. Храброва, Л. А. Характеристика популяций лошадей чистокровной верховой породы по микросателлитам ДНК / Л. А. Храброва, М. А. Зайцева // Актуальные проблемы развития животноводства на современном этапе. Межвузовские научные труды. – СПб., 2006. – С. 46-50.
4. Шейко, И. П. Технология генотипирования лошадей по микросателлитным локусам ДНК: мет. рекомендации / И. П. Шейко; РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»; сост. И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2016. – 18 с.
5. Методы генетической сертификации лошадей по полиморфным системам крови: мет. указания / ГНУ ВНИИК; сост. Л. А. Храброва [и др.]. – Дивово, 2010. – 70 с.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ РАЦИОНОВ, ОБОГАЩЕННЫХ МУЛЬТИЭНЗИМНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

**С. Н. Семенов², В. Ю. Горчаков¹, О. Н. Воронис¹, А. В. Голубцов²,
Ю. В. Лимарченко²**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

г. Воронеж, Российская Федерация (Российская Федерация, 394077,

г. Воронеж, ул. Мичурина, 1; e-mail: main@veterin.vsau.ru)

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, биологически активные вещества, кормовая добавка, мультиэнзимы.

Аннотация. Была изучена эффективность влияния биологически активных веществ на основе эндо-1,4-β-ксилаказы, эндо-1,3(4)-β-глюканазы, α-амилазы, протеазы и δ-фитазы, включенных в основной рацион, на продуктивность цыплят-бройлеров кросса Росс 308. В ходе проведенных исследований установлено, что использование в рационах цыплят-бройлеров мультиэнзимной композиции из расчета 200 г на 1 т корма способствует формированию конечной разницы в массе в 4,88 % в 40-дневном возрасте между опытной и контрольной группами. Масса птицы при этом составила в опытной группе 2598,84 г. Опытная группа превосходила контрольную по средней массе мышечной ткани на 6,75 %, а по массе грудных мышц – на 7,83 %. Содержание сухого вещества в грудных мышцах опытной группы было выше контрольных значений на 0,30 %. Выход тушек 1 сорта отмечен в опытной группе, составил 97,1 %, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 95,7 %. Использование мультиэнзимной композиции обеспечило уровень сохранности поголовья в 98,5 %. Уровень рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров в опытной группе составил 19,43 %, что на 5,54 %, выше контрольной группы.

PRODUCTION INDICATORS OF BROILER CHICKENS ON THE BACKGROUND OF DIETS ENRICHED WITH MULTI-ENZYME COMPONENTS

S. N. Semenov², V. Yu. Gorchakov¹, O. N. Voronis¹, A. V. Golubtsov²,
Yu. V. Limarchenko²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great
Voronezh, Russian Federation (Russian Federation, 394077, Voronezh, 1 Michurina St.; email: main@veterin.vsau.ru)

Key words: broiler chickens, biologically active substances, feed additive, multi-enzymes.

Summary. The effectiveness of the influence of biologically active substances based on endo-1,4- β -xylanase, endo-1,3(4)- β -glucanase, α -amylase, protease and δ -phytase included in the main diet on the productivity of broiler chickens was studied cross Ross 308. In the course of the studies, it was found that the use of a multi-enzyme composition in the diets of broiler chickens at the rate of 200 g per 1 ton of feed contributes to the formation of a final difference in weight of 4,88 % at 40 days of age between the experimental and control groups. The weight of the bird in this case was 2598,84 grams in the experimental group. The experimental group exceeded the control group in the average mass of muscle tissue by 6,75 %, and in the mass of the pectoral muscles by 7,83 %. The content of dry matter in the pectoral muscles of the experimental group was higher than the control values by 0,30 %. The yield of carcasses of the 1st grade was noted in the experimental group and amounted to 97,1 %, while in the control group this figure was 95,7 %. The use of a multi-enzyme composition ensured a livestock safety level of 98,5 %. The level of profitability of broiler meat production in the experimental group was 19,43 %, which is 5,54 % higher than the control group.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Реализуемая в настоящее время на территории Евразийского экономического сообщества программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции предусматривает решение ряда ключевых задач в агропромышленной сфере. Среди стратегических целей обеспечения продовольственной безопасности стран-членов ЕврАзЭС важное место занимает развитие птицеводства. Одно из главных достоинств сельскохозяйственной птицы состоит в том, что ее промышленное разведение дает возможность получать высококачественную, диетическую продукцию при высокой экономической рентабельности производства. Однако успешное ведение промышленного птицеводства невозможно без использования современных

технологических, генетических, фармакологических и иных инновационных подходов, позволяющих поддерживать конкурентоспособность предприятия [1, 4].

Динамичное развитие птицеводства устанавливает новые требования к балансу питательных веществ при выращивании высокопродуктивных пород и гибридов птицы. В этом отношении особенно важно улучшить биодоступность компонентов кормовых рационов в технологии кормления домашней птицы. В то же время последние годы существенно возросла доля ввода в состав комбикормов для птицы пшеницы, ячменя, овса, жмыха и отрубей. Применение этих зерновых ингредиентов в большом количестве увеличивает в рационах содержание клетчатки и ингибиторов пищеварительных ферментов, ухудшающих переваривание и всасывание питательных веществ. В связи с этим для птицеводства особенно актуально обогащение рационов ферментными препаратами, расщепляющими оболочку растительных клеток, в результате чего увеличивается доступ к их питательным веществам [3, 6, 7].

При этом увеличивается потребление корма и, как следствие, приросты, повышается доступность протеина, улучшается усвоение фитат-связанных минералов и протеинов.

Использование современных знаний о потребностях в питании и энергии, а также организация, основанная на этом рациональном кормлении птицы, могут значительно повысить продуктивность и эффективность использования кормов для бройлеров.

В последние годы ситуация с кормовой базой значительно изменилась в стране, что побудило специалистов переходить к новой структуре некоторых кормов с учетом детального изучения анатомических, физиологических и биохимических, особенностей сельскохозяйственной птицы [2, 5, 8].

Учитывая остроту проблематики, ее прикладное и научное значение, востребованность у лидеров сектора бройлерного птицеводства, можно говорить о том, что вопросы использования биологически активных веществ для повышения продуктивности цыплят-бройлеров являются актуальными и требуют изучения.

Цель работы – изучить эффективность использования биологически активных веществ на основе эндо-1,4- β -ксилаказы, эндо-1,3(4)- β -глюканазы, α -амилазы, протеазы и δ -фитазы, включенных в основной рацион, на продуктивность цыплят-бройлеров в условиях ООО «Липецкптица» Липецкого района Липецкой области.

Материал и методика исследований. Экспериментальная часть работы, выполненная в условиях передовых птицеводческих хозяйств, включала в себя испытание новой кормовой добавки на основе эндо-1,4-

β-ксилазазы, эндо-1,3(4)-β-глюканазы, α-амилазы, протеазы и δ-фитазы. Методом групп-аналогов было сформировано две группы по 1000 голов цыплят-бройлеров кросса Росс 308 в каждой. В рационе птиц контрольной группы присутствовал только основной полноценный комбикорм, используемый в хозяйстве и рекомендованный ВНИТИП. Для птицы опытной группы в дополнение к основному рациону, используемому в хозяйстве в течение всего периода выращивания, задавали мультиэнзимную кормовую композицию из расчета 200 г на тонну корма. Для оценки эффективности кормления проводили сравнение групп по динамике живой массы, абсолютному приросту живой массы, динамике среднесуточного прироста живой массы, сохранности цыплят-бройлеров, убойному выходу, сортовому составу тушек, результатам анатомической разделки тушек, химическому составу грудных мышц и результатам органолептической оценки бульона.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование в рационах цыплят-бройлеров опытной группы изучаемой ферментной кормовой добавки положительно влияет на их живую массу (таблица 1). Из приведенных данных видно, что живая масса цыплят-бройлеров в суточном возрасте были практически на одном уровне. В 7-дневном возрасте опытная группа цыплят превосходила по массе контрольные значения на 1,73 %, в 14-дневном – 2,26 %, в 21-дневном возрасте – 3,54 %, в 28-дневном разница составила 4,03 %, в 35-дневном возрасте масса птицы опытной группы оказалась на 4,95 % выше контрольных значений. В возрасте 40 дней конечная разница в массе составила 4,88 % между двумя группами.

Таким образом, ферментная добавка, введенная в рацион, оказала стимулирующее воздействие на показатели живой массы цыплят-бройлеров в течение всего периода выращивания.

Таблица 1 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г

Возраст, дней	Группа	
	контрольная	опытная
1	42,18 ± 1,02	42,69 ± 1,05
7	160,52 ± 0,99	163,30 ± 1,0
14	374,35 ± 0,98	382,80 ± 0,75
21	741,46 ± 1,05	767,74 ± 1,01
28	1303,12 ± 1,63	1355,66 ± 1,58
35	1957,44 ± 1,22	2054,37 ± 1,84
40	2477,86 ± 2,0	2598,84 ± 1,25

Для более полной характеристики роста подопытных цыплят-бройлеров была изучена динамика абсолютного прироста живой массы (таблица 2). В процессе исследования установлено, что в период с 8- по 14-дневный возраст данный показатель у опытной группы был выше на

2,65 %. С 22-28-дневного возраста разница оказалась на уровне 4,68 %, а за весь период выращивания абсолютный прирост живой массы цыплят-бройлеров опытной группы превышал контрольные значения на 4,95 % (таблица 2).

Таблица 2 – Абсолютный прирост живой массы, г

Возрастной период, дней	Группа	
	контрольная	опытная
1-7	118,34 ± 0,89	120,61 ± 0,76
8-14	213,83 ± 0,55	219,50 ± 0,49
15-21	367,11 ± 1,01	384,94 ± 1,24
22-28	561,66 ± 1,57	587,92 ± 1,09
29-35	654,32 ± 1,43	698,71 ± 1,12
36-40	520,42 ± 2,04	544,47 ± 1,61
1-40	2435,68 ± 2,31	2556,15 ± 1,50

Одним из нормативных показателей откорма цыплят-бройлеров является среднесуточный прирост живой массы (таблица 3). В данном опыте установлено, что интенсивность роста птицы под действием комплексной ферментной добавки была выше контрольных значений. Как видно из данных таблицы 3, наиболее существенная разница между группами наблюдалась в возрасте 15-21 дня, 29-35 дней и 36-40 дней. Так, в первом случае она составила 4,86 %, во втором – 6,78 %, и в третьем – 4,62 %.

Таблица 3 – Динамика среднесуточного прироста живой массы, г

Возрастной период, дней	Группа	
	контрольная	опытная
1-7	16,90 ± 0,10	17,23 ± 0,14
8-14	30,55 ± 0,11	31,36 ± 0,13
15-21	52,44 ± 0,10	54,99 ± 0,11
22-28	80,24 ± 0,37	83,99 ± 0,17
29-35	93,47 ± 0,55	99,81 ± 0,36
36-40	104,08 ± 0,82	108,88 ± 1,0
1-40	60,89 ± 1,11	63,89 ± 0,99

При производстве мяса птицы одним из ключевых показателей является ее сохранность в период выращивания. Высокие показатели сохранности способствуют снижению производственных затрат и повышают эффективность производства. Из полученных данных видно, что сохранность цыплят-бройлеров в контроле составила 96,0 %, при этом использование мультиэнзимной композиции обеспечило уровень сохранности поголовья в 98,5 %.

Результаты контрольного убоя цыплят-бройлеров приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты убоя цыплят-бройлеров

Группа	Предубойная живая масса, г	Масса потрошеной тушки, г	Убойный выход, %
Контроль	2477,86 ± 3,44	1754,27 ± 2,68	72,32
Опыт	2598,84 ± 8,91	1857,56 ± 9,07	72,99

Как видно из данных, приведенных в таблице 4, предубойная живая масса птицы на фоне применения экспериментальной кормовой добавки, включающей в себя группу ферментов, оказалась выше контрольных значений на 4,88 %. По массе потрошенных тушек превосходство опытной группы над контрольной составило 5,89 %, а убойный выход у этой же группы птицы оказался выше на 0,67 п. п.

Результаты исследований указывают, что наибольший выход тушек 1 сорта отмечен в опытной группе – 97,1 %, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 95,7 %. Соответственно тушек 2 сорта оказалось 4,3 % в группе контрольной птицы и 2,9 % в группе опытного поголовья птицы. Нестандартных тушек в обеих группах получено не было.

Анализ анатомической разделки цыплят-бройлеров, участвовавших в исследованиях, продемонстрировал следующую динамику (таблица 5). В исследованиях установлено, что опытная группа превосходила контрольную по средней массе мышечной ткани на 6,75 %, а по массе грудных мышц – на 7,83 %. По соотношению грудных мышц ко всем мышцам тушки контрольная группа уступила опытной на 0,51 п. п.

Таблица 5 – Результаты анатомической разделки тушек цыплят-бройлеров

Сорт тушек	Группа	
	Контроль	Опыт
Масса потрошеной тушки, г	1754,27 ± 2,68	1857,56 ± 9,07
Масса мышц, г	1124,48 ± 2,13	1200,55 ± 3,82
Масса грудных мышц, г	488,93 ± 2,54	527,19 ± 4,10
Соотношение грудных мышц к мышечной массе, %	43,48	43,99

Данные химического анализа грудных мышц цыплят-бройлеров опытной группы показали, что содержание сухого вещества было выше контрольных значений на 0,30 п. п (таблица 6). По органическому веществу разница также оказалась в пользу опытной группы в 0,33 %. Увеличение содержания сухого вещества стало возможным за счет увеличения количества белка (разница в 0,41 п. п.). По другим показателям очевидной разницы выявлено не было.

Таблица 6 – Химический состав грудных мышц

Показатель	Группа	
	Контроль	Опыт
Влага, %	73,51	73,21
Сухое вещество, %	26,49	26,79
Органическое вещество, %	25,48	25,81
Белок, %	22,62	23,03
Жир, %	2,86	2,78
Зола, %	1,01	0,98
Энергетическая питательность, МДж/кг	4,99 ± 0,10	5,03 ± 0,10

Качество мясного бульона оценивали по следующим показателям: аромат (запах), вкус, прозрачность и цвет, крепость (наваристость). Анализируя приведенные в таблице 7 данные, можно отметить, что более высокие оценки качества бульона отмечаются в опытной группе. Общая оценка качества бульона по запаху, вкусу, прозрачности, цвету и крепости была выше в опытной группе и составила 4,65 баллов, а в контрольной группе – 4,15 баллов.

Таблица 7 – Результаты органолептической оценки бульона

Показатель	Группа	
	контроль	опыт
Аромат	4,06 ± 0,09	4,53 ± 0,07
Вкус	4,12 ± 0,10	4,87 ± 0,09
Прозрачность	4,28 ± 0,05	4,71 ± 0,02
Наваристость	4,14 ± 0,08	4,49 ± 0,08
Общий балл	4,15 ± 0,10	4,65 ± 0,11

Проведенная экономическая оценка результатов, полученных в научно-хозяйственном опыте, показала, что использование в рационах цыплят-бройлеров опытной группы комплексного ферментного препарата способствовало увеличению среднесуточного прироста живой массы соответственно на 4,94 % по сравнению с аналогами контрольной группы. По выходу мясопродуктов опытная группа цыплят-бройлеров превосходили контрольную группу на 10,31 %.

Закключение. Мясо цыплят-бройлеров, потреблявших в своих рационах мультиэнзимную композицию, включающую эндо-1,4-β-ксилазы, эндо-1,3(4)-β-глюканазы, α-амилазы, протеазы и δ-фитазы, характеризовалось более высокой пищевой и биологической ценностью, а также обладало лучшими кулинарно-технологическими свойствами. Введение в рационы цыплят-бройлеров опытных групп источника ферментов позволяет повысить экономическую эффективность производства мяса цыплят-бройлеров за счет увеличения динамики роста птицы опытной группы. Масса птицы опытной группы в 40 дней составила группе 2598,84 г, что на 4,88 % больше, чем в контрольной. Опытная

группа превосходила контрольную по средней массе мышечной ткани на 6,75 %, а по массе грудных мышц – на 7,83 %. Содержание сухого вещества в грудных мышцах опытной группы было выше контрольных значений на 0,30 п. п. Выход тушек 1 сорта отмечен в опытной группе, составил 97,1 %, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 95,7 %. Использование мультиэнзимной композиции обеспечило уровень сохранности поголовья в 98,5 %. Уровень рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров в опытной группе составил 19,43 %, что на 5,54 %, выше, чем в контрольной группе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветеринарно-санитарные показатели животноводческой продукции при использовании инновационных кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птицы / С. Н. Семенов [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, 2022. – 139 с.
2. Головкин, А. Экономический эффект от применения добавки ФАКС-1 [Текст] / А. Головкин, И. Бойко // Птицеводство. – 2012. – № 8. – С. 37-38.
3. Данилова, Н. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов [Текст] / Н. С. Данилова. – М.: КолосС, 2008. – 280 с.
4. Препараты Коретон и Биокоретон-Форте в комбикормах для цыплят-бройлеров [Текст] / И. Егоров [и др.] // Птицеводство. – 2013. – № 1. – С. 23-27.
5. Повышение мясной продуктивности и качества мяса цыплят-бройлеров при введении в их рационы биологически активных добавок [Текст] / Д. А. Злепкин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 133-136.
6. Мармурова, О. М. Методическое пособие по ветеринарно-санитарной оценке мяса перепелов на фоне применения селенорганического препарата ДАФС-25 / О. М. Мармурова, С. Н. Семенов. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, 2012. – 14 с.
7. Проскурина, И. В. Ветеринарно-санитарные показатели мяса перепелов при использовании новых биологически активных компонентов рациона / И. В. Проскурина, С. Н. Семенов, А. В. Аристов // Интеграция образования, науки и практики в АПК: проблемы и перспективы: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Луганской Народной Республики. – Луганск: ГОУ ВО Луганский государственный аграрный университет, 2021. – С. 110-112.
8. Современные подходы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы: Монография / А. В. Аристов [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, 2019. – 203 с.

