

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ  
ЖИВОТНОВОДСТВА**

Сборник научных трудов

Выпуск 24

В двух частях

Часть 1

Горки  
БГСХА  
2021

УДК 631.151.2:636

ББК 65.325.2

А43

Редакционная коллегия:

В. В. Великанов (гл. редактор), Н. А. Садонов (зам. гл. редактора),  
А. И. Портной (отв. за выпуск), Е. П. Савчиц (редактор научный),  
Т. В. Серякова (редактор технический), И. С. Серяков, Г. Ф. Медведев,  
Т. Ф. Перскова, А. В. Соляник, В. И. Буць, В. В. Малашко, Л. Н. Гамко, А. В. Гуцол,  
Н. И. Сахацкий, Л. М. Хмельничий, М. Г. Чабаев, Б. В. Шелото, А. Я. Райхман,  
С. О. Турчанов.

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор Г. Ф. Медведев  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор И. С. Серяков  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н. А. Садонов  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. Я. Райхман  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент С. О. Турчанов

**Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства:** сборник  
А43 научных трудов / гл. редактор В. В. Великанов. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 24. – В  
2 ч. – Ч. 1. – 280 с.

Представлены результаты исследований ученых Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Латвии в области кормления, содержания, разведения, селекции и генетики животных, воспроизводства и биотехнологии, ветеринарной медицины, технологии производства, переработки и хранения продукции животноводства.

**УДК 631.151.2:636**

**ББК 65.325.2**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2021

# РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РЕПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 636.22/ .23 : [619 : 619. 14-002]

## РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЧАСТОТА ВЫБИТИЯ КОРОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ МЕТРИТНОГО КОМПЛЕКСА

Г. Ф. МЕДВЕДЕВ, О. Н. КУХТИНА

УО «Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступла в редакцию 04.01.2021)

*Изучены основные показатели репродуктивной способности, частота и причины выбытия коров с заболеваниями репродуктивных органов. Выполнялась работа на молочно-товарном комплексе в течение года. В родильном отделении животных содержали при нормальном течении послеродового периода до двух недель, а в случае проявления задержания последа, метрита, клинического эндометрита, заболевания конечностей или вымени – до выздоровления. Ректальное исследование репродуктивных органов проводилось один–два раза в неделю. При тяжелых формах воспалительного процесса и наличии системных признаков заболевания инъецировали внутримышечно антибиотические препараты, а при слабости сокращений матки – утеробаг (в 17,7 %) или окситоцин (в 32 % случаев). При задержании последа сначала вводили в матку суппозитории утеросептоник Л/С-ПГ, а при клиническом эндометрите ниокситил-форте. Из зарегистрированных в период исследований отелов выявлено 197 случаев (55,6 %) заболеваний метритного комплекса, в том числе 15 (7,6 %) задержание последа, 17 (8,6 %) параметрит (из них 16 осложненный гематомами – болезнь тазовой полости). Осемнено 145 коров, оставлено для воспроизводства 120, а 77 животных выбраковано по различным причинам. Интервал от отела до 1-го осеменения не сильно различался в зависимости от кратности внутриматочного введения ниокситил-форте и продолжительности лечения. Не было статистически существенных различий и в оплодотворяемости при первом осеменении, а также индексе осеменения. Однако продолжительность интервала от отела до оплодотворения короче была в группе с продолжительностью лечения 15,6 дней (5–6 внутриматочных введений). Минимальным интервал от отела до оплодотворения был при результативном первом осеменении – 75 дней. Повторное осеменение (второе, третье) существенно удлиняло срок от отела до оплодотворения. Одной из причин этого могло быть неполное восстановление среды в матке в период лечения и сокращение интервала до первого осеменения до двух месяцев.*

**Ключевые слова:** коровы, болезни метритного комплекса, показатели репродуктивной способности, выбытие.

*The main indicators of reproductive ability, incidence and causes of culling out cows with reproductive disorders were studied. The work was done on the commercial dairy farm throughout a year. In the normal course of the postpartum period animals were kept in the maternity barn for up to two weeks, and in the case of retained placenta, metritis, clinical endometritis, limb or udder disease – until recovery. Rectal examination of the reproductive organs was performed once or twice a week. In severe forms of inflammation and the presence of systemic signs of the disease, antibiotic drugs were injected intramuscularly, and in cases of*

*weak uterine contractions – uterobag (in 17.7 %) or oxytocin (in 32 % of cases). In case of retained placenta, suppositories of uteroseptonic L/S-TG were first injected into the uterus, and nioxityl-forte was administered in the event of clinical endometritis. Of the calving records made during the study period, 197 incidents (55.6 %) of diseases associated with metritis were identified, including 15 (7.6 %) cases of retained placenta, 17 ones of parametritis (8.6 %) (16 of them complicated by hematomas – pelvic cavity disease). 145 cows were inseminated, 120 were left for reproduction, and 77 animals were culled out for various reasons. The interval from calving to the first insemination did not differ significantly depending on the frequency of intrauterine administration of nioxityl-forte and the duration of treatment. There were no statistically significant differences both in the fertilization rate at the first insemination and in the conception rate. However, the duration of the interval from calving to fertilization was shorter in the group with treatment duration of 15.6 days (5–6 intrauterine injections). The minimum interval from calving to fertilization was 75 days for the first successful insemination. Repeat insemination (second, third) significantly extended the period from calving to fertilization. One of the reasons for this could be incomplete regeneration of medium in the uterus during the treatment period and the reduction of the interval before the first insemination to two months.*

**Key words:** cows, diseases associated with metritis, indicators of reproductive ability, culling.

**Введение.** Одной из причин бесплодия коров являются послеродовые воспалительные процессы, поражающие различные участки наружных и внутренних половых органов, тазовую полость, маточные связки и брюшину. Из всех таких заболеваний по частоте проявления, тяжести и влиянию на репродуктивную способность главную роль занимают задержание последа, метрит, эндометрит и пиометра (*болезни метритного комплекса*). У этих болезней общие причины, для них характерны переход одной болезни в другую и в значительной мере однотипные способы лечения [1, 2, 3].

За последние 3–4 десятилетия хорошо изучены основные и predisposing причины каждого из этих заболеваний, выяснены роль отдельных микроорганизмов и их взаимодействия в развитии воспалительного процесса, упрощена классификация, разработаны принципы лечения и профилактики [4]. Предложено и описано огромное количество терапевтических лекарственных средств, их форм и способов применения [5]. Особенно это касается антибиотических препаратов, так как в абсолютном большинстве случаев развитие заболеваний связано с инфицированием матки и других участков половой системы. Определена степень зависимости репродуктивной способности животных от характера и длительности течения, тяжести проявления заболеваний, применяемого лечения и др. [6].

Несмотря на подтверждение эффективности проводимых лечебно-профилактических мероприятий с использованием разрабатываемых лекарственных средств, в целом нет очевидного прогресса в снижении частоты заболеваний на крупных молочно-товарных фермах и комплексах. Вероятно, это связано, прежде всего, с разнообразием в кормлении и содержании животных и их индивидуальных особенностей, а также устойчивостью к инфицированию и развитию стрессового со-

стояния, ветеринарным обслуживанием и многими другими внешними факторами.

**Цель работы:** изучить основные показатели репродуктивной способности и частоту выбытия коров с послеродовыми воспалительными процессами при комплексном их лечении с использованием различных маточных (экболических) и антибиотических ветеринарных препаратов.

**Основная часть.** Работа выполнялась на молочно-товарном комплексе РУП «Учхоз БГСХА» в течение года. Молочная продуктивность коров стада превышала 6 тыс. кг молока за лактацию. В родильном отделении животных содержали при нормальном течении послеродового периода до двух недель, а в случае проявления задержания последа, метрита, клинического эндометрита, заболеваний конечностей или вымени – до выздоровления. Ректальное исследование репродуктивных органов проводилось один–два раза в неделю. При тяжелых формах воспалительного процесса и наличии системных признаков заболевания инъецировали внутримышечно антибиотические препараты (преимущественно содержащие цефтиофуру), а при слабости сокращений матки – окситоцин (в 32 % случаев) или утеробаг (17,5 %). Этот препарат рекомендован для профилактики послеродовых осложнений, при задержании последа, атонии и гипотонии матки (субинволюции), послеродовых эндометритах. Он содержит пропранолола гидрохлорид, оказывает блокирующее действие на бета-адренорецепторы миометрии, что способствует проявлению активности эндогенного окситоцина; является антагонистом катехоламинов, обладает выраженным антистрессовым действием.

При задержании последа сначала вводили в полость матки суппозитории утеросептоник Л/С-ТГ; контроль выведения оболочек осуществляли ректальным массажем матки. При клиническом эндометрите коровам вводили в матку ниокситил-форте в соответствии с инструкцией по применению препарата. При задержке циклической активности яичников использовали сурфагон в отдельности или в комплексе с простагландином (протокол OvSynch), а при выявлении в яичниках желтого тела – простагландин. Осеменение проводили при выявлении признаков половой охоты визуально двукратно.

Из зарегистрированных в период исследований на ферме отелов выявлено 197 случаев (55,6 %) заболеваний метритного комплекса, в том числе 15 (7,6 %) задержание последа, 17 (8,6 %) параметрит (из них 16 осложненный гематомами – болезнь тазовой полости).

При метрите или клиническом эндометрите кратность терапевтических процедур, в том числе и внутриматочных введений антибиотического препарата, зависит от ряда факторов, основными из которых являются тяжесть воспалительного процесса, общее состояние животного.

го и характер послеродовых изменений в матке и шейке матки. Основанием для завершения лечения служит установление при ректальном исследовании окончания инволюции половых органов, отсутствие катарально-гниных истечений из вульвы (возможно выделение светлой прозрачной слизи).

Для 36 (18,3 %) животных потребовалось 3–4 введения лекарственного средства, длительность лечения составила около 10 дней (табл. 1). Увеличение кратности внутриматочных введений до 5–6 для половины животных (48,7 %) удлиняло продолжительность лечения до 15,6 дней. А для остальных 65 коров (33 %) требовалось 7 или более внутриматочных введений. Продолжительность лечения составила более трех недель. В среднем для всех включенных в анализ животных кратность введения ниокситил-форте составила 5,8 и продолжительность лечения 16,8 дней.

Таблица 1 Показатели репродуктивной способности коров с заболеваниями метритного комплекса в зависимости от продолжительности лечения

| Показатели                                  | Кратность внутриматочного введения препарата |                         |              |                         |              |                         |                |                         |          |
|---|--|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------|
|   | 3-4 (n=36)                                   |                         | 5-6 (n = 96) |                         | ≥ 7 (n = 65) |                         | 3-10 (n = 197) |                         |          |
|   | n  | $\bar{X} \pm m \bar{x}$ | n            | $\bar{X} \pm m \bar{x}$ | n            | $\bar{X} \pm m \bar{x}$ | n              | $\bar{X} \pm m \bar{x}$ | $\sigma$ |
| От отела до начала лечения, дней            | 36   | 9,6 ± 0,6               | 96           | 7,4 ± 0,2               | 65           | 7,1 ± 0,2               | 197            | 7,7 ± 0,2               | 2,5      |
| Число внутриматочных введений               | 36   | 3,7 ± 0,1               | 96           | 5,5 ± 0,05              | 65           | 7,5 ± 0,1               | 197            | 5,8 ± 0,1               | 1,5      |
| От отела до посл. введения препарата, дней  | 36   | 19,4 ± 0,5              | 96           | 23,1 ± 0,3              | 65           | 29,2 ± 0,4              | 197            | 24,4 ± 0,3              | 4,7      |
| Продолжительность лечения, дней             | 36   | 9,8 ± 0,3               | 96           | 15,6 ± 0,2              | 65           | 22,4 ± 0,3              | 145            | 16,8 ± 0,4              | 5,2      |
| Интервал (дн.) от отела до осеменения: 1-го | 24   | 69,1 ± 7,7              | 75           | 64,0 ± 1,2              | 46           | 73,0 ± 5,1              | 145            | 67,6 ± 3,0              | 36,2     |
| плодотворного                               | 21   | 112,2 ± 10,0            | 56           | 102,5 ± 7,7             | 33           | 126,1 ± 9,0             | 110            | 111,4 ± 5,3             | 55,7     |
| Индекс осеменения                           | 24   | 1,63 ± 0,16             | 75           | 1,68 ± 0,09             | 46           | 1,74 ± 0,12             | 145            | 1,69 ± 0,06             | 0,78     |
| Оплодотворяемость* после 1-го осемен., %    | 24   | 54,2 ± 10,4             | 75           | 49,3 ± 5,8              | 46           | 43,5 ± 7,4              | 145            | 48,3 ± 4,2              | 50,0     |
| Число нестельных коров, п / %               | 1 / 4,1                                      |                         | 5 / 6,6      |                         | 3 / 6,5      |                         | 9 / 6,2        |                         |          |
| Число выживших животных, п / %              | 14 / 38,8                                    |                         | 35 / 36,4    |                         | 29 / 44,6    |                         | 77 / 39,1      |                         |          |

Примечание: \* процент оплодотворенных животных из числа осемененных.