СЕЛЕКОРД-2000 – КОРМОВАЯ СЕЛЕНОСОДЕРЖАЩАЯ ДОБАВКА

А. Д. Сенько

РУП «Опытная научная станция по птицеводству»

г. Заславль, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223036,

г. Заславль, ул. Юбилейная, 2а; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Ключевые слова: куры-несушки, яйценоскость, затраты корма, масса яиц, кормовые дрожжи, органический селен, толщина скорлупы.

Аннотация. Проведены производственные испытания кормовых дрожжей в рационе кур-несушек. Разработана инструкция по применению кормовых дрожжей в рационах ремонтного молодняка и кур-несушек.

Дрожжи, обогащенные селеном, при использовании в рационах в дозировке 0,01 % не оказывают негативного влияния на жизнеспособность и сохранность кур-несушек. Случаев выбытия кур не установлено. В базовом варианте, как и в контрольном, сохранность птицы составляла 100,0 %.

Учет количества яиц с дефектами скорлупы (битые яйца, яйца без скорлупы) показал, что, несмотря на некоторое снижение толщины скорлупы яиц в опытном варианте, количество яиц с поврежденной скорлупой во 2-й группе сократилось с 0,62 до 0,57 %, а число яиц без скорлупы – с 0,48 до 0,34 %.

Ввод в состав комбикорма 0,01 % (100 г на 1 т комбикорма) дрожжей кормовых, обогащенных селеном, «Селекорд-2000» повысил стоимость 1 т комбикорма на 0,6 %. Однако, благодаря более высокой яйценоскости и снижению количества нетоварного яйца в опытном варианте, себестоимость 1000 яиц во 2-й группе была несколько ниже контроля.

SELEKORD-2000 – FEED SLENIUM-CONTAINING ADDITIVE

A. D. Senko

RUE «Experimental scientific station of poultry breeding»

Zaslavl, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223036, Zaslavl,

2a Ubileinaya st.; e-mail: onsptitsa@tut.by)

Key words: laying hens, egg production, feed costs, egg weight, fodder yeast, organic selenium, shell thickness.

Summary. Production tests of feed yeast in the diet of laying hens were carried out. The instructions for the use of feed yeast in the diets of repair young and laying hens have been developed.

Yeast enriched with selenium, when used in diets at a dosage of 0,01 %, does not adversely affect the viability and safety of laying hens. No cases of chicken disposal have been established. In the basic version, as in the control, the safety of the bird was 100,0 %.

Accounting for the number of eggs with shell defects (broken eggs, eggs without shells) showed that, despite a slight decrease in the thickness of the egg shell in the experimental version, the number of eggs with damaged shells in group 2 decreased from 0,62 to 0,57 %, and the number of eggs without shells – from 0,48 to 0,34 %.

The introduction of 0,01 % (100 g per 1 ton of compound feed) of selenium-enriched feed yeast into the compound feed, Selekdord-2000 increased the cost of 1 ton of compound feed by 0,6 %. However, due to higher egg production and a decrease in the number of non-cooked eggs in the experimental version, the cost of 1000 eggs in the 2nd group was slightly lower than the control.

(Поступила в редакцию 22.05.2023 г.)

Введение. Из микроэлементов, содержание которых нормируется в рационах для кур, селен является одним из важных. Нехватка селена может приводить к изменению и нарушению микроциркуляции и увеличению проницаемости капиллярных и клеточных мембран, что выражается в явлениях застойной гиперемии, кровоизлияниях и отечности. Также изменяются функциональные структуры клеток и в результате этого может наступить некроз [1, 2]. При недостатке селена в рационе цыплят возникают предпосылки к дегенерации и фиброзу поджелудочной железы, следствием чего является нарушение всасывания липидов, в т. ч. и витамина Е [3]. Кроме этого, данный микроэлемент играет значительную роль в процессах биологического окисления и снижения образования перекиси водорода в печени [4].

Болезни, вызванные недостатком селена, и селеновый токсикоз у птиц наносят значительный экономический ущерб птицеводству. Во многих странах мира обнаружены биохимические зоны с очень низким или, наоборот, с очень высоким содержанием селена в почвах и растениях. Очевидно, наступило время, когда при кормлении птицы необходимо проводить регулярные анализы кормов на содержание селена. Оптимальным уровнем селена в кормах для птиц можно считать 0,1-0,3 мг/кг, недостаточным – менее 0,1 мг/кг, токсическим – более 3 мг/кг [5].

В Классификаторе сырья и продукции комбикормовой промышленности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь приведены нормативы содержания селена в премиксах для птицы различных видов, возрастов и кроссов [6]. Поэтому в наших исследованиях при определении рабочих дозировок селена в кормах для кур-несушек мы во многом следовали этим нормативам.

Есть сведения, что применение в кормлении кур-несушек органической формы селена способствуют повышению переваримости питательных веществ, нормализации показателей гомеостаза, увеличению яйценоскости, массы яиц и улучшению морфологических свойств яиц [7].

С развитием микробиологической промышленности возникла возможность замены в премиксах минерального селена (в виде селенита или селената натрия) на селен органического происхождения (в виде селенометионина, селеноцистеина).

Результаты экспериментов по замене в кормах для птицы минерального селена на органический позволяют утверждать, что такой прием способствует увеличению интенсивности яйценоскости кур и массы яиц [8, 9, 10], а также снижению затрат корма, как в расчете на 10 яиц, так и на 1 кг яичной массы [11].

Сотрудниками Института микробиологии НАН Беларуси разрабатывается технология производства дрожжей, обогащенных селеном. Итоговый продукт по прогнозным показателям может являться полноценной заменой импортируемым в страну препаратам.

Цель работы – изучить влияние нормы ввода кормовых дрожжей, обогащенных селеном в рационы кур-несушек, оценке качества яиц, получавших кормовые дрожжи.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в отделе кормления РУП «Опытная научная станция по птицеводству» и на базе участка «Генофонд» «ОАО 1-я Минская птицефабрика». Исследования проводили на курах отечественного кросса яичного направления продуктивности.

Материалом для исследования служили инактивированные дрожжи адаптированного к селену штамма *Candida stellimalicola* 4-ASE с содержанием селена 2000 мг/кг («Селекорд-2000»). Разработчик дрожжей, обогащенных селеном, – Государственное научное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси».

Изучаемыми показателями в работе являлись: сохранность поголовья – ежедневным учетом выбывшей птицы; живая масса кур – индивидуальным взвешиванием 10 голов из группы в начале и в конце опыта; потребление кормов – ежедневным учетом заданных кормов и снятием остатков корма в конце опыта; яйценоскость птицы – ежедневным учетом яйца; масса яиц – ежемесячным взвешиванием 5-дневного валового сбора яиц; затраты корма на 10 яиц; затраты корма на 1 кг яичной массы; выход яичной массы на 1 голову; морфологические показатели яиц – методами их определения служили специальные приборы; содержание селена в яйце – по методикам РУП «Научно-практический центр гигиены».

Отличие комбикормов контрольной и опытной группы состоит в том, что контрольный комбикорм без добавок, а в опытный присутствуют дрожжи «Селекорд-2000», обогащенные органическим селеном.

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения производственных испытаний были сформированы 2 группы несушек отечественного кросса. Куры-несушки 1-й группы (базовый вариант) получали полнорационный комбикорм с содержанием селена 0,2 мг/кг комбикорма (200 мг в 1 т комбикорма) (стандартный премикс с селени- том натрия).

Куры-несушки 2-й группы (новый вариант) получали полнораци- онный комбикорм для кур-несушек с содержанием 0,2 мг/кг комби- корма органического селена (200 мг в 1 т комбикорма). Ввод 0,10 кг се- леносодержащих дрожжей на 1 т комбикорма.

В таблице 1 приведены зоотехнические показатели производствен- ных испытаний.

Учитывая, что по итогам производственной проверки мы будем рассматривать не разницу между группами по живой массе, а динамику ее изменения за время опыта, считаем, что это расхождение не повлияет на интерпретацию полученных результатов.

Таблица 1 – Продуктивные показатели кур-несушек

Показатели	Группы	
	1 (контроль)	2 (опыт)
Количество дрожжей в рационе, %	-	0,01
Выбыло кур, гол.	-	-
Сохранность, %	100,0	100,0
Живая масса кур в начале испытаний, г	1950 ± 49,1	1898 ± 41,2
Живая масса кур в конце испытаний, г	1952 ± 45,7	1902 ± 30,7
Интенсивность яйценоскости, %	78,0	79,3
Затраты кормов: на 1 к/день, г	118,0	120,0
на 10 яиц, кг	1,51	1,51
на 1 кг яичной массы, кг	2,43	2,44
Средняя масса яиц, г	62,3 ± 0,17	62,1 ± 0,17
Выделено яичной массы несушкой, кг	4,13	4,19

Дрожжи, обогащенные селеном, при использовании в рационах в дозировке 0,01 % не оказывают негативного влияния на жизнеспособ- ность и сохранность кур-несушек. Случаев выбытия кур не установлено. В базовом варианте, как и в контрольном, сохранность птицы состав- ляла 100,0 %.

В начале производственных испытаний живая масса несушек в контрольном варианте составила 1950 г, а в опытном варианте – 1898 г. К завершению испытаний живая масса птицы практически не измени- лась (1952 г в контроле и 1902 г в опыте). Эти данные свидетельствуют о сбалансированности питания кур-несушек, и использование кормовых дрожжей Селекорд-2000 не нарушает этого баланса.

Зафиксировано повышение яйценоскости кур-несушек, потреб- ливших кормовые дрожжи Селекорд-2000 взамен селенита натрия.

Куры-несушки во 2-й группе увеличили интенсивность яйценоскости на 1,3 % – с 78,0 до 79,3 %.

Поскольку среднесуточный расход корма у птицы, получавшей дрожжи с селеном, был выше, чем в 1-й группе, на 1,7 %, то конверсия корма в расчете на 10 яиц оказалась на уровне контрольного значения и составила 1,51 кг.

Средняя масса яиц у контрольных кур-несушек составила 62,3 г, что было выше на 0,2 г, чем во 2-й группе. Затраты корма в расчете на 1 кг яичной массы в контроле составили 2,43 кг против 2,44 кг в опытном варианте.

Вследствие увеличения интенсивности яйценоскости опытной птицы выход яичной массы на 1 голову во 2-й группе был выше на 1,5 %, чем в контроле.

В ходе проведения производственных испытаний были изучены морфологические показатели яиц. Для их определения были отобраны 2 образца яиц по 15 яиц в каждом образце.

Изучение морфологических характеристик яиц проводили с помощью комплекса приборов.

Результаты, полученные при проведении морфологического исследования яиц, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические показатели яиц

Показатели	Группы	
	1 (контроль)	2 (опыт)
Количество дрожжей в 1 т комбикорма, кг	-	0,1
Содержание селена в 1 т комбикорма, мг	200,0 (неорг.)	200,0 (орг.)
Индекс формы	82 ± 0,7	78 ± 0,8**
Отношение массы белка к массе желтка	2,48 ± 0,07	2,53 ± 0,09
Толщина скорлупы, мкм	385 ± 11,7	363 ± 8,6
Индекс белка	0,077 ± 0,005	0,071 ± 0,005
Индекс желтка	0,468 ± 0,009	0,464 ± 0,009
Масса скорлупы, г	7,3 ± 0,16	7,3 ± 0,33
Масса желтка, г	16,7 ± 0,33	16,5 ± 0,35
Масса белка, г	41,5 ± 1,71	41,3 ± 1,2

*Примечание – Разница между группами достоверна при $*P \leq 0,01$;*

*** $P \leq 0,05$*

В ходе проведения морфологического исследования яйца установлено, что в яйцах из опытной группы произошла оптимизация индекса формы. Этот показатель достоверно ($P \leq 0,05$) снизился с 82 до 78 при нормативе для куриных яиц 70-81.

Отмечены тенденции к снижению в опытном варианте толщины скорлупы яиц с 385 до 363 мкм и увеличению соотношения между белком и желтком в яйце с 2,48 до 2,53. Это согласуется с данными,

полученными нами ранее, когда при использовании селеносодержащих дрожжей в дозировке 0,01 % также было установлено уменьшение толщины скорлупы в сравнении с контрольным вариантом с 353 до 346 мкм. Несмотря на некоторое снижение показатель толщины скорлупы яиц, полученных от птицы 2-й группы, не только соответствует нормативу (330-350 мкм), но и несколько его превышает.

Индекс белка и индекс желтка в яйце изменился незначительно. Не отмечено достоверных различий по массе составных частей яйца.

Содержание селена в яйцах, полученных от несушек, потреблявших комбикорма с селеносодержащими дрожжами отечественного производства, составляет $205,00 \pm 75,03 - 312,77 \pm 66,93$ мкг/кг, или 20,50-31,28 мкг/100 г, что не уступает аналогам, производимым в стране за счет использования селеносодержащих кормовых добавок иностранного производства.

Заключение. В ходе выполнения производственных испытаний было выявлено что дрожжи, обогащенные селеном, при использовании в рационах в дозировке 0,01 % не оказывают негативного влияния на жизнеспособность и сохранность кур-несушек. Сохранность птицы составляла 100,0 %.

Интенсивность яйценоскости кур-несушек в опытной группе увеличилась на 1,3 %. Это свидетельствует о том, что селен оказывает положительное действие на продуктивность птицы.

Повышение яйценоскости опытной птицы привело к увеличению выхода яичной массы на 1 голову на 0,06 кг.

Индекс формы в яйце опытной группы достоверно ($P \leq 0,05$) снизился с 82 до 78 (норма для куриных яиц – 70-81), что свидетельствует об оптимизации данного показателя.

При анализе яиц, полученных от кур-несушек с добавлением селеносодержащих дрожжей отечественного производства, установлено, что содержание селена в них составило $205,00 \pm 75,03 - 312,77 \pm 66,93$ мкг/кг, или 20,50-31,28 мкг/100 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качественное сырье и биологически активные добавки – залог успеха в птицеводстве / Т.М. Околелова [и др.]. – Сергиев Посад, 2007. – С. 115.
2. Perucci, G. Selelio Nell'alimentazione del Volatili / G. Perucci, A. Nizza // Acta Med. Vet. – № 4. – P. 335-350.
3. Shih, J. Changes of Lipomide Dehydrogenase and Mitochondrial Structure in Selenium Deficient Chicks / J. Shih // J. Nutr. – v. 107. – 1977. – № 9. – P. 1583-1589.
4. Спиридонов, И. П. Кормление сельскохозяйственной птицы от А до Я / И. П. Спиридонов, А. Б. Мальцев, В. М. Давыдов. – Омск, 2002. – С. 552.
5. Курашвили, М. К. Применение селена в кормлении сельскохозяйственной птицы / М. К. Курашвили, Е. Г. Меликия // Изв. аграр. науки, 2010. – № 2. – С. 93-98.
6. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности Департамента по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики

Беларусь: утв. Приказом Департамента по хлебопродуктам МСХ и П 15.05.2010 № 112. – Минск, 2010. – С. 137-142.

7. Применение органического селена в рационах кур-несушек кросса Ломанн Браун / Е. И. Дорожкина [и др.]; [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2017. – № 1. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/primenenie-organicheskogo-selena-v-racionax-kurnesushek-krossa-lomann-braun>. – Дата доступа: 16.12.2021.

8. Эффективность использования витамина Е и препарата «Сел-Плекс» в комбикормах кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый» ООО «Птицефабрика «Городищенская» / З.Б. Комарова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее образование, 2009. – № 3. – С. 82-87.

9. Серяков, И. С. «Эффективность производства селеносодержащих пищевых яиц «Молодецкие» / И. С. Серяков, Н. Н. Лисицкая, Н. М. Былицкий // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. / Сб. науч. трудов УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Горки: БГСХА, 2010. – В 2 ч. – Ч. 1. – С. 221-228.

10. Селен в рационе кур-несушек кросса «Ломанн Браун» / Ю. Прытков [и др.] // Комбикорма, 2019. – № 6. – С. 50-51.

11. Егоров, И. А. Эффективность применения селена и витамина Е в комбикормах яичных кур / И. А. Егоров, Г. В. Ивахник, Т. Т. Папазян // Птица и птицепродукты, 2008. – № 3. – С. 32-36.

УДК 636.2.087.7

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕМИКСОВ В РАЦИОНЕ КОРОВ В СУХОСТОЙНЫЙ ПЕРИОД

**А. А. Сехин, В. К. Пестис, В. Н. Сурмач, А. Р. Пресняк,
А. Ф. Макаричков**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: полноценное кормление, витаминно-минеральный премикс, коровы, молочная продуктивность.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы совершенствования витаминно-минерального питания коров в сухостойный период. Установлено, что применение в составе рациона коров в сухостойный период витаминно-минерального премикса, разработанного для этой технологической группы коров (ДП-60-1), способствует снижению процента проявления задержек последа в 4 раза, профилактике послеродовых нарушений обмена веществ, получению здорового и жизнеспособного приплода, увеличению удоя в период раздоя на 1,55 кг, или 3,7 %, содержания жира в молоке на 0,03 % ($P < 0,05$), обеспечивает получение дополнительных денежных средств в размере 1991,84 руб. Экономический эффект от использования составил 1181,84 руб.