Приведенные данные указывают на недостаточно высокую терапевтическую эффективность проводимого лечения с использованием в качестве основного средства ниокситил-форте. В этом и других хозяйствах при применении для лечения коров с заболеваниями метритного комплекса гистеросана МК в среднем для выздоровления коров требовалось от 2,6 до 4 введений препарата. Для 55,9 % коров достаточно было одного–двух внутриматочных введений, одной трети (34,2 %) требовалось 3–5 введений, а для 9,9 % животных – 6–12 введений. Большое число лечебных процедур для отдельных животных было связано с хроническим течением заболевания, а также с проявлением у них осложнений (уроцистит, гематомы в области тазовой полости, параметрит и спайки матки с образованием абсцессов и др.) [7].

В нашем опыте из 197 подвергнутых лечению коров было осеменено 145. Интервал от отела до 1-го осеменения не сильно различался в зависимости от кратности введения препарата и продолжительности лечения. Не было статистически существенных различий и в оплодотворяемости при первом осеменении, а также индексе осеменения. Однако продолжительность интервала от отела до оплодотворения короче была в средней группе (5–6 внутриматочных введений, продолжительность лечения 15,6 дней). Различие между этой и третьей группами ( $\geq 7$  введений) существенное ( $P < 0,05$ ). Несомненно, что для животных с высокой тяжестью заболевания требовалось более длительное лечение, а это удлиняло интервал от отела до оплодотворения. У животных с более коротким сроком лечения этот показатель (112,2 дня) соответствовал среднему показателю по всем анализируемым животным (111,4 дня). Но оплодотворяемость при первом осеменении у них была наиболее высокая – 54,2 %. В двух последующих группах она заметно снижалась и в среднем для трех выделенных групп составила 48,3 %.

Эти данные указывают на вероятность неполного восстановления состояния репродуктивных органов отдельных животных к моменту осеменения. Среди остающихся неоплодотворенными после первого осеменения процент таких животных возрастает, и эффективность второго и последующих осеменений снижается. Это приводит к резкому удлинению интервала от отела до оплодотворения (табл. 2). Если при эффективном первом осеменении этот показатель составил 75 дней, то после второго осеменения – 131 день или почти на 2 месяца больше. А после трех осеменений увеличение показателя более чем в 2 раза (158,6 дня). Продолжительность лечения в данном случае

практически не оказало никакого влияния. Но имел значение срок первого осеменения после отела. У животных, оплодотворенных после первого осеменения, этот показатель составил 75 дней. У животных, оплодотворенных после второго или третьего осеменения, первое осеменение проведено ранее – через 62 и 57,4 дня. Это еще раз указывает на возможность несоответствия состояния матки зародышу в момент осеменения, которое клиническим методом определить трудно. Животное повторяет половую охоту через длительный срок.

Таблица 2. Взаимосвязь показателей репродуктивной способности и эффективности лечения коров с заболеваниями метричного комплекса

| Показатели                                      | Кратность осеменения животных |                                    |            |                                    |            |                                    |           |                                    |
|---|-------------------------------|------------------------------------|------------|------------------------------------|------------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|
|   | 1 (n = 70)                    |                                    | 2 (n = 53) |                                    | 3 (n = 19) |                                    | 4 (n = 3) |                                    |
|   | n                             | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ | n          | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ | n          | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ | n         | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ |
| От отела до 1-го введения препарата, дней       | 70                            | 7,9 ± 0,3<br>2,6                   | 53         | 7,5 ± 0,2<br>1,7                   | 19         | 9,1 ± 0,8<br>1,3                   | 3         | 8,6 ± 2,0<br>3,5                   |
| Число внутриматочных введений                   | 70                            | 5,7 ± 0,1<br>1,4                   | 53         | 6,1 ± 0,2<br>1,5                   | 19         | 5,5 ± 0,3<br>3,7                   | 3         | 6,3 ± 0,7<br>1,1                   |
| От отела до последнего введения препарата, дней | 70                            | 24,3 ± 0,6<br>4,9                  | 53         | 24,9 ± 0,6<br>4,7                  | 19         | 24,6 ± 1,0<br>4,3                  | 3         | 26,7 ± 3,5<br>6,1                  |
| Продолжительность лечения, дней                 | 70                            | 16,3 ± 0,6<br>4,9                  | 53         | 17,6 ± 0,7<br>5,0                  | 19         | 15,8 ± 1,0<br>4,3                  | 3         | 18,3 ± 1,7<br>3,0                  |
| Интервал (дней) от отела до осеменения: первого | 70                            | 75,0 ± 5,0<br>41,6                 | 53         | 62,0 ± 4,3<br>31,7                 | 19         | 57,4 ± 4,8<br>21,2                 | 3         | 59,0 ± 9,5<br>16,5                 |
| плодотворного                                   | 48                            | 75,0 ± 5,0<br>41,6                 | 45         | 131 ± 7,6<br>51,0                  | 16         | 158,6 ± 12<br>41,6                 | 1         | 181                                |
| Число выбывших животных                         | 22 / 31,4                     |                                    | 8 / 15,1   |                                    | 3 / 15,8   |                                    | 2 / 66,6  |                                    |

Из всех включенных в анализ животных выбыло 77 (39,1 %). Пятьдесят три коровы, выбывшие по различным причинам, не были осеменены. У 15 из них зарегистрированы болезнь тазовой полости (опухоли, гематомы), параметрит – у 1, длительная гипофункция яичников – 4 и спайки яичника с яичниковым карманом – 2, патология молочной железы и лактации – 3, заболевания конечностей – у 2 коров; 25 жи-



вотных выбраковано по причине низкой продуктивности, обусловленной другими факторами.