COMPARATIVE EFFICIENCY OF THE USE OF VARIOUS VITAMIN AND MINERAL PREMIXES IN THE DIET OF COWS DURING THE DRY PERIOD

A. A. Sekhin, V. C. Pestis, V. N. Surmach, A. R. Presnyak,
A. F. Makarchikov

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: complete feeding, vitamin and mineral premix, cows, milk productivity.

Summary. In work questions of perfection of improving the vitamin and mineral nutrition of cows in the dry period. It has been established that the use of a vitamin-mineral premix developed for this technological group of cows (DP-60-1) as part of the diet of cows during the dry period helps to reduce the percentage of manifestations of afterbirth delays by 4 times, prevent postpartum metabolic disorders, obtain a healthy and viable offspring, increase milk yield during milking by 1,55 kg or 3,7 %, fat content in milk by 0,03 % ($P < 0,05$), provides additional funds in the amount of 1991,84 rubles. The economic effect of the use amounted to 1181,84 rubles.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Молочное скотоводство республики является одной из основополагающих отраслей сельского хозяйства. С одной стороны, оно выступает потребителем низкокачественной с точки зрения продовольственного потребления продукции зернопроизводства и кормовых культур, а с другой – поставщиком социально-ориентированных богатых животным белком продуктов питания, жизненно необходимых для человеческого организма.

Организация полноценного кормления молочного скота основывается на знании его потребности как в основных (протеин, жиры и углеводы) питательных веществах, так и биологически активных (витамины, минеральные вещества), которые жизненно необходимы животному для синтеза молока, сохранения в норме воспроизводительной функции и здоровья.

Особое внимание следует обратить на организацию полноценного кормления коров в сухостойный период. Это позволяет обеспечить нормальное физиологическое течение стельности, развитие плода, высокую жизнеспособность приплода, высокие показатели будущей молочной продуктивности.

Сухостойный период очень важен для оздоровления коровы, сохранения функций воспроизводства, а также хорошего здоровья новорожденных телят. Погрешности в кормлении коров, нарушения обмена

веществ неизбежно сказываются на характере развития плода, а впоследствии и на здоровье новорожденных телят и последующей продуктивности. Так, у коров, перенесших родильный парез, в 4 раза чаще бывает задержание последа. А задержание последа в 16 раз повышает восприимчивость к кетозу.

При неполноценном кормлении стельных сухостойных коров выход телят в последующем снижается на 20 %, на 500 кг и более уменьшаются удои, на 50 % сокращается оплодотворяемость коров из-за нарушений полового цикла.

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 недостаточном кормлении эти процессы замедляются, что отрицательно сказывается на последующей молочной продуктивности коров, особенно первотелок.

Цель работы – изучить эффективность использования витаминно-минерального премикса в рационе коров в сухостойный период.

Материал и методика исследований. Для определения эффективности использования витаминно-минерального премикса в рационе коров в сухостойный период в условиях молочно-товарного комплекса «Елка» СПК «Сынковичи» Зельвенского района Гродненской области нами был проведен научно-хозяйственный опыт на дойных коровах белорусской черно-пестрой породы по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа животных	Количество животных, гол.	Условия кормления
1 контрольная	20	ОР + премикс для сухостойных коров ООО «Фудмастер» (500 г/гол. в сутки)
2 опытная	20	ОР + премикс для сухостойных коров (150 г/гол. в сутки) ДП-60-1 /Б20/ЛД13

Для проведения опыта методом пар-аналогов было отобрано 40 голов коров за 60 дней до отела, которых распределили в две группы (по 20 голов в каждой) с учетом их живой массы (650-680 кг), продуктивности по предыдущей лактации (8000-8200 кг), а также возраста (3-4 лактация).

Исследования проводились в период с мая по август месяц 2022 г. Опыт был разделен на 2 периода: фазу сухостоя (60 дней) и фазу раздоя (60 дней). Животные в подопытных группах на протяжении всего сухостойного периода получали хозяйственные рационы кормления в соответствии с принятой на комплексе технологией. Коровы 2 (опытной) группы в течение 60 дней сухостойного периода получали дополнительно к основному рациону премикс для сухостойных коров ДП-60-

1/Б20/ЛД13 из расчета 150 г/гол. в сутки. Рецептура премикса разработана на кафедре кормления сельскохозяйственных животных УО «ГГАУ». В контрольной группе на протяжении сухостойного периода использовали премикс для сухостойных коров производства ООО «Фудмастер» из расчета 500 г/гол. в сутки. Показатели продуктивности и другие исследуемые показатели у этих коров после отела учитывали с помощью автоматической системы управления стадом доильного зала фирмы «Вестфалия». Содержание коров в сухостойный период групповое, в секциях по 40-60 голов на глубокой подстилке; новотельных – 23-25 дней в секции для новотельных коров; высокопродуктивных – в стандартных секциях по 90-100 голов. Кормление животных двухразовое.

Кормление подопытного поголовья осуществлялось разработанными и утвержденными в хозяйстве рационами кормления при помощи самоходного раздатчика кормов «Siloking».

При проведении опыта руководствовались общепринятыми методиками по организации и проведению научно-хозяйственных и физиологических опытов [3].

В научно-хозяйственном опыте на сухостойных и дойных коровах изучали:

- содержание отдельных элементов в премиксах для стельных коров в сухостойный период на основании удостоверений о качестве;
- количество надоенного молока – путем ежедневного индивидуального компьютерного учета надоенного молока от животного с применением программы управления стадом доильного зала фирмы «Вестфалия» «Dairy Plan»;
- качественные показатели молока коров (содержание жира и белка, плотность) (по СТБ 1598-2006) в лаборатории УО «ГГАУ»;
- содержание соматических клеток в молоке (по ГОСТ 23453-2006) и бактериальную обсемененность (по ГОСТ 30519-97) в лаборатории УО «ГГАУ»;
- органолептические показатели качества молока (запах и вкус) – по ГОСТ 28283-89;
- экономические показатели производства продукции при использовании изучаемой кормовой добавки.

Цифровой материал обработан методом вариационной статистики с применением компьютерной программы Microsoft Excel 2010. Разница между группами считалась достоверной при уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате научно-хозяйственного опыта было установлено, что коровы обеих групп охотно поедали корма рациона в виде кормосмеси.

Содержание минеральных веществ и витаминов в премиксах представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание отдельных элементов в премиксах для стельных коров в сухостойный период

Компоненты	Единицы измерения	Группы животных	
		1 (контрольная)	2 (опытная)
Кальций	%	4,5	2,8
Фосфор	%	6,0	4,0
Сера	%	-	0,5
Магний	%	10,0	15,0
Натрий	%	5,5	1,0
Медь	мг/кг	1000	1400
Марганец	мг/кг	4500	6000
Цинк	мг/кг	6000	7500
Йод	мг/кг	100	150
Кобальт	мг/кг	100,0	100,0
Селен	мг/кг	20	50
Витамин А	тыс. МЕ	650	1000
Витамин D ₃	тыс. МЕ	150	200
Витамин Е	мг/кг	8000	6000
Витамин Н (биотин)	мг/кг	35	50
Витамин В ₄	мг/кг	-	3500
Витамин В ₅	мг/кг	-	400
Иммуностимулятор	мг/кг	-	+

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует, что в премиксе для сухостойных коров 2 (опытной) группы содержится больше магния в 1,5 раза, меди – на 40 %, марганца – на 33,3 %, цинка – на 25,0 %, йода – на 50 %, селена – в 2,5 раза, а также витаминов: А – на 53,8 %, D₃ – на 33,3 %, биотина – на 42,9 %.

В изучаемый премикс были включены дополнительно витамины группы В, иммуностимулятор, сера. В премиксе для коров 1 (контрольной) группы был выше уровень кальция и фосфора практически в 1,5-2 раза, по натрию различия составили 5,5 раз, витамина Е содержалось на 33,3 % больше.

Премикс для сухостойных коров 2 опытной группы позволяет создать оптимальный для этого периода баланс минеральных веществ и витаминов, а также некоторый отрицательный анионно-катионный баланс элементов (в 1 кг – 1250 мэкв), что профилактирует и предотвращает целый ряд нарушений и заболеваний коров после отела (кетоз, молочная лихорадка, родильный парез, ламиниты).

В ходе проведения первой части исследований было установлено, что все подопытные животные благополучно растелились. Однако специалистами ветеринарной службы хозяйства было отмечено, что в контрольной группе задержка последа была установлена у 4 коров (20 %), в то время как среди коров второй опытной группы – только у 1 головы (5 %). Специалисты ветеринарной службы отделяли последа у этих животных вручную, а коров в дальнейшем перевели в группу больных. Кроме того, в контрольной группе у коров с задержкой был зафиксирован 1 случай послеродового залеживания (гипокальцемия). Таким образом, можно заключить, что применение премикса ДП 60-1 (2 опытная группа) в составе рациона у коров в сухостойный период снизило процент задержки последа в 4 раза по сравнению с контрольной группой. Лечение больных животных антибиотиками и период ожидания в соответствии с разработанной и утвержденной схемой лечения в хозяйстве продолжались 24 дня.

Использование изучаемого премикса (2 опытная группа) для коров в сухостойный период не оказало достоверного влияния на живую массу полученного приплода от подопытных коров. Так, живая масса телят при рождении в опытных группах в среднем составила 37,0 кг (34-39 кг). Они получили первую порцию молозива в оптимальные сроки. Полученный молодняк был клинически здоров, а при наблюдении за ними в профилактический период не было выявлено расстройств системы пищеварения.

Наблюдение за подопытным поголовьем показало, что среди лактирующих коров 2 (опытной) группы не было установлено резких потерь живой массы (сдаиваемости) и субклинической формы кетоза, в то время как у коров контрольной группы диагностирован субклинический кетоз у 1 головы.

Учет молочной продуктивности подопытных животных на протяжении двух первых месяцев лактации показал, что она зависела, на наш взгляд, от условий кормления коров в сухостойный период (таблица 3.).

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров за 60 дней лактации в расчете на 1 голову

Показатели	Группы животных	
	1 (контрольная)	2 (опытная)
Валовой удой молока натуральной жирности, кг	2496,0	2589,0
в % к контролю	100	103,7
Среднесуточный удой, кг	41,6 ± 2,35	43,15 ± 2,21
Содержание жира в молоке, %	3,73 ± 0,138	3,76 ± 0,109
Валовой удой молока базисной жирности, кг	2586,1	2704,1
в % к контролю	100	104,6

Анализ данных, представленных в таблице 3, свидетельствует, что коровы 2 опытной группы на 1,55 кг молока, или 3,7 %, превосходили сверстниц из контрольной группы по величине среднесуточного удоя, а также на 0,03 п. п. по содержанию жира в молоке.

Таким образом, это позволило получить валового удоя молока базисной жирности у коров 2 опытной группы на 118 кг больше по сравнению с животными в контроле.

Качество молока зависит от породы, возраста животного, стадии лактации, состояния животного, индивидуальных особенностей, кормления и качества кормов, условий содержания и доения животных, первичной обработки и хранения молока.

Показатель безопасности молока характеризует количество микроорганизмов, содержащихся в 1 см³ молока. Эти микроорганизмы присутствуют всегда и везде (вода, воздух, поверхность оборудования). Количество микроорганизмов в молоке свидетельствует о соблюдении гигиенических условий при его получении и первичной его обработки на ферме (фильтрация, охлаждение, хранение и транспортировка). Норма КМАФАнМ для высшего сорта – $1,0 \cdot 10^5$ КОЕ/см³.

На бактериальную обсемененность молока наибольшее влияние оказывает санитарное состояние доильного оборудования и скорость охлаждения молока. Поэтому очень важно поддерживать в исправном состоянии систему промывки доильных установок, молочных танков-охладителей.

На протяжении исследований были отобраны образцы молока от подопытного поголовья и отправлены в лабораторию для определения его качества. По результатам лабораторных исследований было установлено, что применение в составе рационов коров в сухостойный период изучаемых премиксов не оказало влияния на отдельные его показатели в период лактации. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели качества молока подопытных коров (n = 5)

Показатели	Группы	
	1 контрольная	2 опытная
Сортность молока	«экстра»	«экстра»
Кислотность, °Т	17,4 ± 0,16	17,3 ± 0,17
Плотность, кг/см ³	1,028 ± 0,06	1,029 ± 0,07
Степень чистоты	I	I
Количество микроорганизмов при 30 °С в 1 мл молока, тыс.	87,1 ± 4,6	81,1 ± 4,4
Соматические клетки, тыс./см ³	186,1 ± 14,3	180,4 ± 12,6

Анализ данных таблицы 4 свидетельствует, что все исследуемые показатели в молоке были в пределах технологической нормы. Однако молоко от коров 2 опытной группы по сравнению с животными в контрольной группе характеризовалось меньшим показателем кислотности

– на 0,1 °Т, более высокой его плотностью – на 0,001 кг/см³, более низким количеством микроорганизмов при 30°С в 1 мл молока – на 6,0 тыс., более низким (на 5,7 тыс./см³) количеством соматических клеток соответственно.

Для расчета экономической эффективности (таблица 5) принято во внимание, что за период опыта было израсходовано в расчете на 1 голову во 2 опытной группе 9 кг премикса ДП-60-1 (40,5 руб./гол. за опыт), а в контрольной группе – 30 кг (63 руб./гол.).

Из данных таблицы 5 видно, что применение в составе рациона коров в сухостойный период премикса, разработанного на кафедре кормления сельскохозяйственных животных УО «ГГАУ», оказало благотворное влияние на последующую молочную продуктивность животных 2 (опытной) группы.

Таблица 5 – Экономическая эффективность использования премиксов в рационах стельных коров в сухостойный период (в ценах 2022 г.)

Показатели	Группы	
	1 (контрольная)	2 (опытная)
Поголовье коров, гол.	20	20
Продолжительность лактации, дней	60	60
Валовой надой в пересчете на базисную жирность, ц	517,22	540,82
Получено дополнительно молока, ц	-	23,6
Цена реализации 1 ц молока, руб.	84,4	84,4
Стоимость реализованной продукции	43 653,37	45 645,21
Стоимость дополнительно полученного молока, руб.	-	1991,84
Стоимость израсходованной добавки за опыт, руб.	1260,00	810,00
Экономический эффект, руб.	-	1181,84

Так, за период исследований валовой надой молока базисной жирности у коров 1 опытной группы был выше на 23,6 ц по сравнению с аналогами из 1 контрольной группы, или 4,6 %. С учетом цены реализации 1 ц молока хозяйство получило дополнительно денежных средств от его реализации в размере 1991,84 руб. Экономический эффект во 2 (опытной) группе составил 1181,84 руб.

Заключение. С целью совершенствования витаминно-минерального питания коров в сухостойный период, профилактики послеродовых осложнений, получения здорового и жизнеспособного приплода, увеличения молочной продуктивности животных в период их раздоя, как более эффективный рекомендуем использовать премикс ДП-60-1/Б20/ЛД13 из расчета 150 г/гол. в первую и вторую фазу сухостойного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбикорма и добавки [Электронный ресурс] / [http:// kombikorma.ru/](http://kombikorma.ru/). – Режим доступа: [http:// kombikorma.ru.](http:// kombikorma.ru/) – Дата доступа: 13.06.2023.

1. Бахтиярова, О. Г. Повышение уровня кормления коров в сухостойный период / О. Г. Бахтиярова // Зоотехния. – 2000. – № 2. – С. 16-18.
2. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных / С. А. Лапшинин [и др.]. – М.: Росагропромиздат, 2011. – 207 с.
3. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В. К. Пестис [и др.]. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2009. – 585 с.
4. Сухостойным коровам-полноценное кормление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vsavm.by>. – Дата доступа: 10.06.2023.
5. Эффективность использования витаминно-минерального премикса в кормлении стельных сухостойных коров / А. А. Сехин [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции (Гродно, 15 мая 2020 года): ветеринария, зоотехния/Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 176-178.

УДК 636.2.087.7

ПРИМЕНЕНИЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ В РАЦИОНАХ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ

А. А. Сехин, В. Н. Сурмач, З. И. Ножинская, А. Р. Пресняк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: сульфат натрия, рацион, лактирующие коровы, удой, затраты кормов, себестоимость, рентабельность.

Аннотация. Анализ рационов для коров в УО СПК «Путришки» Гродненского района выявил несбалансированность их по сере. Использование в рационах коров сульфата натрия в количестве 3 кг/т комбикорма повышает содержание серы в сухом веществе рациона с 0,19 до 0,23 %. Балансирование серы в первые 120 дней лактации увеличивает валовой надой молока на 6,8 %, содержания в нем сухого вещества на 0,13 %, молочного жира на 0,04 %, белка на 0,03 % и снижает затраты кормов на 4,9 %.

THE USE OF SODIUM SULFATE IN THE DIETS OF COWS DURING THE MILKING PERIOD

A. A. Sehin, V. N. Surmach, Z. I. Nozhinskaya, A. R. Presnyak.

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: sodium sulfate, diet, lactating cows, milk yield, feed costs, cost, profitability.