Таблица 3. Причины выбытия животных ( $n = 77$ )

| Причины выбытия (выбраковки)               | Осемененные, количество | Не осеменяли, количество | Всего |      |
|--|-------------------------|--------------------------|-------|------|
|  |                         |                          | n     | %    |
| Патология вымени или лактации              | 3                       | 3                        | 6     | 7,8  |
| Заболевания конечностей                    | 1                       | 2                        | 3     | 3,9  |
| Параметрит (болезнь тазовой полости)       | –                       | 17                       | 17    | 22,0 |
| Спайки яичника с яичниковым карманом       | –                       | 2                        | 2     | 2,6  |
| Гипофункция яичников                       | 3                       | 4                        | 7     | 9,1  |
| Выбыло (выбраковано) по различным причинам | 8                       | 25                       | 33    | 42,8 |
| Не стельных коров                          | 9                       | –                        | 9     | 11,8 |

Помимо этих животных, выбыло еще 24 коровы, которых осеменяли 1 или более раз. У 8 из них причины выбытия (выбраковки) аналогичные: у 3 – патология лактации, 1 – заболевания конечностей, 1 – болезнь тазовой полости и у 3 – гипофункция яичников.

**Заключение.** Из зарегистрированных на молочно-товарном комплексе отелов выявлено 197 случаев (55,6 %) заболеваний метритного комплекса, в том числе 15 (7,6 %) задержание последа, 17 (8,6 %) параметрит (из них 16 осложненный гематомами – болезнь тазовой полости). При тяжелых формах воспалительного процесса и наличии системных признаков заболевания инъецировали внутримышечно антибиотические препараты, а при слабости сокращений матки – утеробэг (в 17,7 %) или окситоцин (в 32 % случаев). При задержании последа сначала вводили в матку суппозитории утеросептоник Л/С-ТГ, а при клиническом эндометрите ниокситил-форте. По мере проведения комплексного лечения и выздоровления животных осеменяли. Осеменено 145 коров, оставлено для воспроизводства 120, а 77 животных выбраковано по различным причинам.

Интервал от отела до 1-го осеменения не сильно различался в зависимости от кратности внутриматочного введения ниокситил-форте и продолжительности лечения. Не было статистически существенных различий и в оплодотворяемости при первом осеменении, а также индексе осеменения. Однако продолжительность интервала от отела до оплодотворения короче была в группе с продолжительностью лечения 15,6 дней (5–6 внутриматочных введений). Минимальным интервал от отела до оплодотворения был при результативном первом осеменении

– 75 дней. Повторное осеменение (второе, третье) существенно удлиняло срок от отела до оплодотворения. Одной из причин этого могло быть неполное восстановление среды в матке в период лечения и сокращение интервала до первого осеменения до двух месяцев.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Defining postpartum uterine disease in cattle / I. M. Sheldon [et al.] // *Theriogenology*. – 2006. – Vol. 65. – P. 1516–1530.

2. Терапевтические средства, способы лечения и профилактики заболеваний метритного комплекса и повышение репродуктивной способности коров / Г. Ф. Медведев [и др.] // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии: ежекварт. информ.-аналит. журн.* – 2014. – № 3. – С. 111–116.

3. Медведев, Г. Ф. Репродуктивная способность и частота выбраковки коров с заболеваниями метритного комплекса и функциональными расстройствами яичников / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, И. А. Долин // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов.* – Горки: БГСХА, 2014. – Вып. 17. – Ч. 2. – С. 281–290.

4. *Veterinary Reproduction and Obstetrics. Tenth Edition* / Edited by David E. Noakes, Timothy J. Parkinson, Gary C. W. England. – 2019. – Elsevier. – 837 p.

5. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров: монография / Н. И. Гавриченко [др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 214–236.

6. Эффективность использования импортных и отечественных препаратов при лечении коров с заболеваниями метритного комплекса / Г. Ф. Медведев [и др.] // *Животноводство и ветеринарная медицина.* – 2014. – № 1 (12). – С. 39–43.

7. Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Плодовитость и бесплодие: учебно-методическое пособие / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, И. А. Долин, В. Р. Каплунов. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 106–109.

## ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ ОТБОР СВИНОМАТОК С УЧЕТОМ ЭЛИМИНАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ ГЕНОТИПА EPOR<sup>CC</sup> И ВЕЛИЧИНЫ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ PCOC и PCOC<sub>M</sub>

**В. А. ДОЙЛИДОВ**

*УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026*

*(Поступила в редакцию 04.01.2021)*

*В статье проводится оценка эффективности проведения двухступенчатого отбора основных свиноматок в селекционную группу с учетом предварительной элиминации носителей генотипа EPOR<sup>CC</sup> и последующего отбора по значениям показателей селекционных индексов PCOC и PCOC<sub>M</sub> при ведении селекции на повышение многоплодия.*

*Установлено, что наиболее эффективно вместе с элиминацией из стада носителей негативного генотипа EPOR<sup>CC</sup> проводить оценку продуктивности свиноматок с использованием индекса PCOC<sub>M</sub>. Отбор с учетом его значений обеспечивает селекционный дифференциал 0,7–0,8 гол. Дополнительный доход от откорма поголовья, получаемого на 1 свиноматку следующего поколения в год к начальному уровню продуктивности стада составляет 76,9–86,8 руб. или 29,6–33,4 у. е.*

**Ключевые слова:** *свиноматки, многоплодие, отбор, генотип, селекционный индекс.*

*The article evaluates the effectiveness of the two-stage selection of the main sows into the breeding group, taking into account the pre-elimination of carriers of the EPOR<sup>CC</sup> genotype and subsequent selection according to the values of the selection indices SRMH and SRMH<sub>M</sub> when breeding to increase multiple pregnancy.*

*It was found that it is most effective, together with the elimination of carriers of the negative genotype EPOR<sup>CC</sup> from the herd, to assess the productivity of sows using the SRMH<sub>M</sub> index. Selection based on its values provides a selection differential of 0.7–0.8 piglets. Additional income from fattening pig stock received per 1 sow of the next generation per year to the initial level of herd productivity is 76.9–86.8 rubles or 29.6–33.4 USD.*

**Key words:** *sows, multiple pregnancy, selection, genotype, selection index.*

**Введение.** При совершенствовании отдельных популяций и пород в целом в свиноводстве особенно важна правильная организация такого зоотехнического мероприятия, как отбор, в процессе которого, как известно, производится выделение в стадах лучших животных по каким-либо продуктивным или иным качествам с целью их дальнейшего разведения [1, 2].

На современном этапе развития свиноводства республики важным критерием для достижения повышенного уровня выхода мясной продукции является соответствующее повышение такого продуктивного признака, как многоплодие свиноматок. К сожалению, показатели данного признака, как у чистопородных свиноматок пород отече-

ственной селекции, так и помесных маток, отстают от показателей материнских пород, используемых в странах Европы [3].

Поскольку селекцию на повышение показателя многоплодия в свиноводстве с использованием только классических методов вести затруднительно, вследствие низкой его наследуемости при большой вариабельности, ведущее значение в селекции приобретает использование при отборе новых передовых методов. Именно таким методом является выявление генотипов животных с учетом различных аллеломорфов ДНК-маркеров, прямо или косвенно связанных с их хозяйственно полезными признаками. В частности, ДНК-маркеров, детерминирующих у свиней воспроизводительные качества [4, 5].

На основании проведенных ранее исследований, нами было изучено влияние на продуктивность свиноматок при ведении отбора на повышение воспроизводительных качеств использования по отдельности комплексных селекционных индексов, а также предварительного анализа и использования характера полиморфизма ДНК-маркера EPOR [6, 7].

Конечной целью разработки приемов оценки животных является выявление наиболее эффективных из них в плане обеспечения наибольшего дополнительного дохода от их применения в процессе отбора с рекомендацией для последующего внедрения [8].

Нами была выдвинута гипотеза о повышении средней продуктивности свиноматок, отбираемых в селекционную группу, при последовательном ведении предварительного отбора сначала по отсутствию у животных нежелательного генотипа EPOR<sup>CC</sup>, а затем заключительного отбора по величине показателей разработанных нами ранее селекционных индексов.

Цель исследований заключалась в оценке эффективности проведения двухступенчатого отбора основных свиноматок в селекционную группу с учетом предварительной элиминации носителей генотипа EPOR<sup>CC</sup> и последующего отбора по значениям показателей селекционных индексов PCOC и PCOC<sub>m</sub> при ведении селекции на повышение многоплодия.

**Основная часть.** Объектом исследований по оценке эффективности двухступенчатого отбора явились основные свиноматки белорусской мясной породы популяции КСУП «СГЦ «Заднепровский» Оршанского района, отобранные в условное стадо методом случайной выборки.

По данным результатов тестирования, проведенного для выявле-

ния полиморфизма гена EPOR в лаборатории генетики ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии», в анализируемом стаде были установлены носители следующих генотипов: EPOR<sup>CC</sup>, EPOR<sup>CT</sup> и EPOR<sup>TT</sup>.

При этом нежелательным в плане повышения многоплодия является генотип EPOR<sup>CC</sup> [7].

Сначала мы провели предварительную элиминацию из отобранного стада всех носителей данного генотипа CC. Затем по каждой оставленной в стаде свиноматки, исходя из уровня ее продуктивности, были определены показатели:

- рейтинг свиноматки основного стада (PCOC);
- рейтинг свиноматки основного стада с учетом многоплодия (PCOC<sub>M</sub>).

При определении PCOC сначала по результатам каждого законченного опороса матки рассчитывался индекс PC (рейтинг свиноматки), согласно формуле:

$$PC = 1,1 \cdot X_1 + 0,3 \cdot X_2 + (3,3 \cdot KC) \cdot X_3 + K \cdot X_4, \quad (1)$$

где  $X_1$  – многоплодие (гол.);

$X_2$  – молочность (кг);

$X_3$  – количество поросят при отъеме (гол.);

$X_4$  – масса гнезда при отъеме (кг);

$K$  – переменный весовой коэффициент массы гнезда при отъеме, равный в нашем случае 0,69;

$KC$  – коэффициент сохранности поросят за подсосный период.

Получив индексы PC, для матки определяли показатель PCOC, равный среднему арифметическому показателей PC [6].

При расчете рейтинга свиноматки основного стада с учетом многоплодия (PCOC<sub>M</sub>), сначала также по результатам каждого законченного опороса матки определялся индекс PC<sub>M</sub> (рейтинг свиноматки с учетом многоплодия), согласно формуле:

$$PC_M = DK \cdot 1,1 \cdot X_1 + 0,3 \cdot X_2 + (3,3 \cdot KC) \cdot X_3 + K \cdot X_4, \quad (2)$$

$X_1$  – многоплодие (гол.);

$X_2$  – молочность (кг);

$X_3$  – количество поросят при отъеме (гол.);

$X_4$  – масса гнезда при отъеме (кг);

$K$  – переменный весовой коэффициент массы гнезда при отъеме, равный в нашем случае 0,69;

$KC$  – коэффициент сохранности поросят за подсосный период;

ДК – динамический коэффициент, изменяющийся в зависимости от значения показателя многоплодия.

Найди показатели РСм, для матки рассчитывали показатель РСОСм, равный среднему арифметическому показателей РСм.

Отбор маток в селекционную группу с учетом величины показателей комплексных селекционных индексов можно проводить двумя способами. В первом варианте в группу для воспроизводства мы включали тех маток, у которых значение их собственного показателя РСОС либо РСОСм (в зависимости от того, какой был выбран для ведения отбора) было выше среднего арифметического значения аналогичного показателя по стаду. Во втором варианте в селекционную группу было введены 30 % маток стада, имеющих высшие рейтинговые показатели РСОС или РСОСм. Такой удельный вес маток селекционной группы обычно характерен для племенных хозяйств, хотя он может и варьировать в зависимости от стоящих перед селекционерами задач.

При определении экономической эффективности двухступенчатого отбора отбора основных свиноматок в селекционную группу с учетом средней величины  $h^2$ , равной 0,15 был рассчитан эффект селекции на поколение по многоплодию и сохранности поросят к отъему по каждому из возможных вариантов отбора. После определения среднего количества отъемышей, получаемых от матки следующего поколения за год, с использованием норм допустимого технологического выбытия молодняка свиней за период доращивания и откорма (8 % от начального поголовья), была определена выручка от реализации на мясо молодняка на 1 матку следующего поколения в год и вычислен дополнительный доход, получаемые при использовании для отбора каждого из вариантов по отношению к первоначальной средней продуктивности нашего стада без осуществления подобного отбора.

В расчетах была учтена реализационная масса откормленного молодняка – 100 кг при первой категории упитанности. Учитывалась также минимальная реализационная цена за 1 кг живой массы свиней 1 категории на 01.01.2021–2,48 руб., и курс у. е. – 2,6 за 1 руб.

Взяв за основу группу маток белорусской мясной породы селекции КСУП СГЦ «Заднепровский», отобранную методом случайной выборки, мы провели условно отбор на наличие у животных негативного генотипа EPOR<sup>CC</sup> и по величине значений показателей РСОС или РСОСм первым и вторым способом (табл. 1).