Summary. *The analysis of the rations for cows in the UO SEC «Putrishki» of the Grodno region revealed their imbalance in sulfur. The use of sodium sulfate in the rations of cows at the rate of 3 kg per 1 ton of compound feed increases the sulfur content in the dry matter of the diet from 0,19 to 0,23 %. Balancing sulfur in the first 120 days of lactation increases the gross milk yield by 8,2 %, the dry matter content in it by 0,13 %, milk fat by 0,04 %, protein by 0,03 % and reduces feed costs by 4,9 %.*

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Необходимым условием при организации полноценного кормления животных является оптимальное обеспечение их потребностей в минеральных веществах. Минеральные вещества играют важную роль в организме животных, участвуя во многих биохимических и физиологических процессах. Значение минеральных веществ для животных заключается в их активном участии в процессах роста, развития, размножения и в обеспечении здоровья и продуктивности. Недостаток этих соединений в рационах является причиной различных заболеваний. При определении потребности крупного рогатого скота необходимо учитывать физиологическое состояние животных, структуру рациона, качество кормов, их соотношение и использование, взаимосвязи между элементами [7, 9, 10, 11, 12].

Анализ рационов для крупного рогатого скота в Республике Беларусь выявил несбалансированность питания по сере. Дефицит серы в рационах крупного рогатого скота приводит к ухудшению поедаемости кормов, уменьшению численности микроорганизмов в рубце, снижению переваримости крахмала и синтеза микробного белка, нарушению обмена веществ. Накоплен определенный материал о стимулирующем влиянии подкормок серы на молочную, шерстную и мясную продуктивность жвачных животных. Полагают, что подкормка животных серосодержащими соединениями наиболее эффективна, когда в организме идет усиленный синтез белка – особенно в лактационный период, период роста и линьки [1, 2, 3].

Необходимость использования серосодержащих добавок в рационах животных вызвана ненормальной ситуацией, сложившейся в системе «почва-растение-организм животных». В последнее десятилетие в земледелии многих стран, в т. ч. и Беларуси, отмечается серная недостаточность, которая, по данным исследователей, объясняется постоянно растущими урожаями и увеличением выноса серы из почвы, сокращением поступления этого элемента в почву. В связи с этим недостаток серы отмечается во многих сельскохозяйственных регионах, растительные кормовые культуры которых не могут удовлетворять потребности животных в этом элементе.

Поэтому в хозяйствах особенно с большим количеством песчаных и супесчаных почв необходимо учитывать накопления серы в почве, растениях, кормах и рационах, возможность применения ее в качестве добавок для повышения продуктивности животных [4, 5].

Цель работы – изучить влияние добавки сульфата натрия в рационы лактирующих коров в период раздоя на их продуктивность.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели и выполнения задач исследований был проведен научно-хозяйственный опыт на базе УО СПК «Путришки» Гродненского района на 20 коровах белорусской черно-пестрой породы в первые 120 дней лактации. Коров в группы подбирали по методу сбалансированных групп с учетом происхождения, возраста, живой массы, даты отела, суточного удоя и содержания жира в молоке.

Различие в кормлении животных заключалось в том, что в рацион опытной группы вводили сернокислый натрий, который добавляли в комбикорм из расчета 0,3 % от массы комбикорма. В основной рацион кормления коров подопытных групп входили сено клеверо-тимофеечное, силос кукурузный, сенаж викоовсяный, патока и комбикорма в одинаковом количестве.

Структура рационов лактирующих коров была следующей (% по питательности): грубые корма – 11,5-12,4, сочные корма – 53,5-56,5, комбикорм – 31,1-34,8.

При балансировании рационов учитывали содержание и концентрацию энергии и питательных веществ в сухом веществе. Животные подопытных групп потребляли в среднем по 3,3 кг сухого вещества на 100 кг живой массы, при содержании в 1 кг сухого вещества рациона 0,94 ЭКЕ. В рационах коров обеих групп в 1 ЭКЕ содержалось 86,5 г переваримого протеина. Сахаро-протеиновое отношение в рационах обеих групп составляло 0,8-0,84:1, а отношение крахмал-сахар – 1,7:1. Уровень сырой клетчатки в сухом веществе – 22,1 %.

Количество серы в рационах коров контрольной группы составляло 0,19 % в сухом веществе, а у коров опытной группы с добавкой сульфата натрия составляло 0,23 %.

Рационы лактирующих коров были сбалансированы по минеральным веществам – макро- и микроэлементам и витаминам по рекомендуемым нормам ВАСХНИЛ [8].

Кормление подопытных животных осуществлялось полнорационной кормосмесью в соответствии с технологией принятой на комплексе, три раза в сутки. Содержание беспривязно-боковое, в секциях по 70-90 голов.

При проведении исследований проводили учет молочной продуктивности по данным компьютерного учета программы доильного зала. Дважды в месяц проводили контрольные дойки, отбирали пробы молока для изучения лактобиохимических показателей в лаборатории УО «ГГАУ».

Результаты исследований и их обсуждение. Учет молочной продуктивности подопытных коров показал, что скармливание минеральной добавки в виде сульфата натрия положительно сказалось на их молочной продуктивности. Установлено, что за период опыта (120 дней) продуктивность коров опытной группы повысилась в среднем на 5,6 % по сравнению с контрольной группой, а с учетом содержания жира в молоке эта разница была выше на 6,8 %. Молочная продуктивность изменялась по ходу лактации. Так, удой за первый месяц в опытной группе был больше на 1,9 %, за второй – на 3,9 %, за третий – на 6,6 % и за четвертый – на 9,4 % по сравнению с контролем.

В таблице 1 приведены данные о показателях молочной продуктивности подопытных животных за 4 месяца научно-хозяйственного опыта.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров в 4 месяце опыта, кг

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Среднесуточный удой, кг	27,51 ± 0,52	30,08 ± 0,75*
Валовой удой, кг	825,15 ± 15,45	902,40 ± 22,45*
% к контролю	100	109,4
Массовая доля жира, %	3,84 ± 0,05	3,92 ± 0,08
Удой молока жирностью 3,6 %, кг	880,16	982,61
% к контролю	100	111,6

Из данных таблицы 1 видно, что валовый удой молока базисной жирности в опытной группе выше на 9,4 %. При этом отмечается в этой группе более высокое содержание молочного жира – на 0,08 п. п. В пересчете на молоко базисной жирности удой от коров опытной группы оказался выше на 11,6 %. Следовательно, добавка в виде сульфата натрия оказала положительное влияние на молочную продуктивность коров на протяжении всего времени ее скармливания при этом с нарастающим эффектом.

Как правило, при увеличении продуктивности животных содержание сухого вещества в молоке снижается. Однако сбалансированное кормление коров позволяет даже в период раздоя повысить содержание питательных веществ в молоке. В таблице 2 представлен химический состав и количество компонентов молока, полученных от животных за весь период опыта.

Таблица 2 – Химический состав и питательность молока

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Химический состав молока (в среднем за опыт), %		
Молочный жир	3,80 ± 0,05	3,84 ± 0,06
Молочный белок	3,09 ± 0,03	3,12 ± 0,03
Лактоза	4,72 ± 0,03	4,76 ± 0,02
Минеральные вещества	0,83 ± 0,01	0,85 ± 0,02
Сухое вещество	12,45 ± 0,08	12,58 ± 0,07

Как видно из данных таблицы 2, в молоке коров опытной группы содержалось больше (в среднем за опыт): молочного жира – на 0,04 %; белка – на 0,03 %; лактозы – на 0,04 %.

Кроме того, скормливание сульфата натрия повысило содержание минеральных веществ в молоке коров опытной группы на 0,02 %. В целом, в молоке коров опытной группы было больше сухого вещества на 0,13 % по сравнению с контролем.

За четыре месяца лактации от животных контрольной группы было получено 378,48 кг сухого вещества, что меньше, чем в опытной, на 6,8 %.

Такая же тенденция наблюдается и с другими компонентами молока. От коров опытной группы было получено больше: молочного жира – на 6,7 %; белка – на 6,6 %; лактозы – 6,7 %; минеральных веществ – 8,0 %.

Расчет экономической эффективности скормливания комбикорма лактирующим коровам с добавкой сульфата натрия представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Эффективность использования сульфата натрия в рационах лактирующих коров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Удой молока за опыт (базисной жирности), кг	2951,4	3133,0
Затраты корма на 1 кг молока, ЭКЕ	0,81	0,77
Всего затрат, руб.	1431,8	1439,7
Себестоимость 1 ц молока, руб.	48,52	45,95
Цена реализации 1ц молока, руб.	65,00	65,00
Выручка от реализации, руб.	1918,4	2036,4
Всего получено прибыли, руб.	486,3	596,7
Рентабельность, %	34,0	41,4

Данные таблицы 3 показывают, что скормливание дойным коровам в составе комбикорма сульфата натрия в течение первых 120 дней лактации дало возможность надоить 3133 кг (в расчете на 1 голову) молока, что оказалось на 181,6 кг больше, чем надоено от коров, которые не получали в рационе эту минеральную добавку.

Затраты кормов на 1 кг молока в опытной группе составили 0,77 ЭКЕ, что было меньше, чем в контрольной группе коров, на 4,9 %. При этом себестоимость молока в контрольной группе оказалась выше на 5,3 %.

При одинаковой цене реализуемого молока от коров опытной группы получено прибыли на сумму 596,7 руб., что было больше на 110,4 руб. по сравнению с контрольной. В конечном итоге все это привело к повышению уровня рентабельности производства молока в опытной группе на 7,4 п. п.

Следовательно, скармливание сульфата натрия в качестве минеральной добавки в рационах коров в раннюю фазу лактации позволило повысить молочную продуктивность, снизить себестоимость молока и увеличить рентабельность производства молока.

Заключение. Использование сульфата натрия в комбикорме для высокопродуктивных коров в раннюю фазу лактации позволяет повысить валовой надой молока на 6,8 % и содержание в нем сухого вещества на 0,13 %, молочного жира на 0,04 %, белка на 0,03 %, лактозы на 0,04 %, снизить затраты кормов на 4,9 % и увеличить уровень рентабельности производства молока на 7,4 п. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, С. В. Белково-минеральные добавки в рационах крупного рогатого скота рекомендации / С. В. Алексеев, Г. Е. Усков. – КГСХА, 2011. – 50 с.
2. Асанов, В. Б. Элементарная сера в рационах бычков при откорме / В. Б. Асанов // Пути увеличения производства и повышения качества сельскохозяйственной продукции // Тез. докл. науч. – производ. конф. молодых ученых и специалистов. – Оренбург, 1991. – С. 76.
3. Баканов, В. Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В. Н. Баканов, В. К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 511 с.
4. Булатов, А. П. Корма и добавки – высокопродуктивным животным / А. П. Булатов. – Курган: Зауралье, 2005. – 328 с.
5. Булатов, А. П. Кормовые ресурсы Зауралья и их рациональное использование в животноводстве / А. П. Булатов, Н. А. Лушников, Ю. А. Кармацких. – Курган: КГСХА, 2010. – 266 с.
6. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Аненков, В. Т. Самохин. – М.: Колос, 1979. – 471 с.
7. Нормы и рационы кормления с.-х. животных / А. П. Калашников [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
8. Кальницкий, Б. Д. Минеральные вещества в кормлении животных / Б. Д. Кальницкий. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 207 с.
9. Перспективы научно-технического развития переработки сельскохозяйственного сырья: производство готовых кормов для животных / Н. В. Кузнецов [и др.]. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. – 27 с.
10. Кушнарев, А. В. Применение сульфата натрия для профилактики и лечения крупного рогатого скота: автореф. дис. канд. вет. наук / А. В. Кушнарев. – М., 1979. – 16 с.
11. Лушников, Н. А. Минеральные вещества и природные добавки в питании животных / Н. А. Лушников. – Курган, 2003. – 192 с.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Т. В. Снитко, Е. С. Высочина, Ю. В. Санжаровская

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: дезинфекция, глутаровый альдегид, формальдегид, бактерицидная активность, противомикробное действие, дезинфицирующая способность, смесь альдегидов.

Аннотация. Предложено использование смеси формальдегида и глутарового альдегида в низких концентрациях для дезинфекции разных поверхностей животноводческих помещений. Определены дезинфицирующие свойства смеси формальдегида 0,1 % и глутаральдегида 0,05 % в производственных условиях.

Смесь альдегидов обладает высокой дезинфицирующей способностью в производственных условиях. Она не имеет запаха, хорошо распыляется, является безвредной для оборудования.

AN EFFECTIVE WAY TO DECONTAMINATE LIVESTOCK BUILDINGS

T. V. Snitko, E. S. Vysochina, Yu. V. Sanzharovskaya

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: disinfection, glutaraldehyde, formaldehyde, bactericidal activity, antimicrobial action, disinfecting ability, mixture of aldehydes.

Summary. It is proposed to use a mixture of formaldehyde and glutaraldehyde in low concentrations for disinfection of various surfaces of livestock buildings. The disinfecting properties of a mixture of formaldehyde 0.1 % and glutaraldehyde 0.05 % were determined under production conditions.

A mixture of aldehydes has a high disinfecting capacity under industrial conditions. It is odorless, sprays well, and is harmless to equipment.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Высокая концентрация животных и птицы на ограниченной территории предприятий по их содержанию и выращиванию таит в себе серьезную опасность, связанную с возникновением и распространением инфекционных заболеваний. Эта опасность усугубляется еще и тем, что против некоторых инфекционных заболеваний до сих пор не разработаны специфические средства профилактики.

В системе ветеринарно-санитарных мероприятий, обеспечивающих благополучие животноводства по заразным болезням, повышение продуктивности животных, птицы и санитарного качества продуктов, сырья и кормов животного происхождения, дезинфекция занимает важное место. Основное назначение ее – разорвать эпизоотическую цепь путем воздействия на ее важное звено – фактор передачи возбудителя болезни от источника инфекции к восприимчивому организму [1, 2].

Дезинфекция является ключевым звеном в предотвращении распространения инфекционных и инвазионных болезней не только среди животных, но и людей. С помощью нее возможно предотвратить поражение кормов микотоксинами, а также предупредить контаминацию сырья и продуктов животного происхождения. Дезинфекция обеспечивает сохранность надлежащих зоогигиенических параметров в животноводческих и птицеводческих помещениях, на предприятиях перерабатывающей промышленности [3].

Применение различных дезинфекционных препаратов широко распространено в животноводстве, однако они не всегда удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к современным дезинфектантам, из-за невозможности их применения в присутствии животных. Импортные средства из-за высокой стоимости мало доступны для широкого применения.

Выбор того или иного вида дезинфектантов во многом зависит от инфекции, которую они должны предупреждать или уничтожать, а также от их доступности на каком-либо объекте, где должна проводиться дезинфекция. Чтобы дезинфектанты могли нормально выполнять свои функции, они должны соответствовать ряду требований. Прежде всего, необходим широкий спектр антимикробного воздействия. Важно, чтобы экспозиция воздействия препарата была кратчайшей. Современное дезинфицирующее средство не должно вызывать коррозии металлов и повреждать другие материалы (резина, пластик), сохранять активность в присутствии органических веществ, не оказывать токсического и аллергического воздействия на животных и человека. Эффективность применения дезинфектантов обусловлена, кроме того, простотой применения, хорошей растворимостью в воде, длительностью срока хранения, экологической безопасностью [4].

С переводом животноводства на промышленную основу дезинфекция, как способ профилактики заразных болезней, включена в циклограмму производства животноводческой продукции и является обязательным мероприятием. В то же время разработаны и широко применяются эффективные методы и средства дезинфекции. Однако каждый из них не лишен определенных недостатков [5].

Правильный выбор дезинфицирующих средств и методов дезинфекции во многом определяет качество санитарных мероприятий при обработке объектов ветеринарного надзора [6].

В последние годы все чаще применяются комбинированные дезинфицирующие средства. Комбинированные дезинфицирующие средства обладают эффективностью, простотой применения, хорошей растворимостью в воде, длительным сроком хранения, экологической безопасностью [7].

Исходя из вышеизложенного, разработка новых методов, технологий средств дезинфекции, объектов ветеринарного надзора, устраняющих недостатки существующих и экономически выгодных в сравнении с ними, приобретает особую актуальность [8, 9, 10].

Нами предложено использование смеси формальдегида и глутарового альдегида в низких концентрациях (формальдегида 0,1 % и глутаральдегида 0,05 %) для дезинфекции разных поверхностей животноводческих помещений.

Соединения на основе альдегидов хорошо растворяются в воде. Гораздо меньше, чем кислоты и щелочи, вызывают коррозию оборудования и строительных материалов. Рабочие растворы альдегидов способны храниться длительное время. Альдегиды применяют для дезинфекции и холодной стерилизации хирургических инструментов, которых нельзя подвергать высокотемпературной обработке [11].

Формальдегид (муравьиный альдегид) – представляет собой прозрачную бесцветную жидкость со своеобразным острым запахом, растворимую в воде и спирте в любых соотношениях. Обладает выраженным противомикробным действием, обусловленным способностью присоединяться к аминок группам белковых молекул, является также хорошим дезодорирующим средством благодаря способности связывать аммиак в воздухе. В высоких концентрациях оказывает вяжущее и прижигающее действие на слизистые оболочки.

Формальдегид используется в производстве многих лекарств, а также как дезинфицирующее, антисептическое и дезодорирующее средство.

Бактерицидное действие формальдегида обусловлено способностью денатурировать белки микроорганизмов, что лишает их возможности выполнять свои функции.

Денатурация белков в присутствии формальдегида может быть вызвана двумя процессами: гидратацией формальдегида, которая приводит к разрушению гидратной оболочки белков; взаимодействием формальдегида с аминок группами белков, в результате чего образуются азометины [11].