Таблица 1. Средняя продуктивность маток селекционного ядра при отборе по показателям PCOC и PCOCм с учетом предварительной элиминации носителей генотипа EPOR<sup>CC</sup>

| Индекс  | Отобрано |     | Многоплодие, гол. | Масса гнезда в 21 день, кг | Сохранность, % | Масса гнезда в 35 дней, кг |
|---|----------|-----|-------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
|   | гол.     | %   |                   |                            |                |                            |
| <i>Отбор маток с учетом среднего по стаду значения показателя</i> |          |     |                   |                            |                |                            |
| PCOC  | 15       | 37  | 12,7±0,30         | 57,0±0,95*                 | 90,1±1,26*     | 96,5±1,81*                 |
| PCOCм   | 16       | 39  | 12,8±0,28*        | 56,6±0,95                  | 89,7±1,25*     | 95,5±1,98*                 |
| <i>Отбор 30 % лучших маток по значению показателя</i>             |          |     |                   |                            |                |                            |
| PCOC  | 12       | 30  | 12,6±0,35         | 57,7±1,09*                 | 90,6±1,51*     | 98,8±1,69*                 |
| PCOCм   | 12       | 30  | 12,9±0,34*        | 57,5±1,12*                 | 90,4±1,53*     | 97,7±2,13*                 |
| По стаду  | 41       | 100 | 12,1±0,16         | 54,4±0,66                  | 85,2±0,80      | 89,6±1,34                  |

\* –  $P \leq 0,05$ .

При анализе табл. 1 установлено, что при предварительном отборе в селекционную группу только свиноматок, в генотипах которых присутствует аллель Т гена EPOR с последующим отбором животных, чей показатель PCOC превышает среднее по стаду значение, в селекционной группе отмечается тенденция к повышению показателя многоплодия – на 0,6 гол. или 5,0 % выше среднего значения по стаду, однако без достоверной разницы. По другим изучаемым показателям воспроизводительных качеств разница со средними показателями стада была достоверна. По молочности маток – на 2,6 кг или 4,8 % ( $P \leq 0,05$ ), по сохранности поросят – на 4,9 п. п. ( $P \leq 0,05$ ), по массе гнезда к отъему – на 6,9 кг или 7,7 % ( $P \leq 0,05$ ).

При аналогичном использовании для дополнительного отбора показателя PCOCм установлено уже достоверное повышение многоплодия на 0,7 гол. или 5,8 % ( $P \leq 0,05$ ). При этом значения остальных показателей воспроизводительных качеств сохраняются на одном уровне с показателями, полученными при использовании PCOC. У маток селекционной группы достоверные различия со средними значениями стада при этом установлены по сохранности потомства – на 4,5 п. п. ( $P \leq 0,05$ ) и по массе гнезда к отъему – на 5,9 кг или 6,6 % ( $P \leq 0,05$ ).

В свою очередь (табл. 1), анализ результатов проведения дополнительного отбора в селекционную группу 30 % маток стада, имеющих наибольшие показатели PCOC и PCOCм, после удаления носительниц генотипа EPOR<sup>CC</sup> (табл. 1) позволил установить, как и в первом варианте отбора, больший эффект от использования показателя PCOCм в плане достоверного ( $P \leq 0,05$ ) повышения показателя многоплодия свиноматок на 0,8 гол. или 6,6 % при одновременной стабилизации других воспроизводительных качеств. Использование для отбора показателя

PCOC подобного эффекта не показало.

Установлено также достоверное повышение молочности – на 3,1 кг, или 5,7 % ( $P \leq 0,05$ ), сохранности поросят – на 5,2 п. п. ( $P \leq 0,05$ ), массы гнезда к отъему в 35 дней – на 8,1 кг или 9,0 % ( $P \leq 0,05$ ) в сравнении со средними по стаду значениями.

Экономическая эффективность проведения двухступенчатого отбора была определена с учетом прогнозируемого эффекта селекции на поколение (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность отбора основных маток в селекционную группу с учетом эффекта селекции на поколение

| Наименования индексов   | Многоплодие, гол. | Многоплодие в следующем поколении, гол. | Сохранность, % | Сохранность в следующем поколении, % | Реализация молодняка на 1 матку в год с учетом отхода, гол. | Выручка от реализации молодняка на 1 матку в год, руб. | Дополнительный доход к начальному уровню, руб./у. е. |
|---|-------------------|---|----------------|--------------------------------------|---|--|--|
| Начальная продуктивность стада                                    | 12,1              | –                                       | 85,2           | –                                    | 20,24   | 5019,5   | –  |
| <i>Отбор маток с учетом среднего по стаду значения показателя</i> |                   |   |                |                                      |   |  |  |
| PCOC  | 12,7              | 12,19                                   | 90,1           | 85,94                                | 20,53   | 5091,4   | 71,9/<br>27,7  |
| PCOC <sub>м</sub>   | 12,8              | 12,21                                   | 89,7           | 85,88                                | 20,55   | 5096,4   | 76,9/<br>29,6  |
| <i>Отбор 30 % лучших маток по значению показателя</i>             |                   |   |                |                                      |   |  |  |
| PCOC  | 12,6              | 12,18                                   | 90,6           | 86,01                                | 20,53   | 5091,4   | 71,9/<br>27,7  |
| PCOC <sub>м</sub>   | 12,9              | 12,22                                   | 90,4           | 85,98                                | 20,59   | 5106,3   | 86,8/<br>33,4  |

При анализе табл. 2 установлено, что после проведения элиминации животных носителей генотипа EPOR<sup>CC</sup> более эффективно при ведении селекции на многоплодие использовать для отбора свиноматок в селекционную группу показатель PCOC<sub>м</sub>. Отбор с учетом его значений обеспечивает селекционный дифференциал 0,7–0,8 гол., в то время как использование показателя PCOC дает дифференциал всего 0,4–0,6 гол. Дополнительный доход от откорма поголовья, получаемого на 1 свиноматку следующего поколения в год к начальному уровню продуктивности стада при этом выше дохода, получаемого при использо-



вании показателя PCOC на 5,0–14,9 руб.

Наибольший экономический эффект установлен при использовании предварительного удаления из стада носителей генотипа EPOR<sup>CC</sup> в сочетании с дополнительным отбором 30 % лучших свиноматок по величине показателя PCOC<sub>м</sub>. Он составил 86,8 руб. или 33,4 у. е. на 1 свиноматку следующего поколения в год.

**Заключение.** Результаты исследований позволяют утверждать, что:

1. При проведении двухступенчатого отбора основных свиноматок в селекционную группу с учетом, как полиморфизма по ДНК-маркеру EPOR, так и по величине индексов PCOC и PCOC<sub>м</sub> установлено, что наиболее эффективно вместе с элиминацией из стада носителей негативного генотипа EPOR<sup>CC</sup> проводить оценку продуктивности свиноматок с использованием индекса PCOC<sub>м</sub>.

2. При отборе для дальнейшего разведения маток, чей показатель PCOC<sub>м</sub> выше среднего по стаду значения установлено достоверное повышение многоплодия в селекционной группе на 0,7 гол. или 5,8 % ( $P \leq 0,05$ ), а также молочности маток – на 2,6 кг или 4,8 % ( $P \leq 0,05$ ), сохранности поросят – на 4,9 п. п. ( $P \leq 0,05$ ), массы гнезда к отъему в 35 дней – на 6,9 кг или 7,7 % ( $P \leq 0,05$ ) в сравнении со средними по стаду значениями. Дополнительный доход от откорма поголовья, получаемого на 1 свиноматку следующего поколения в год к начальному уровню продуктивности стада составил 76,9 руб. или 29,6 у. е., что выше дохода, получаемого при использовании показателя PCOC на 5,0 руб.

3. При отборе в селекционную группу 30 % маток с наивысшими в стаде значениями показателя PCOC<sub>м</sub> выше установлено достоверное повышение многоплодия в группе на 0,8 гол. или 6,6 % ( $P \leq 0,05$ ), молочности – на 3,1 кг или 5,7 % ( $P \leq 0,05$ ), сохранности поросят – на 5,2 п. п. ( $P \leq 0,05$ ), массы гнезда к отъему в 35 дней – на 8,1 кг или 9,0 % ( $P \leq 0,05$ ) в сравнении со средними по стаду значениями. Дополнительный доход от откорма поголовья, получаемого на 1 свиноматку следующего поколения в год к начальному уровню продуктивности стада составил 86,8 руб. или 33,4 у. е., что выше дохода, получаемого при использовании показателя PCOC на 14,9 руб.

Такие варианты отбора могут быть рекомендованы как для промышленных комплексов, использующих саморемонт поголовья свиноматок, так и для племенных хозяйств.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Лобан, Н. А. Влияние скрещивания и гибридизации на откормочную и мясную продуктивность свиней / Н. А. Лобан, В. А. Дойлидов // Свиноводство. – 2001. – № 3. –

С. 5–6.

2. Шейко, И. П. Способ прогнозирования эффекта гетерозиса в свиноводстве / И. П. Шейко, Н. А. Лобан, О. Я. Василюк // Патент РФ 2340179 от 10.12. 2008 г.

3. Шейко, И. П. Свиноводство: учебник / И. П. Шейко, В. С. Смирнов, Р. И. Шейко. – Минск: ИВЦ Минфина. – 2013. – 376 с.

4. Лобан, Н. А., Молекулярная генная диагностика в свиноводстве Беларуси / Н. А. Лобан, Н. А. Зиновьева, О. Я. Василюк, Е. А. Гладырь // Дубровицы, ВИЖ, 2005. – С. 42.

5. Шейко, Р. И. Приемы и методы селекции свиней, обеспечивающие высокий эффект гетерозиса в системах гибридизации: моногр. / Р. И. Шейко: Науч.-практический центр НАНБ по животноводству. – Жодино, 2012. – 263 с.

6. Дойлидов, В. А. Способ отбора свиноматок основного стада в селекционную группу / В. А. Дойлидов, Ю. И. Герман, Е. Н. Ляхова // Патент РБ № 21614 С1 от 02.28. 2018 г.

7. Достижения и перспективы использования ДНК-технологий в свиноводстве: монография / Т. И. Епишко [и др.]. - Витебск : ВГАВМ, 2012. – 256 с.

8. Основы этологии животных : учебное пособие для студентов ВУЗов по специальности «Зоотехния» / В. А. Дойлидов [и др.]. – Минск: «Экоперспектива», 2008 – 164 с.

## ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА НА СОВРЕМЕННОМ СВИНОКОМПЛЕКСЕ

Д. С. КОНОТОЦ, В. В. МАКСИМОВИЧ

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026, e.mail: konotor-d@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 06.01.2021)*

*Инфекционные болезни, сопровождающиеся нарушением воспроизводительной функции получили широкое распространение после перевода большинства отраслей животноводства на промышленную основу. В помещениях создаются устойчивые участки с низким воздухообменом, что способствует созданию благоприятных условий для развития микрофлоры и приобретению ими патогенных свойств [2, 3, 4]. Дополнительно, на здоровье маток напрямую влияют технологические, природно-климатические условия содержания, кормления, такие как как сезон года (фотопериодизм), температура, влажность воздуха и др. В августе обычно возникают проблемы с комбикормами, так как зерно нового урожая в необходимом количестве еще не завезли, а старое загрязнено микотоксинами, которые имеют свойство накапливаться в организме и вызывать у свиней анэструс. Также для сохранения здоровья и повышения продуктивности свиноматок необходимо своевременно оценивать у них состояние обменных процессов, проводить коррекцию условий содержания и кормления, для исключения техногенных стресс факторов [1, 5, 6].*

*На современных свинокомплексах необходимо уделять огромное внимание состоянию воспроизводства с учетом постоянного поступления нового племенного поголовья, погодно-климатических условий и сезонных колебаний качества комбикормов.*

**Ключевые слова:** *свиноматки, ремонтные свинки, прохолосты, аборт, эмбриональная смертность.*

*Infectious diseases, accompanied by impairment of the reproductive function, became widespread after industrialization of most animal husbandry industries. Stable areas with poor air exchange are created on the premises, which contributes to creating favourable conditions for microflora development and its acquiring pathogenic properties [2, 3, 4]. In addition, technological, natural and climatic conditions of keeping and feeding, such as the season of the year (photoperiodism), temperature, humidity, etc. directly affect the health of sows. In August, there are usually problems with mixed feeds, since the grain of the new crop has not yet been delivered in sufficient quantity, and the old one is contaminated with mycotoxins, which tend to accumulate in the body and cause anestrus in pigs. Also, in order to preserve the health and increase the productivity of sows, it is necessary to assess the state of their metabolic processes in a timely manner, to improve housing and feeding conditions, to remove man-made stress factors [1, 5, 6].*