Перспективным средством для обеззараживания объектов ветеринарного надзора при инфекционных болезнях является глутаровый альдегид. Глутаровый альдегид 25 % используют в виде аэрозоля при многих инфекционных болезнях из расчета 25 мл/м³, с экспозицией 24 часа. При туберкулезе животных применяют 1 % раствор глутарового альдегида с экспозицией 4 часа, а против спор сибирской язвы – 2 % раствор при кратности орошения в 2 раза.

Глутаровый альдегид не разрушает металлы, пластмассу, резину и другие материалы и действует на патогены 1-4-й группы, в т. ч. на возбудителей африканской чумы свиней и птичьего гриппа. Доказаны вирулицидные свойства препаратов на основе глутарового альдегида. Не вызывает коррозию, подвергается биodeградации, однако оказывает раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки. Глутаральдегид считается неканцерогенным веществом [12].

Цель работы – определить дезинфицирующие свойства смеси альдегидов низкой концентрации в производственных условиях.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в КПСУП «Гродненская птицефабрика» МТК «Коптевка» Гродненского района и области.

Нами изучены дезинфицирующие свойства смеси альдегидов (формальдегида 0,1 % и глутаральдегида 0,05 %) в условиях животноводческой фермы на деревянной и бетонной поверхностях.

Для проведения опыта использовали метод смывов. На стене (бетонная поверхность) и кормушках (деревянная поверхность) в разных местах выделили три участка площадью по 1 м² каждый. С помощью распылителя произвели орошение смесью альдегидов (из расчета 1 л на 1 м²) первых двух участков на стене и кормушках, третий участок служил контролем и орошался стерильной дистиллированной водой. До орошения и через 45 минут после орошения стерильным ватным тампоном, смоченным в стерильной дистиллированной воде, производили смыв с площади по 1 м² на обозначенных участках. Затем этими тампонами делали посевы на питательные среды: желточно-солевой агар (ЖСА) – для выращивания стафилококков, мясо-пептонный кровяной агар (МПА кр.) – для выращивания стафилококков, других микроорганизмов и определения их гемолитической активности, на среду Эндо – для выращивания энтеробактерий и на среду Сабуро – для выращивания грибов. Посевы помещали в термостат при 37 °С на 24-48 часов и по количеству выросших колоний после обработки определяли эффективность дезинфектанта.

До проведения дезинфекции смесью альдегидов мы взяли смывы (по методике, описанной выше) для изучения микробной

загрязненности помещения. Второй раз смывы брали через 45 минут после дезинфекции.

Результаты исследований и их обсуждение. Рост микроорганизмов до и после дезинфекции представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Рост микроорганизмов до и после дезинфекции

№ участка	Количество выросших колоний после смывов на средах:			
	ЖСА	МПА кр.	Эндо	Сабуро
До дезинфекции (деревянная поверхность)				
1	75 кол.	Спл.	32 кол.	Спл.
2	10 кол.	Спл.	Спл.	Спл.
3	29 кол.	112 кол.	14 кол.	Спл.
После дезинфекции (деревянная поверхность)				
1	3 кол.	5 кол.	Роста нет	Роста нет
2	1 кол.	2 кол.	Роста нет	Роста нет
3	32 кол.	96 кол.	26 кол.	Спл.
До дезинфекции (бетонная поверхность)				
1	91 кол.	Спл.	Спл.	11 кол.
2	119 кол.	Спл.	Спл.	16 кол.
3	87 кол.	Спл.	Спл.	19 кол.
После дезинфекции (бетонная поверхность)				
1	Роста нет	Роста нет	Роста нет	Роста нет
2	Роста нет	Роста нет	Роста нет	Роста нет
3	88 кол.	Спл.	Спл.	7 кол.

Примечание – Здесь и далее «Спл.» – сплошной рост

Как видно из данных таблицы 1, до обработки смесью альдегидов изучаемых поверхностей на всех питательных средах имеется массовый рост микроорганизмов. Через 45 минут после дезинфекции на ЖСА и МПА кр. выявлено наличие единичных колоний на деревянной поверхности и отсутствие роста на бетонной поверхности. В контроле (3) после орошения дистиллированной водой имеется рост микроорганизмов на всех питательных средах.

При сравнительном изучении смеси альдегидов с дезинфицирующим средством «Виркон» (2%-й раствор), который рекомендуется использовать для дезинфекции в присутствии животных, наблюдались следующие результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Рост микроорганизмов после дезинфекции

Препарат	Количество выросших колоний после смывов на средах:			
	ЖСА	МПА кр.	Эндо	Сабуро
После дезинфекции (деревянная поверхность)				
Виркон	Роста нет	11	Роста нет	Роста нет
Смесь альдегидов	Роста нет	3	Роста нет	Роста нет
После дезинфекции (бетонная поверхность)				
Виркон	Роста нет	4 кол.	Роста нет	Роста нет
Смесь альдегидов	Роста нет	Роста нет	Роста нет	Роста нет

После обработки бетонной поверхности традиционным средством «Виркон» наблюдался рост 4-х колоний, а после дезинфекции испытуемой смесью роста микроорганизмов на поверхности не наблюдалось. При взятии смывов после обработки деревянной поверхности препаратом «Виркон» отмечен рост 11 колоний, а при обработке испытуемой смесью – 3 колонии микроорганизмов. Все это говорит о более высокой бактерицидной активности смеси альдегидов в сравнении с традиционным средством.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что смесь, состоящая из 0,1 % формальдегида и 0,05 % глутарового альдегида, обладает высокой дезинфицирующей способностью в производственных условиях. Она не имеет запаха, хорошо распыляется, равномерно покрывая всю орошаемую поверхность. Это дает предпосылки к эффективному использованию смеси альдегидов для дезинфекции животноводческих помещений раствором с низкой концентрацией бактерицидных веществ, являющихся безвредными для животных и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палий, А. П. Эффективность применения некоторых дезинфицирующих препаратов в ветеринарии / А. П. Палий, А. П. Палий // Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2014. – №5 (115). – С. 135-138.
2. Влияние дезинфицирующих средств на основе персульфата калия, перекиси водорода, глутаральдегида и четвертичных аммонийных соединений на генетический материал бактериальных патогенов, специфичных для мясоперерабатывающей промышленности. / В. Н. Афонюшкин [и др.] // Теория и практика переработки мяса. – 2016. – № 1 (1). – С. 54-61.
3. Бахир, В. М. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации / В. М. Бахир // Дезинфекционное дело. – 2003. – № 1. – С. 29-36.
4. Бобков, М. П. Влияние дезинфекции на качество кормовой муки, вырабатываемой по различной технологии / М. П. Бобков // Пища. Экология. Человек: Материалы 5-й междунар. научн.-техн. конф. – М.: МГУПБ, 2003. – С. 223.
5. Бобков, М. П. Особенности дезинфекции линии Альфа-лаваль / М. П. Бобков // Пища. Экология. Человек: Материалы 5-й междунар. научн.-техн. конф. – М.: МГУПБ, 2003. – С. 307.
6. Закомырдин, А. А. Экологически безопасные дезинфицирующие растворы на основе электрохимии / А. А. Закомырдин // Ветеринария. – 2002. – № 11. – С. 12-14.
7. Кабардиев, С. Ш. Дезинфектанты для санации объектов ветеринарного надзора / С. Ш. Кабардиев // Ветеринария. – 2001. – № 10. – С. 43-45.
8. Прокопенко, А. А. Изучение токсичности и дезинфицирующей активности аэрозолей препарата «Астрадез Биокси» в камерных опытах / А. А. Прокопенко, Г. В. Филипенкова, Г. И. Павленко // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2017. – № 4 (24). – С. 63-70.
9. Лыско, С. Б. Бактерицидная активность дезинфицирующих препаратов / С. Б. Лыско, М. В. Задорожная, О. А. Сунцова // Главный зоотехник. – 2020. – № 10 (207). – С. 13-18.
10. Худяков, А. А. Эффективная дезинфекция и подбор дезинфектанта / А. А. Худяков // Ветеринария Кубани. – 2011. – № 5. – С. 26-28.

11. Захарова, А. В. Влияние формальдегида на организм / А. В. Захарова // Международный студенческий научный вестник. – 2014. – № 3. – С. 15-17.
12. Палий, А. П. Антимикробное действие нового альдегидного дезинфицирующего средства / А. П. Палий, А. П. Палий // Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 10 (120). – С. 99-103.

УДК 636.2.087.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИКОРМА СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ

**В. Н. Сурмач, В. К. Пестис, А. А. Сехин, А. Р. Пресняк,
А. Ф. Макаричков**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** полноценное кормление, комбикорм, коровы, молочная продуктивность, затраты корма.*

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы совершенствования питания дойных коров при использовании комбикормов заводского и собственного производства. Установлено, что включение в рацион кормления коров комбикорма собственного производства позволяет повысить потребление основного рациона, молочную продуктивность на 2,0 %, жирномолочность на 0,03 п. п., способствует увеличению выхода молочного жира и молочного белка соответственно на 2,9 и 2,7 %. Расчет экономической эффективности показал, что применение комбикорма собственного производства снижает себестоимость 1 ц молока на 1,1 руб. и тем самым способствует увеличению уровня рентабельности на 3,5 п. п.*

EFFICIENCY OF USE OF COMPOUND FEED OF OWN PRODUCTION IN THE DIETS OF DAIRY COWS

**V. N. Surmach, V. C. Pestis, A. A. Sekhin, A. R. Presnyak,
A. F. Makarchikov**

El «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** complete feeding, mixed fodder, cows, milk productivity, feed costs.*

***Summary.** In work questions of perfection of improving the nutrition of dairy cows with the use of mixed feed of factory and own production. It has been established that the inclusion of mixed feeds in the diet of the test subjects allows to increase the consumption of the main diet, milk productivity by 2,0 %, milk fat content by 0,03 p. p.,*

increases the yield of milk fat and milk protein by 2,9 % and 2,7 %, respectively. The calculation of economic efficiency showed that the use of feed of own production contributes to a reduction in the cost of 1 quintal of milk by 1,1 rubles, an increase in profitability by 3,5 percentage points.

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. В настоящее время реализация молока для большинства сельскохозяйственных организаций служит основным источником поступления денежных средств, определяет экономику и является стратегическим направлением развития отрасли.

Основополагающим фактором в процессе производства молока является фактор кормления, поскольку на долю кормов приходится около 60 % всех затрат. Самыми дорогими в составе рациона коров являются концентрированные корма или комбикорма. Поэтому ряд хозяйств стали производить комбикорма собственного производства, которые дешевле заводских, а технология их изготовления практически не отличается. Многие считают, что использование в рационах коров комбикормов собственного изготовления – один из путей повышения эффективности производства молока. Однако в каждом конкретном случае это предположение подлежит проверке.

Цель работы – установить эффективность использования комбикормов собственного и заводского производства в рационах дойных коров.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению эффективности использования комбикормов собственного и заводского производства проведены на МТК «Баторовка» СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района на поголовье дойных коров по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опытов

Группы	Количество животных в группе, голов	Особенности кормления
1 контрольная	20	Основной рацион (ОР) с комбикормом КК-61С заводского изготовления
2 опытная	20	Основной рацион (ОР) с комбикормом КК-61С собственного производства
Продолжительность опыта, дней		60

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу аналогов было отобрано 40 коров черно-пестрой породы, которых распределили на две группы (контрольная и опытная) по 20 голов в каждой. Коровы обеих групп находились в одинаковых условиях содержания, в одном стойловом помещении, в секциях по 80-90 голов. Навоз по мере накопления удалялся с помощью дельта-скреперной установки.

Кормление коров осуществлялось с кормового стола полнорационными кормовыми смесями, приготовленными мобильным раздатчиком, 2 раза в сутки. Воду подопытные животные потребляли из групповых автопоилок с электроподогревом и уровнем регулировки жидкости. Процесс доения животных осуществлялся с помощью доильного робота «Leli Astronaut A3». Температурный режим в помещении на всем протяжении опыта соответствовал принятым нормам.

Животные обеих групп потребляли одинаковый рацион. Разница состояла в том, что коровы контрольной группы потребляли в составе рациона комбикорм КК-61С заводского изготовления, а аналоги из опытной группы – комбикорм собственного производства.

В научно-хозяйственном опыте учитывали следующие показатели:

- потребление кормов подопытными животными ежедневно с учетом остатков;

- состояние здоровья подопытного поголовья путем ежедневного визуального наблюдения и исследованием крови в начале и в конце опыта в НИЛ УО «ГГАУ»;

- количество надоенного молока путем ежедневного индивидуального компьютерного учета надоенного молока от животного с применением программы управления стадом доильного зала фирмы «Вестфалия» «Dairy Plan»;

- качественные показатели молока путем анализа в лаборатории УО «ГГАУ», один раз в 10 дней.

Цифровой материал обработан методом вариационной статистики с применением компьютерной программы Microsoft Excel 2010. Разница между группами считалась достоверной при уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Состав и питательность испытуемых комбикормов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и питательность испытуемых комбикормов

Компоненты	Комбикорм КК-61С	
	заводского изготовления	собственного производства
1	2	3
Ячмень	12	20
Овес	10	-
Кукуруза	30	20
Тритикале	-	17
Отруби пшеничные	30	-
Шрот подсолнечниковый	14	-
Кормовые бобы	-	7
Жмых рапсовый	-	26
БМВД	-	10

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Кормовой фосфат	2	-
Соль	1	-
Премикс П 60-3	1	-
В 1 кг содержится		
ЭКЕ	1,05	1,08
ОЭ МДж	10,4	10,6
Сухое вещество, кг	0,850	0,860
Сырой протеин, г	196	198
Переваримый протеин, г	153	162
Сырая клетчатка, г	56	63
Крахмал, г	323	320

Согласно представленным в таблице 2 данным, изучаемые комбикорма различались по набору компонентов. Следует отметить, что комбикорм собственного производства изготавливали в основном из кормов, имеющихся в хозяйстве. Комбикорм заводского изготовления производился в основном из закупаемых в хозяйствах кормов, а также кормов и добавок, закупаемых извне. Основу рецептов испытуемых комбикормов составляли зерновые корма. Кроме того, в состав комбикормов были включены балансирующие белковые и минерально-витаминные добавки.

По содержанию приведенных питательных веществ, а также других учитываемых в рационах жвачных животных элементов питания существенных различий испытуемые комбикорма не имели.

Представленные в таблице 3 рационы кормления коров подопытных групп по набору элементов питания отвечали потребности животных данного вида и продуктивности, существенно не различались.

Таблица 3 – Рационы кормления дойных коров, живой массой 550 кг, удой – 20 кг, содержание жира – 3,8 %

Корма	Ед. изм.	Группы	
		1 (контрольная)	2 (опытная)
1	2	3	4
Сенаж из многолетних трав	кг	12,0	12
Силос кукурузный	кг	16,0	16,0
Солома овсяная	кг	1,0	1,0
Жом сухой	кг	1,0	1,0
Патока кормовая	кг	1,0	1,0
Комбикорм КК-61С заводского изготовления	кг	6,0	-
Комбикорм КК-61С собственного производства	кг	-	6,0
В рационах содержится:			
Кормовые единицы		16,7	16,9
обменная энергия	МДж	182,4	194,4
сухое вещество	кг	18,6	19,2
сырой протеин	г	2543	2555

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
переваримый протеин	г	1691	1745
сырая клетчатка	г	4690	5214
крахмал	г	2516	2542
сахар	г	1510	1504
сырой жир	г	592	614
кальций	г	113,1	124,4
фосфор	г	86,3	88,3
магний	г	26,8	28,0
калий	г	211,8	213
сера	г	31,0	32,2
железо	мг	3910,0	3951,2
медь	мг	181,3	188,1
цинк	мг	601,0	603,2
кобальт	мг	21,6	22,2
йод	мг	28,4	23,3
каротин	мг	1068	1076

Вместе с тем коровы опытной группы, судя по рациону, были на 6,5 % лучше обеспечены по обменной энергии, на 3,2 % по сухому веществу, а также по протеину, жиру и другим элементам питания.

В структуре рационов наибольший удельный вес, как по массе, так и по питательности, занимают растительные корма. Комбикорм в рационах коров контрольной и опытной групп занимал соответственно 37,7 и 38,3 %. Однако отмеченные различия незначительны и вызваны различиями в составе комбикормов.

В результате научно-хозяйственного опыта было установлено, что коровы обеих групп охотно поедали корма рациона в виде кормосмеси. Структура рационов по количеству грубых, сочных и концентрированных кормов рассчитана на получение среднесуточного удоя не менее 20 кг молока с жирностью 3,8 %. Испытуемые нами общесмешанные кормовые рационы для контрольной и опытной групп содержали оптимальное количество сухого вещества в пределах 45-55 %, потому что или слишком сухой (выше 60 % сухого вещества), или слишком влажный (более 60 % влажности) рацион оказывают отрицательное влияние на потребление корма. Нами было установлено, что количество остатков корма колебалось и составляло в среднем от 2 до 4 % от предоставленного корма.

Данные о потреблении кормов в составе общесмешанного рациона представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Потребление кормов подопытными животными в расчете на 1 голову за период опыта, кг

Корма	Группы	
	1 (контрольная)	2 (опытная)
Сенаж многолетних трав	684	698,4
Силос кукурузный	912	931,2
Солома овсяная	57	58,2
Жом сухой	57	58,2
Патока кормовая	57	58,2
Комбикорм КК-61С заводского изготовления	342	-
Комбикорм КК-61С собственного производства	-	349,2

Данные о потреблении питательных веществ подопытными животными представлены в таблице 5.