*On modern pig farms, it is necessary to pay great attention to the state of reproduction, taking into account the constant supply of new breeding stock, weather and climatic conditions and seasonal fluctuations in the quality of feed.*

**Key words:** *breeding sows, replacement gilts, not-in-pigs, abortion, fetal mortality.*

**Введение.** В условиях комплексов свиноматки и ремонтные свинки в процессе жизнедеятельности контактируют с огромным количеством микроорганизмов различной степени патогенности. Этому способствуют недостаточная эффективность систем навозоудаления, вентиляции, несоблюдение сроков и кратности дезинфекции. Летом, особенно в жару, у свиноматок возникает синдром «бесплодия», отмечается биологическая депрессия, связанная со снижением потребления корма. Отмечается увеличение количества маток без признаков половой охоты, снижается оплодотворяемость и многоплодие. Нельзя исключать и кормовой аспект.

Исходя из вышеизложенного, целью наших исследований явилось выявление основных причин снижения воспроизводительных способностей свиноматок и ремонтных свинок и определение доминирующих инфекционных агентов, вызывающих акушерско-гинекологические болезни свиной, сопровождающиеся нарушением воспроизводительной функции.

**Основная часть.** Работа выполнялась в течение 18 месяцев, в период с января по май включительно на кафедре эпизоотологии и инфекционных болезней животных и в условиях свиноводческого комплекса промышленного типа на 48000 голов в год с замкнутым производственным циклом. Во время проведения опыта все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. На свинокомплексе содержались высокопродуктивные породистые животные, завезенные из Чешской Республики, а также «аборигенные» свиньи, закупленные для племенных целей. Весь период исследования оценивали воспроизводительные качества основных свиноматок и ремонтных свинок, проводили учет всех случаев абортос, прохолостов, эмбриональной смертности. Отбор проб для лабораторных исследований, их транспортировку проводили согласно действующих нормативно-правовых актов, утвержденных документов в области ветеринарии и с учетом технологического процесса. Вирусологические, серологические, бактериологические, токсикологические и биохимические исследования проводились в аккредитованных ветеринарных лабораториях.

С целью выяснения эпизоотической ситуации по заболеваниям свиноматок осуществлено эпизоотологическое обследование комплекса, дополнительно произведен клинический осмотр поголовья всех хозяйственных и половозрастных групп свиноматок, проведены вскрытия трупов павших свиной и вынуждено убитых животных в условиях мясокомбината. Дополнительно проведен анализ ветеринарных документов, данных по воспроизводству, выбытию и комплектованию поголовья.

Анализируя информацию по воспроизводству и выбытию поголовья необходимо отметить, что основные проблемы с воспроизводством начались в конце лета (с августа увеличилось количество прохолостов, эмбриональной смертности). Резкий всплеск акушерско-гинекологической патологии и летальности среди свиней разных половозрастных групп отмечен с октября (рис. 1, 2, 3).

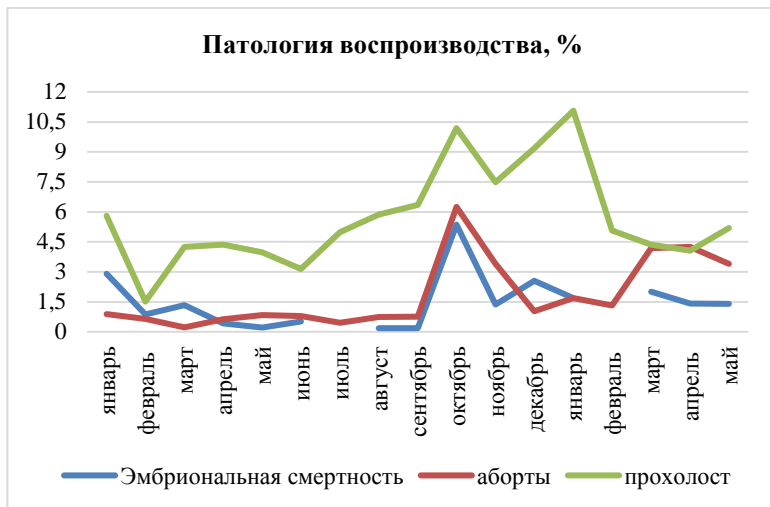


Рис. 1. Акушерско-гинекологическая патология у свиней на комплексе

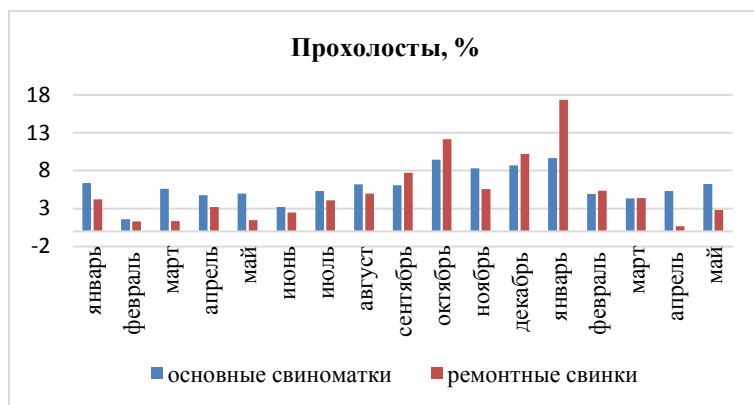


Рис. 2. Процент прохолоста у свиней разных половозрастных групп



Рис. 3. Сравнительный анализ эмбриональной смертности и абортов

Комплектование стада на комплексе осуществляется за счет собственного «генетически чистого поголовья». Однако в связи с дефицитом необходимого, согласно технологии, племенного ремонтного молодняка, проводились закупки (трех) партий ремонтных племенных свинок (абorigенов) в течение июня-декабря для обеспечения непрерывного цикла воспроизводства.

Анализируя *эпизоотическую ситуацию* с учетом результатов лабораторного исследований, до завоза ремонтных свинок выявлено следующее. На комплексе циркулируют европейский подтип вируса РРСС, отмечается вирусоносительство. При этом существенного значения данная болезнь не имеет, протекает спорадически и/или в виде эпизоотических вспышек при осложнениях, обусловленных бактериальной микрофлорой и нарушениями условий кормления. Для создания у животных активного иммунитета проводится