Из данных таблицы 5 видно, что коровы опытной группы потребовали за период опыта в расчете на 1 голову на 57,2 кг больше сухого вещества и на 31,7 кормовых единиц больше по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Таблица 5 – Потребление питательных веществ испытуемых рационов подопытными животными

Группы	Потреблено всего				Потреблено на 1 голову			
	сухое вещество, кг	ОЭ МДж	кормовые единицы	перев. протеин, кг	СВ, кг	ОЭ МДж	кормовые единицы	перев. протеин, кг
1 (контрольная)	21 204	207 936	19 038	1014,6	1060,2	10 396,8	951,9	96,4
2 (опытная)	22 348	226 514	19 672	1047,0	1117,4	11 325,7	983,6	101,6

Незначительные различия в пользу опытной группы отмечены и по потреблению протеина (5,2 кг), и эти различия связаны с неодинаковой питательностью испытуемых рационов кормления, содержащих комбикорма заводского и местного производства.

Отмеченные различия в потреблении питательных веществ, вызванные неодинаковым составом и питательностью комбикормов разного способа приготовления, оказали влияние на удой коров (таблица 6).

Таблица 6 – Удой коров в расчете на 1 голову за период научно-хозяйственного опыта

Группы	за 1 месяц		за 2 месяц		за опыт		в % к 1 группе
	всего, кг	на 1 гол./сут, кг	всего, кг	на 1 гол./сут, кг	всего, кг	на 1 гол./сут, кг	
1 (контрольная)	582	19,4 ± 0,91	606	20,2 ± 0,18	1188	19,8 ± 0,27	-
2 (опытная)	597	19,9 ± 0,23	615	20,5 ± 0,28	1212	20,2 ± 0,05	102

Из данных таблицы 6 видно, что испытуемые рационы, содержащие практически одинаковый уровень питательных веществ, не оказали

существенного влияния на молочную продуктивность коров. Вместе с тем на протяжении всего периода научно-хозяйственного опыта наблюдалась тенденция к более высокой молочной продуктивности коров второй опытной группы, потреблявших в составе рациона комбикорм собственного производства, хотя достоверной разницы по удою между группами коров установлено не было. Более наглядно о показателях молочной продуктивности и качестве полученной продукции можно судить по данным таблицы 7.

Анализ данных таблицы 7 показал, что не только по количеству полученного молока, но и по содержанию в нем жира и белка достоверных различий установлено не было.

Таблица 7 – Удой коров и качество молока при использовании различных по составу комбикормов

Показатели	Группы	
	1 (контрольная)	2 (опытная)
среднесуточный удой, кг	19,8 ± 0,27	20,2 ± 0,25
- % к контролю	100	102
валовое количество молока, кг	1188	1212
- % к контролю	100	102
- содержание жира в молоке, %	3,65 ± 0,32	3,68 ± 0,23
количество молочного жира, кг	72,27 ± 0,93	74,34 ± 0,88
- % к контролю	100	102,9
содержание белка, %	3,24 ± 0,04	3,26 ± 0,02
количество молочного белка, кг	64,15 ± 0,83	65,85 ± 0,91
% к контролю	100	102,7
Плотность, кг/см ³	28,5 ± 0,06	28,7 ± 0,15
Кислотность, °Т	17,0 ± 0,06	17,4 ± 0,11
Бактериальная обсемененность (класс)	1	1
Сорт	экстра	экстра

Выявившаяся тенденция к увеличению удоя у коров опытной группы способствовала несколько большему получению молочного жира и молочного белка от животных опытной группы – на 2,9 и 2,7 % соответственно.

При исследовании качества молока коров контрольной и опытной групп было установлено, что по органолептическим показателям оно не различалось и соответствовало норме.

Биохимические показатели, характеризующие белковый (общий белок, мочевины), минеральный (кальций, фосфор и их отношение) обмены, щелочной резерв соответствовали нормативным величинам во всех группах на начало и конец опыта (таблица 8). Анализ полученных данных показывает более выраженный положительный эффект на гематологический статус по отдельным показателям был у коров 2 (опытной

группы), однако полученные различия недостоверны, за исключением щелочного резерва.

Таблица 8 – Биохимические показатели крови подопытных коров (n = 10)

Показатели	Группы	
	1 (контрольная)	2 (опытная)
Начало опыта		
Общий белок, г/л	70,5 ± 1,08	70,9 ± 1,03
Мочевина, моль/л	2,81 ± 0,020	2,90 ± 0,050
Щелочной резерв, моль/л	487 ± 13,9	538 ± 14,3*
Кальций, моль/л	2,89 ± 0,040	2,79 ± 0,060
Фосфор, моль/л	1,63 ± 0,020	1,69 ± 0,010
Каротин, мг%	0,81 ± 0,010	0,82 ± 0,010
Гемоглобин, г/л	104,1 ± 3,2	103,8 ± 2,6
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,70 ± 0,23	6,69 ± 0,32
Лейкоциты 10 ⁹ /л	12,3 ± 0,13	12,6 ± 0,14
Альбумины, г/л	39,0 ± 0,86	38,4 ± 1,03
Глобулины, г/л	35,3 ± 1,02	34,8 ± 0,86
Конец опыта		
Общий белок, г/л	72,4 ± 0,24	72,5 ± 0,43
Мочевина, моль/л	2,64 ± 0,030	2,59 ± 0,02
Щелочной резерв, моль/л	508 ± 12,8	553 ± 11,5*
Кальций, моль/л	2,82 ± 0,01	2,86 ± 0,02
Фосфор, моль/л	1,74 ± 0,02	1,75 ± 0,01
Каротин, мг%	0,83 ± 0,01	0,88 ± 0,01
Глобулины, г/л	103,2 ± 3,9	106,8 ± 4,3
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,83 ± 0,28	6,63 ± 0,31
Лейкоциты 10 ⁹ /л	12,3 ± 0,42	12,1 ± 0,36
Альбумины, г/л	37,8 ± 0,86	40,1 ± 0,93
Глобулины, г/л	36,0 ± 0,98	35,6 ± 1,01

Расчет затрат питательных веществ на получение 1 кг продукции показал, что эти затраты существенно не различались по группам скота, что видно из данных таблицы 9.

Таблица 9 – Затраты питательных веществ за опыт в расчете на 1 голову

Группы	Надоено молока базисной жирности, кг	Затрачено за опыт		Затрачено на 1 кг молока	
		к. ед.	пер. прот., кг	к. ед.	пер. прот., г
контрольная	1204,5	951,9	96,4	0,79	80,0
опытная	1238,9	983,6	101,6	0,79	82,0

Так, коровы из контрольной группы при суточном удое 19,8 кг молока затратили на 1 кг молока базисной жирности 0,79 корм. ед. и 80,0 г переваримого протеина. Коровы опытной группы, потреблявшие в составе рационов комбикорм собственного производства, имели те же

затраты на продукцию, что и аналоги из контрольной группы, за исключением переваримого протеина, его расход оказался выше на 2 г.

Таким образом, скармливание дойным коровам рационов с комбикормами различного состава и места изготовления не оказало влияния на затраты корма на получение молока.

Расчет экономической эффективности использования комбикормов заводского и собственного производства представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Экономическая эффективность использования комбикорма заводского и собственного производства в рационах дойных коров

Показатели	Ед. изм.	Группы	
		1 (контрольная)	2 (опытная)
Количество коров	гол.	20	20
Продолжительность опыта	дней	60	60
Надоено молока базисной жирности на 1 корову	кг	1204,5	1238,9
Затраты кормов на 1 кг молока базисной жирности	к. ед.	0,79	0,79
Израсходовано комбикорма на 1 корову за опыт	кг	342	349,2
Стоимость 1 кг комбикорма	руб.	1,3	1,1
Стоимость израсходованного комбикорма	руб.	444,6	384,1
Себестоимость 1 ц молока	руб.	61,1	60,0
Себестоимость реализованной продукции	руб.	736,0	743,3
Стоимость 1 кг молока	руб.	115,2	115,2
Стоимость реализ. продукции	руб.	1387,6	1427,2
Прибыль от реализации	руб.	651,6	683,9
Уровень рентабельности	%	88,5	92,0

Из данных таблицы 10 видно, что от коров обеих групп получено практически одинаковое количество молока базисной жирности с одинаковыми затратами кормовых единиц на единицу продукции. Вместе с тем общие затраты на производство продукции были неодинаковыми из-за различной стоимости комбикормов. Так, комбикорм собственного производства был почти на 18 % дешевле комбикорма заводского производства. Это повлияло на эффективность производства молока. Так, себестоимость 1 ц молока во 2 (опытной) группе коров была на 1,1 руб., или на 1,8 %, ниже по сравнению с контролем. Соответственно в опытной группе прибыль от реализации продукции была выше на 32,3 руб. по сравнению с аналогичным показателем у животных в контрольной группе, а уровень рентабельности производства молока у животных 2 (опытной) группы составил 92,0 %, у аналогов из контроля – 88,5 %. Полученные данные свидетельствуют о более эффективном производстве

молока при использовании в составе рационов коров комбикорма собственного изготовления.

Заключение. Для повышения эффективности производства молока использовать в составе рационов коров более дешевый комбикорм собственного производства, не уступающий заводскому по биологической ценности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбикорма и добавки [Электронный ресурс]. – <http://kombikorma.ru/>. – Режим доступа: <http://kombikorma.ru/>. – Дата доступа: 13.06.2023.
2. Комбикорма, БМВД для коров, телят, дойного стада, крупного рогатого скота [Электронный ресурс]. // Агрозоосвіт. – Режим доступа: <http://agrozoosvit.ua>. – Дата доступа: 13.06.2023.
3. Мини-комбикормовые заводы дают комбикормовую независимость [Электронный ресурс] // АгроБеларусь. – Режим доступа: <http://agrobeltarus.by/articles/nauka/>. – Дата доступа: 13.06.2023
4. Преимущества использования комбикормов для кормления животных [Электронный ресурс] // Смоленский КХП. – Режим доступа: <http://www.smolkhp.ru/produktsiya/kombikorm-dlya-krupnogo-rogatogo-skota>. – Дата доступа: 13.06.2023.
5. Комбикорма для КРС. [Электронный ресурс] // Корма и добавки. – Режим доступа: korm.key.ua. – Дата доступа: 13.06.2023.
6. Что нужно знать о комбикорме. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zernyshko.jimdo.com/2013/11/13>. – Дата доступа: 13.06.2023.

УДК 636.087.8

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «PRIMALAC» НА ХОЛОСТЫХ, СУПОРОСНЫХ И ПОДСОСНЫХ СВИНОМАТОК

А. М. Тарас¹, В. Н. Полещук², В. В. Чекмарев³

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – ООО «РМГ» Пробиокорма

г. Москва, Российская Федерация (e-mail: pvn@probiokorma.ru);

³ – ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева»

г. Москва, Российская Федерация (e-mail: vchekmarev2003@gmail.com)

Ключевые слова: пробиотик, PrimaLac, опорос, свиноводство, свиноматки, холостые свиноматки, супоросные свиноматки, многоплодие, молочность свиноматок, оплодотворяемость, поросята.

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по изучению влияния кормовой добавки «PrimaLac» в рационах холостых, супоросных и подсосных свиноматок на их продуктивность. Отмечено положительное влияние кормовой добавки на репродуктивные характеристики свиноматок, такие как

оплодотворяемость и многоплодие, а также повышение молочности и увеличение массы поросят в период отъема и в послеотъемный период выращивания.

INFLUENCE OF THE PROBIOTIC FEED ADDITIVE «PRIMALAC» ON IDLING PREGNANT AND SUCKLING SOWS

A. M. Taras¹, V. N. Poleshchuk², V. V. Chekmarev³

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Teshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – RMG LLC Probiokorma

Moscow, Russia (e-mail: pvn@probiokorma.ru);

³ – Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Moscow, Russia (e-mail: vchekmarev2003@gmail.com)

Key words: *probiotic, PrimaLac, sows, single sows, pregnant sows, multiple pregnancies, sow milk production, fertility, piglets.*

Summary. *The article presents the results of studies on the effect of the «PrimaLac» feed additive in the diets of single, pregnant and lactating sows, on the positive effect of the feed additive on the reproductive characteristics of sows such as fertility and multiple pregnancy, as well as on increasing milk production and weight gain of piglets during the weaning period, and an increase in the mass of piglets in the post-weaning period of rearing.*

(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)

Введение. Свиноводство – это основная отрасль животноводства, на долю которого приходится более четверти всего белка животного происхождения, потребляемого во всем мире, и этот сектор животноводства является основным производителем белка для потребления человеком [1-3].

За последнее десятилетие значительно увеличилось поголовье свиней, возросло количество свиноферм и это значительно повысило производство мяса [4-7].

Из-за постоянного роста населения спрос на свинину будет постоянно увеличиваться, что приведет к значительному увеличению количества и размера ферм, а также к увеличению плотности в них поголовья [8-10].

Но в свиноводстве существуют проблемы, связанные с инфекционными заболеваниями, которые легко передаются между животными, снижая тем самым их продуктивность, замедляя их рост, а иногда даже и вызывая гибель животного [11, 12]. Поэтому при производстве мяса

необходимо постоянно контролировать производственный процесс, обеспечивая безопасность пищевых продуктов.

Для продуктивных животных профилактика инфекционных заболеваний имеет огромное значение, т. к. позволяет гарантировать и поддерживать здоровье всего поголовья для достижения высоких продуктивных показателей. Поэтому в свиноводстве важно понимать весь производственный цикл и наиболее распространенные патогены на каждом этапе, контролировать и снижать риски заболеваемости животных.

У свиноматок фаза беременности длится 114-115 дней, 21-28 дней – фаза лактации. На четвертой неделе их делят на группы по 15-20 особей. На протяжении всего этого периода свиноматки подвергаются стрессовым факторам: опорос, лактация, условия содержания и кормления молодняка [13-15].

Важную роль в здоровье животных, как матери, так и поросенка, играет кишечная микробиота. На этом этапе у поросят еще не развита пищеварительная и иммунная система, поэтому поросята очень чувствительны к различным заболеваниям, они могут легко погибнуть, если лечение не будет начато быстро. Основными составляющими в развитии микробиоты поросят являются тип родов, период лактации и использование антибиотиков. Всеми необходимыми питательными веществами и антителами для роста и борьбы с инфекциями поросят обеспечивает молозиво и молоко свиной [16].

В возрасте 3-4 недель (21-28 дней) поросят разлучают с матерями, но естественным образом это случается в 17 недель (119 дней), эта фаза переходная и длится до 60-70 дней. На этом этапе начинают формировать группы по 20-25 голов из разных выводков. Это для поросят является большим стрессом, связанным со многими изменениями в условиях жизни, экологическими и социальными, а также с диетой поросят [17]. Эти изменения влияют на состояние здоровья поросят и могут вызвать снижение их продуктивности и даже гибель поросят. Особенно критичны в этом периоде первые 5 дней перехода и окружающая поросят среда.

Спустя 60-70 дней после рождения, когда поросята весят около 30 кг, начинается период откорма. Длится он приблизительно 80-100 дней, до тех пор, пока животные не достигнут оптимального убойного веса, составляющего 100 кг [18-19].

Пробиотики в животноводстве привлекли внимание производителей и научного сообщества из-за признанной за ними эффективности у людей. Использование биоактивных веществ стало возможным благодаря альтернативному сокращению использования антибиотиков [20].

Однако на эффекты пробиотиков сильно влияют вариации штамма, диета и физиологическое состояние хозяина. В литературных источниках уже имеется информация о применении кормовой пробиотической добавки «PrimaLac» на других видах сельскохозяйственных животных [21].

Цель исследования состояла в определении возможности повышения продуктивности холостых, условно-супоросных, супоросных и подсосных свиноматок, а также поросят-сосунов и отъемышей при введении в структуру рациона пробиотической кормовой добавки «PrimaLac».

Материал и методика исследований. Опыты по изучению эффективности использования кормовой добавки «PrimaLac» в рационах свиней проводили на свиноводческом комплексе «Ворокомщина» ОАО «Гранит-Агро» Дятловского района Гродненской области.

Комбикорма для всех производственных групп свиней вырабатывались в ОАО «Новоельнянский комбинат хлебопродуктов». Для кормления свиноматок, поросят-сосунов и отъемышей контрольной группы использовались стандартные полнорационные комбикорма, а для свиноматок и молодняка опытной группы в комбикорма добавлялась кормовая добавка «PrimaLac» из расчета 0,5-1,5 кг на 1 т комбикорма согласно схеме опыта (таблица 1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	Количество животных в группе, гол.	Особенности кормления
Подсосные свиноматки, поросята-сосуны и отъемыши		
Контрольная	60	Основной рацион (ОР)
Опытная	60	ОР + кормовая добавка «PrimaLac» 0,5-1,5 кг/т

На свиноводческом комплексе «Ворокомщина» ОАО «Гранит-Агро» применяется трехфазная система выращивания молодняка свиней. Отъем поросят осуществляется в 28 дней, дорастивание отъемышей – до 78 дней и откорм – до 180 дней. На комплексе в кормлении молодняка свиней используются четыре рецепта комбикормов: СК-11 (1-28 дней), СК-16 (29-60 дней), СК-21 (61-90 дней) и СК-31 (91-180 дней). Кормление молодняка осуществлялось вволю. Холостые, условно-супоросные и супоросные свиноматки получали комбикорм СК-1 нормировано, а подсосные – СК-10 вволю через 7 дней после опороса. Свиноматки в контрольную и опытные группы отбирались по принципу сбалансированных групп. Технология содержания, кормления и воспроизводства свиней была одинаковой и соответствовала нормативам, принятым типовым проектом промышленного комплекса. Подопытный молодняк на дорастивании и откорме содержался в аналогичных условиях,

технология кормления и обслуживания была одинаковой. Во время проведения производственного научно-хозяйственного опыта изучались следующие показатели: оплодотворяемость и многоплодие свиноматок; динамика изменения живой массы молодняка свиней путем группового взвешивания; затраты корма на единицу прироста живой массы путем учета израсходованных кормов и прироста живой массы; сохранность путем учета павших и выбракованных животных.

Пробиотическая кормовая добавка «PrimaLac» представляет собой однородный порошок от светло-кремового до светло-коричневого цвета. В своем составе она содержит высушенные бактерии *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Enterococcus faecium*, пшеничные отруби и кальция карбонат в качестве наполнителя, а также соевое масло в количестве 1 % от массы. В 1 г кормовой добавки «PrimaLac» содержится минимум $1,0 \times 10^8$ КОЕ.

Результаты исследований и их обсуждение. Основные результаты научно-хозяйственного опыта по изучению эффективности использования кормовой добавки «PrimaLac» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные результаты научно-хозяйственного опыта

Показатели	Группы	
	Контрольная	Опытная
Оплодотворяемость, %	79,8	81,0
Опоросилось свиноматок, гол.	60	60
Многоплодие, гол.	8,17	8,33
Количество поросят, гол.:		
в начале опыта (при рождении)	490	500
при отъеме (28 дней)	456	496
при переводе на откорм (78 дней)	443	476
Сохранность поросят, %:		
к отъему	93,1	99,2
к переводу на откорм	90,5	95,2
Средняя живая масса 1 головы, кг:		
- в начале опыта (при рождении)	$0,90 \pm 0,13$	$0,92 \pm 0,11$
- при отъеме (28 дней)	$7,1 \pm 0,34$	$7,4 \pm 0,41$
- при переводе на откорм (78 дней)	$27,7 \pm 1,28$	$29,8 \pm 1,66$
Среднесуточный прирост, г:		
- 0-28 дней	$221 \pm 14,3$	$231 \pm 13,4$
- 29-78 дней	$412 \pm 26,8$	$448 \pm 23,4$
- 0-78 дней	$343 \pm 21,7$	$370 \pm 19,7$
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,11	1,99

Как видно из данных таблицы 2, применение кормовой добавки «PrimaLac» в комбикормах для свиноматок способствовало некоторому увеличению оплодотворяемости – с 79,8 до 81,0 %, т. е. на 1,2 п. п. Многоплодие свиноматок опытной группы было выше на 0,16 поросят, или на 2 %, и составило в опытной группе 8,33 голов. К 28-дневному

возрасту живая масса поросят опытной группы составила 7,4 кг, что на 0,3 кг (4,2 %) больше, чем в контрольной. Также необходимо подчеркнуть, что живая масса поросят в возрасте отъема в значительной степени зависит и от молочности свиноматок. На молочность свиноматок напрямую влияет и потребление кормов в период лактации. Согласно полученным результатам, можно сказать, что количество поедаемых кормов в опытной группе находилось примерно на одном уровне, в опытной группе молочность и масса гнезда при отъеме была больше, нежели в контрольной группе, при том, что и многоплодность в опытной группе была выше. Также более высокая интенсивность роста поросят опытной группы сохранялась и в послеотъемный период. Так, в 78-дневном возрасте живая масса поросят опытной группы составила 29,8 кг, против 27,7 кг в контрольной группе, что на 2,1 кг, или на 7,6 %, больше, чем в контрольной.

Что же касается среднесуточного прироста живой массы поросят опытной группы, то от отъема до перевода на откорм он составил 448 г, и был выше контрольной группы на 36 г (8,7 %), чей среднесуточный привес составил 412 г. Что касемо затрат корма на 1 кг прироста живой массы, то в контрольной группе он составил 2,11 кг, тогда как в опытной данный показатель был 1,99 кг, что на 5,7 % меньше, чем в контрольной группе.

Сохранность поросят всех подопытных групп до перевода на откорм (78 дней) была высокой и составила 90,5-95,2 %, при этом более высокая сохранность была зафиксирована во второй группе, где использовали кормовую добавку «PrimaLac», – на 4,7 п. п. выше аналогичного показателя контрольной группы.

Заключение. Включение в рационы холостых, супоросных и подсосных свиноматок кормовой добавки «PrimaLac» из расчета 0,5 кг на 1 т комбикорма сопровождается тенденцией повышения репродуктивных качеств свиноматок: оплодотворяемости – с 79,8 до 81,0 %, или на 1,2 п. п., многоплодия – с 8,17 до 8,33 гол., или на 0,16 поросенка (2,0 %), молочности и увеличения отъемной массы поросенка – с 7,1 до 7,4 кг, или на 0,3 кг (4,2 %), а также сохранности поросят к отъему – с 93,1 до 99,2 %, или на 6,1 п. п.

Использование кормовой добавки «PrimaLac» из расчета 1,0 кг на 1 т комбикорма в рационах отъемышей сопровождалось увеличением живой массы поросят при переводе на откорм в 78 дней с 27,7 до 29,8 кг, т. е. на 2,1 кг, или 7,6 %, повышением среднесуточного прироста живой массы в послеотъемный период с 412 до 448 г, т. е. на 36 г, или 8,7 %, при более эффективном на 5,7 % использовании кормов на прирост живой массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свиноводство: Учебное пособие для практических занятий для студентов очной и заочной формы обучения направление 36.03.02 «Зоотехния» / Л. Г. Юшкова [и др.]; Факультет ветеринарной медицины и зоотехнии, Кафедра «Зоотехнии». – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2022. – 112 с.
2. Теоретические и практические основы интенсивного производства свинины / А. П. Гришкова [и др.]. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2014. – 244 с.
3. Состояние и тенденции в производстве мяса домашних животных в мире и России / А. И. Ерохин [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2021. – № 2. – С. 20-22.
4. Подготовка ремонтных свинок к воспроизводству в условиях промышленного комплекса / А. В. Тютюнникова [и др.] // Свиноводство. – 2021. – № 1. – С. 13-15.
5. Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины / А. П. Гришкова [и др.]. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью «Авторское издательство Кузбассвуиздат», 2015. – 195 с.
6. Производство свинины на основе использования свиноматок кемеровской породы / А. П. Гришкова [и др.] // Свиноводство. – 2015. – № 4. – С. 23-25.
7. Агрономия, зоотехния, экономика / Е. А. Адаркина [и др.]. – Москва – Берлин: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2021. – 324 с.
8. Perspectives and challenges of global cattle and sheep meat and milk production / M. P. Petrovic [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 17-18 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 12084.
9. Гришкова, А. П. Продуктивность свиней зарубежной селекции в условиях Сибири / А. П. Гришкова, А. А. Аришин, Н. А. Чалова // Свиноводство. – 2016. – № 3. – С. 9-11.
10. Использование хряков породы пьетрен при производстве товарных гибридов / А. П. Гришкова [и др.] // Стратегия развития зоотехнической науки: Тезисы докладов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию зоотехнической науки Беларуси, Жодино, 15-16 октября 2009 года / Редакция: И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино: Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, 2009. – С. 31-33.
11. Молоскин, С. А. Применение мультиферментного комплекса «Ровабио» для свиней / С. А. Молоскин, И. Н. Сычева, А. А. Бадмаева // Управление рисками в АПК. – 2020. – № 3(37). – С. 39-55.
12. Чалова, Н. А. Использование хряков породы йоркшир и РИС в селекционной работе по улучшению продуктивных качеств свиней крупной белой породы / Н. А. Чалова, А. А. Аришин, В. А. Волков // Свиноводство. – 2009. – № 3. – С. 24-26.
13. Воспроизводительные качества свиноматок и мясная продуктивность помесного молодняка при различных системах скрещивания / А. П. Гришкова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 67-68.
14. Influence of Replacement Gilts Breed on the Association between Cortisol and Morphological Blood Parameters and Economically Beneficial Features / M. A. Derkho [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2019. – Vol. 10. – No 2. – P. 267-277.
15. Характеристика продуктивности свиней чистогорской породы / А. П. Гришкова [и др.] // Свиноводство. – 2017. – № 3. – С. 7-10.
16. Использование хряков разного генотипа в системе четырехпородного скрещивания / А. П. Гришкова [и др.] // Свиноводство. – 2016. – № 8. – С. 4-6.
17. Эффективность скрещивания свиней кемеровской породы с хряками специализированных мясных пород / А. П. Гришкова [и др.] // Зоотехния. – 2014. – № 3. – С. 4-5.

18. Гришкова, А. П. Химический состав и физико-химические свойства мяса и сала свиней чистогорской породы / А. П. Гришкова, Н. А. Чалова, А. А. Аришин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 12. – С. 59-61.
19. Чалова, Н. А. Откормочная и мясная продуктивность гибридного молодняка / Н. А. Чалова, А. П. Гришкова // Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России: Материалы XII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 12-15 ноября 2013 года. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2013. – С. 71-74.
20. Влияние пробиотической кормовой добавки «PRIMALAK» на молочную продуктивность дойных коров / А. М. Тарас [и др.] // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: Материалы XXI Международной научно-практической конференции, Кемерово, 6-7 декабря 2022года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 455-461.
221. Влияние кормового пробиотика на яичную продуктивность кур-несушек кросса «Декalb белый» / А. М. Тарас [и др.] // Птицеводство. – 2022. – № 4. – С. 31-36.

УДК 636.234.1:612.6

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ APAF1 И SMC2, АССОЦИИРОВАННЫХ С ГАПЛОТИПАМИ ФЕРТИЛЬНОСТИ НН1 И НН3, У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Е. И. Юрченко, О. В. Вертинская

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: elurch1986@mail.ru)

Ключевые слова: крупный рогатый скот, фертильность, полиморфизм гена SMC2, APAF1, гаплотип, наследственные аномалии.

Аннотация. В статье приведены результаты исследования полиморфизма по генам APAF1 и SMC2, ассоциированных с гаплотипами НН1 и НН3, у крупного рогатого скота голштинской породы. С помощью ПЦР-анализа было установлено, что на долю носителей мутантного аллеля по гену APAF1 приходится 1,6 % голов от общего количества протестированных животных, по гену SMC2 – 1,5 %. Носители летального генотипа XX и CC в исследуемой популяции не идентифицированы, т. к. погибают на ранних стадиях эмбриогенеза.

POLYMORPHISM OF THE APAF1 AND SMC2 GENES ASSOCIATED WITH HH1 AND HH3 FERTILITY HAPLOTYPES IN HOLSTANIAN CATTLE

E. I. Yurchenko, O. V. Vertinskaya

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: elurch1986@mail.ru)

Key words: cattle, fertility, SMC2 gene polymorphism, APAF1, haplotype, hereditary anomalies.

Summary. the article presents the results of a study of polymorphism in the APAF1 and SMC2 genes associated with the HH1 and HH3 haplotypes in Holstein cattle. Using PCR analysis, it was found that the share of carriers of the mutant allele for the APAF1 gene accounts for 1,6 % of the total number of animals tested, for the SMC2 gene – 1,5 %. Carriers of the lethal XX and CC genotypes in the study population were not identified, as they die at the early stages of embryogenesis.

(Поступила в редакцию 05.06.2023 г.)

Введение. Популяция племенного поголовья крупного рогатого скота подвержена распространению рецессивных болезней. Отдельные производители производят десятки тысяч потомков путем искусственного осеменения. Частота вредных аллелей, переносимых такими производителями, может значительно увеличиться в течение нескольких поколений [9].

Плодовитость является одним из важнейших признаков, определяющих устойчивое развитие животноводства. Для поддержания рентабельности молочной отрасли имеет большое значение количество и качество произведенного молока, которое, в свою очередь, зависит от успешной стельности и отела. При снижении репродуктивной способности возникают финансовые потери из-за снижения производства молока, отсутствует возможность замены животных для поддержания размера стада. Важность плодовитости и связанных с ней показателей лактации для молочной промышленности сделала репродуктивную функцию необходимой целью программ разведения молочного скота [1].

Снижение фертильности крупного рогатого скота вследствие инбридинга становится серьезной проблемой в молочном животноводстве. Размножение – сложный процесс, зависящий от многих факторов, таких как состояние здоровья, условий окружающей среды, кормления, а также от фертильности обеих особей. Наследуемость репродуктивных функций у коров низкая (от 0,02 до 0,04) и лишь немногим выше у быков-производителей (от 0,05 до 0,22) [6]. Инбридинг как увеличивает частоту рецессивных летальных и сублетальных аллелей в популяции, так

и параллельно приводит к очищению от вредных аллелей путем естественного отбора. Летальные мутации являются наиболее вредными с экономической точки зрения. Ни одно потомство, несущее такие мутации, не выживет и не сможет размножаться [4].

На современном этапе развития отрасли животноводства внедрение и применение новых методов биотехнологии, использование маркерной селекции дает возможность выявить генетические дефекты уже после рождения животного, тем самым снизить риск их распространения в популяции [7].

Гаплотипы фертильности HH1 и HH3 являются следствием точечных мутаций в генах APAF1 и SMC2, которые приводят к эмбриональной смертности крупного рогатого скота на разных сроках стельности [8].

Нонсенс-мутация в гене APAF1 (фактора активации апоптотической протеазы 1; APAF1 p.Q579X) ассоциирована с гаплотипом фертильности голштинского скота HH1 (OMIA:ID000001-9913) и обуславливает эмбриональную смертность на разных сроках стельности. Мутация картирована на 5-й хромосоме в области 58-66 Mb в позиции 63150400 с заменой C→T в XI экзонной части гена APAF1 и приводит к усечению одной трети кодируемого геном белка APAF1 [5]. Сильно укороченный пептид APAF1 у гомозиготных носителей мутации приводит к апоптотической гибели клеток и генетическим аномалиям, что подтверждено проведенными опытами по экспрессии гена APAF1 у мышей [2]. Гаплотип фертильности HH1 является причинной мутацией эмбриональной, внутриутробной и перинатальной гибели крупного рогатого скота [3, 5]. По результатам генеалогического анализа было установлено, что источником распространения в голштинской породе гаплотипа фертильности HH1 являются бык Pawnee Farm Arlinda Chief (Chief), рожденный в США в 1962 году, и его сын Walkway Chief MARK 1978 года рождения. Pawnee Farm Arlinda Chief и Walkway Chief MARK интенсивно вовлекались в воспроизводство. От последнего получено более 60 тыс. дочерей и сыновей.

Гаплотип фертильности HH3 (OMIA: ID001824- 9913) ассоциирован с мутацией в гене CSM2 (структурного поддержания хромосом 2) и гибелью эмбрионов до 60-го дня стельности [11]. Область локализации мутации определена на BTA8 в области 94,0-96,0 Mb в позиции 95410507 с заменой T→C в 24 экзоне гена SMC2. В процессах конденсации хромосом, их сегрегации, а также в процессе клеточного деления и репарации ДНК белок SMC2 играет важную роль. Родоначальниками мутации являются американские быки-производители GayView SKYLINER и Glendell ARLINDA CHIEF (1954 и 1968 г. р.) [10, 11],

потомки которых широко использовались в системе искусственного осеменения голштинского скота.

Цель исследований – изучение полиморфизма генов APAF1 и SMC2, ассоциированных с гаплотипами фертильности HH1 и HH3, у крупного рогатого скота голштинской породы.

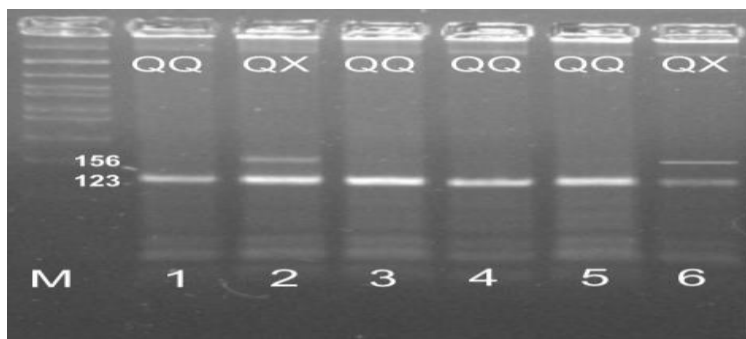
Материал и методика исследований. Генотипирование крупного рогатого скота по выявлению мутаций по генам APAF1 и SMC2, ассоциированных с гаплотипами фертильности HH1 и HH3, проводилось на базе отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет». В ходе исследования было протестировано 435 быкопроизводящих коров голштинской породы, содержащихся в СПК имени Деньщикова Гродненского района.

Для диагностики мутации в гене APAF1 использовали следующую последовательность синтетических олигонуклеотидов:

APAF1_f – 1:5'TATAGACTGTGAGAATTTCCAGG-3';

APAF1_r – 2:5'TTATCGACCTCCTGCTTGCCTGC-3'.

ПЦР проводили по следующей программе: 95 °C – 7 мин; 40 циклов: 94 °C – 30 с, 61 °C – 30 с, 72 °C – 45 с; 72 °C – 7 мин. Визуализацию продукта амплификации проводили методом горизонтального электрофореза в 2 % агарозном геле с длиной амплифицированного фрагмента – 156 bp. Для рестрикции амплифицированного участка использовали эндонуклеазу рестрикции BstC8I. Реакцию проводили при температуре 37 °C. Продукт рестрикции гена разделяли электрофоретически в 3-4 % агарозном геле (при напряжении 130 В) в 1×TBE буфере при УФ-свете с использованием бромистого этидия на системе гель-документирования GelDoc RX+ (BIORAD) с определением следующих генотипов: QQ = 123/33bp (свободный от мутации), QX = 156/123/33 bp (носитель мутации). Летальный генотип XX = 156 bp определен не был (рисунок 1).



М – ДНК-маркер молекулярного веса 100bp; 1, 3, 4, 5 – генотип АРАF1^{QQ}; 2, 6 – АРАF1^{QX}

Рисунок 1 – Электрофореграмма фрагментов ПЦР участка гена АРАF1

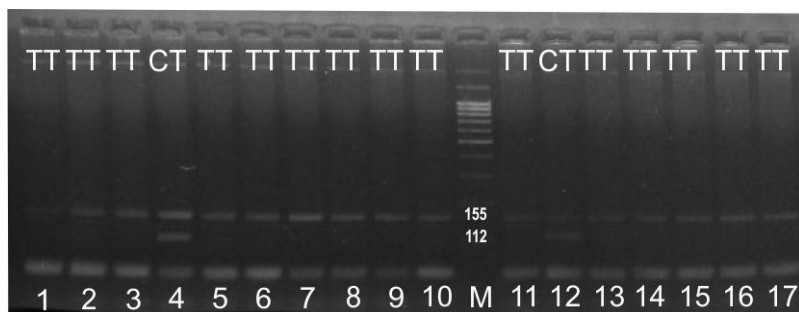
Для диагностики мутации в гене SMC2 использовали следующую последовательность синтетических олигонуклеотидов:

SMC2_f – GGTCTTTAGTGGCTCTGTCA- 3',

SMC2_r – TCTTACCTGAGAATGTGTGA- 3',

SMC2_n – TCTTACCTGAGAATGTGTGG- 3'.

ПЦР проводили по следующей программе: 94 °С – 4 мин; 25 циклов: 94 °С – 30 с, 60 °С – 30 с, 72 °С – 30 с; 72 °С – 3 мин. Визуализацию продукта амплификации проводили методом горизонтального электрофореза в 2 % агарозном геле (при напряжении 120 В) с определением следующих генотипов: ТТ = 219/155 бп (свободный от мутации), СТ = 219/155/112 бп (носитель мутации). Летальный генотип СС = 219/112 бп определен не был (рисунок 2).



М – ДНК-маркер молекулярного веса 100bp; 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 – генотип SMC2^{TT}; 4, 12 – SMC2^{CT}

Рисунок 2 – Электрофореграмма фрагментов ПЦР участка гена SMC2

Частоту встречаемости генотипов рассчитывали по формуле 1.

$$P = n / N, \quad (1)$$

где P – частота определенного генотипа;

n – количество животных, имеющих определенный генотип;

N – общее число животных.

Частота встречаемости аллелей по гену APAF1 рассчитана по формуле 2, а по гену SMC2 – по формуле 3 по Е. К. Меркурьевой (1977).

$$pQ = 2n_{QQ} + n_{QX} / 2N, \quad (2)$$

$$qX = 2n_{XX} + n_{QX} / 2N,$$

$$pT = 2n_{TT} + n_{TC} / 2N,$$

$$qC = 2n_{CC} + n_{TC} / 2N, \quad (3)$$

где pQ – частота аллеля Q;

qX – аллель X;

pT – частота аллеля T;

qC – аллель C;

n – количество гомозиготных или гетерозиготных особей;

N – общая численность обследованных животных;

2N – число аллелей данного двухаллельного локуса в обследованной популяции.

Результаты исследований и их обсуждение. Для определения полиморфизма по генам APAF1 и SMC2 было протестирована выборка племенного маточного поголовья крупного рогатого скота голштинской породы в количестве 150 голов по первой и второй лактации и 135 голов третьей лактации. Частоты встречаемости аллелей и генотипов по генам APAF1 и SMC2 представлены в таблице 1, 2 и на рисунках 3 и 4.

Таблица 1 – Частота встречаемости аллелей и генотипов гена APAF1

Лактация голов	Частота встречаемости				
	аллелей		генотипов, %		
	Q	X	QQ	QX	XX
1	0,987	0,013	97,3	2,7	-
2	0,997	0,003	99,3	0,7	-
3	0,993	0,007	98,5	1,5	-

Из данных таблицы 1 видно, что в процессе проведения исследования были выявлены различия по частоте встречаемости генотипов и аллелей гена APAF1. В исследуемой группе животных самая высокая частота встречаемости в среднем по трем лактациям была выявлена у генотипа APAF1^{QQ} – 98,4 %, тогда как частота встречаемости генотипа APAF1^{QX} составила 1,6 %. Животные с генотипом XX в исследуемой

популяции не выявлены. Частота встречаемости аллеля Q гена APAF1 составила 0,992, а встречаемость аллеля X – 0,007.

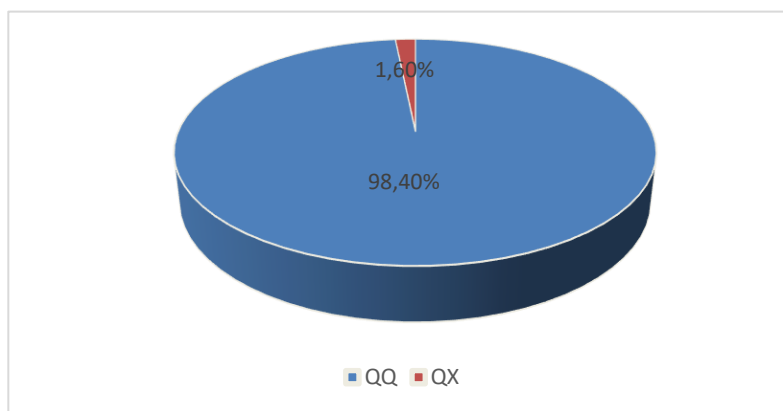


Рисунок 3 – Частота встречаемости генотипов по гену APAF1

Таблица 2 – Частота встречаемости аллелей и генотипов гена SMC2

Лактация	Частота встречаемости				
	аллелей		генотипов, %		
	T	C	TT	CT	CC
1	0,997	0,003	99,3	0,7	-
2	0,993	0,007	98,6	1,4	-
3	0,992	0,008	98,5	1,5	-

Из данных таблицы 2 видно, что в процессе проведения исследования были выявлены различия по частоте встречаемости генотипов и аллелей гена SMC2. В исследуемой популяции животных самая высокая частота встречаемости в среднем по трем лактациям была выявлена у генотипа SMC2^{TT} – 98,5 %, тогда как частота встречаемости генотипа SMC2^{CT} составила 1,5 %. Животные с генотипом CC в исследуемой популяции не выявлены. Частота встречаемости аллеля T гена SMC2 составила 0,994, а встречаемость аллеля C – 0,006.

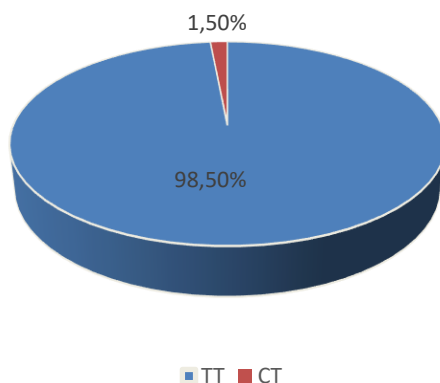


Рисунок 4 – Частота встречаемости генотипов по гену SMC2

Заключение. В результате проведенной ПЦР-диагностики были выявлены гетерозиготные носители мутации в гене APAF1 и гетерозиготные носители мутации в гене SMC2. От общего массива протестированных животных ($n = 435$) на долю носителей мутантного аллеля по гену APAF1 приходится 1,6 %, по гену SMC2 – 1,5 %. Носители летального генотипа XX и CC в исследуемой популяции не идентифицированы, т. к. погибают на ранних стадиях эмбриогенеза. Наличие носителей гаплотипов фертильности HH1 и HH3 свидетельствуют о необходимости дальнейшей селекции по генам APAF1 и SMC2. Контроль и элиминация носителей заболеваний позволят сохранить репродуктивное здоровье животных и достичь высоких показателей молочной продуктивности крупного рогатого скота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cole, J. B. Haplotype tests for recessive disorders that affect fertility and other traits. AIP / J. B. Cole // Research Report Genomic 3. – Т. – 99. – 2016. – С. 7274-7288.
2. Müller, M. Localization of Apaf1 gene expression in the early development of the mouse by means of in situ reverse transcriptase-polymerase chain reaction / M. Müller. – 2005. – С. 215-221.
3. Ghanem, M. E. Detection of APAF1 mutation in Holstein cows and mummified fetuses in Japanese dairy herds / M. E. Ghanem // Reproduction Domestic Animals. – Т. – 53. – С.137-142.
4. Генетические аномалии крупного рогатого скота / Н. В. Ковалюк [и др.] // Сборник научных трудов краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 27-32.
5. Identification of a nonsense mutation in APAF1 that is likely causal for a decrease in reproductive efficiency in Holstein dairy cattle / H. A. Adams [и др.] // American Dairy Science Association. – 2016. – Т. 99, вып. 8. – С. 6693- 6701.
6. The distribution for LoF mutations in the FANCI, APAF1, SMC2, GART, and APOB genes of the Russian Holstein cattle population. / O. S. Romanenkova [и др.] // American Dairy Science Association. – 2017. – С. 95-83.

7. Ussenbekov, Y. A. Identification of monomorphic and polymorphic genes associated with recessive fertility defects in Holstein cows reared in Kazakhstan / Y. A. Ussenbekov // Veterinarni Arhiv. – 2022. – Т. 92. – С. 27-35.
8. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes / P. M. Van Raden [и др.] // American Dairy Science Association. – 2011. – Т. 94. – С. 6153-6161.
9. Homozygous haplotype deficiency reveals deleterious mutations compromising reproductive and rearing success in cattle / H. Pausch [и др.] // J. BMC Genomics. – 2015. – Т. 16. – С. 312-318.
10. Зиновьева, Н. А. Гаплотипы фертильности голштинского скота / Н. А. Зиновьева // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – С. 423-435.
11. Bovine exome sequence analysis and targeted SNP genotyping of recessive fertility defects BH1, HH2 and HH3 reveal causative mutation in SMC2 for HH3 / M. C. Clure [и др.] // PLoS ONE. – 2014. – Т. 9. – С. 125-130.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗООТЕХНИЯ

Богданович И. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕЛЯТ	3
Вертинская О. В., Танана Л. А., Пешко В. В. ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА (GH) И ГИПОФИЗАРНОГО ФАКТОРА ТРАНСКРИПЦИИ (PIT-1) У БЫКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ	11
Волонсевич М. А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЭМБРИОНОВ КУР, КАЧЕСТВА СУТОЧНЫХ ЦЫПЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ ПРЕДЫНКУБАЦИОННОЙ САНАЦИИ ЯИЦ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С-СПЕКТРА И ПАРАФОРМАЛЬДЕГИДА	18
Высочина Е. С., Снитко Т. В. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ТЕЛЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАСЛОЖИРОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАПСОВОГО МАСЛА	26
Глазев А. А., Клиса С. Д., Епишко О. А., Чебуранова Е. С. АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ НОРОК ПРИ ПОЛИМОРФИЗМЕ ГЕНА MLRN	32
Горчаков В. Ю., Киселев А. И., Жогло С. В. ГЕНОТИПИРОВАНИЕ КУР ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ГЕНУ ГОРМОНА РОСТА (GH) И ПРОЛАКТИНА (PRL)	39
Дешко А. С., Голубец Л. В., Драгун Т. Ю., Сехина М. А., Гайсенюк Е. Л., Харитоник Д. Н., Сехин А. А. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ АСПИРАЦИИ ООЦИТОВ У ЛАКТИРУЮЩИХ ДОНОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ	48
Жогло С. В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕНОТИПОВ ЯИЧНЫХ ПЕТУХОВ ОТЦОВСКИХ ЛИНИЙ КЗ И С ПО ГЕНАМ ПРОЛАКТИНА (PRL), ГОРМОНА РОСТА (GH) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОЛЕКУЛЯРНО- ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	58
Захарова И. А., Михалюк А. Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ С α -ГАЛАКТОЗИДАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОПЫТАХ IN VIVO	68
Киселев А. И. ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТАЦИИ И ПОВОРОТА ИНКУБАЦИОННЫХ ЯИЦ КУР ПРИ ХРАНЕНИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫВОДА ЦЫПЛЯТ	77
Козинец А. И., Козинец Т. Г., Голушко О. Г., Надаринская М. А., Гонакова С. А., Бородин А. Ю. ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА НА ПРИРОСТ ЖИВОЙ МАССЫ И МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	84

Козинец А. И., Надаринская М. А., Голушко О. Г., Козинец Т. Г. ФОСФАТИДНО-МАСЛЯНАЯ ЭМУЛЬСИЯ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ	92
Лойко И. М., Щепеткова А. Г., Скудная Т. М., Кукса А. О., Лепеев С. О., Сапунова Л. И. ОЦЕНКА СИЛЫ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АПИФИЛ»	106
Матюкевич Д. И., Вергинская О. В. ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА И ГИПОФИЗАРНОГО ФАКТОРА ТРАНСКРИПЦИИ У ПЕТУХОВ	11
Минина Н. Г., Бариева Э. И., Бычков С. П. МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЛИНЕЙНОЙ И КРОСС ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	118
Михалюк А. Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ МАСЛА СЛИВОЧНОГО, ВЫРАБОТАННОГО ИЗ МОЛОКА КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСНЫМ ГЕНОТИПОМ ГЕНОВ DGAT1 ^{KK} GN ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	126
Михалюк А. Н. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ PRL И BLG НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ	138
Овсеев В. Ю., Михалюк А. Н., Сехин А. А., Воронов Д. В., Головнева Н. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА ПРОБИОТИЧЕСКИХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ОПЫТАХ IN VIVO	151
Пестис В. К., Дмитриевич Н. П., Козлова Т. В., Кузнецов Н. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИКОРМОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ И СОМОВЫХ РЫБ	160
Пестис В. К., Пестис П. В. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА ЧИСТОПОРОДНЫХ БЫКОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА GDR-Л-ФУКОЗОСИНТЕТАЗА (TSTA3) В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД	167
Петрушко А. С., Бурнос А. Ч., Ходосовский Д. Н., Хоченков А. А., Матюшонок Т. А., Рудаковская И. И., Слинько О. М. КАЧЕСТВО МЯСО-САЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕСОВЫХ КОНДИЦИЙ	173
Радчиков В. Ф., Сапсалева Т. Л., Богданович И. В. ВКЛЮЧЕНИЕ ДРОБЛЕНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В РАЦИОН ТЕЛЯТ	180
Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Серяков И. С., Петров В. И. ОРГАНИЧЕСКИЙ ЦИНК В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	188

Радчикова Г. Н., Марусич А. Г., Даниленко Е. Н. ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В ВОЗРАСТЕ 61-90 ДНЕЙ	195
Ромашко А. К., Садовская Л. В. ЗЕРНО СОРГО БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В КОРМЛЕНИИ РЕМОНТНЫХ ЦЫПЛЯТ ЯИЧНЫХ КРОССОВ	202
Рудак А. Н., Герман А. И., Герман Ю. И., Горбуков М. А., Чавлытко В. И. МЕЖПОРОДНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВЕРХОВЫХ ЛОШАДЕЙ, РАЗВОДИМЫХ В БЕЛАРУСИ, ПО 17 STR-ЛОКУСАМ	208
Семенов С. Н., Горчаков В. Ю., Воронис О. Н., Голубцов А. В., Лимарченко Ю. В. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ РАЦИОНОВ, ОБОГАЩЕННЫХ МУЛЬТИЭНЗИМНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ	216
Сенько А. Д. СЕЛЕКОРД-2000 – КОРМОВАЯ СЕЛЕНОСОДЕРЖАЮЩАЯ ДОБАВКА	224
Сехин А. А., Пестис В. К., Сурмач В. Н., Пресняк А. Р., Макарчиков А. Ф. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕМИКСОВ В РАЦИОНЕ КОРОВ В СУХОСТОЙНЫЙ ПЕРИОД	230
Сехин А. А., Сурмач В. Н., Ножинская З. И., Пресняк А. Р. ПРИМЕНЕНИЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ В РАЦИОНАХ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ	238
Снитко Т. В., Высочина Е. С., Санжаровская Ю. В. ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	244
Сурмач В. Н., Пестис В. К., Сехин А. А., Пресняк А. Р., Макарчиков А. Ф. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИКОРМА СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ	250
Тарас А. М., Полещук В. Н., Чекмарев В. В. ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «PRIMALAS» НА ХОЛОСТЫХ, СУПОРОСНЫХ И ПОДСОСНЫХ СВИНОМАТОК	259
Юрченко Е. И., Вертинская О. В. ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ARAF1 И SMC2, АССОЦИИРОВАННЫХ С ГАПЛОТИПАМИ ФЕРТИЛЬНОСТИ НН1 И НН3, У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ	266

Научное издание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО –
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов

Основан в 2003 году

Том 61

ЗООТЕХНИЯ

Ответственный за выпуск О. В. Вертинская
Корректор Л. Б. Иодель
Компьютерная верстка: Л. Б. Иодель

Подписано в печать 28.09.2023.
Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Печать Riso. Усл. печ. л. 16,16. Уч.-изд. л. 18,26.
Тираж 100 экз. Заказ 5834



Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования
«Гродненский государственный
аграрный университет»
Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/304 от 22.04.2014.
Ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно.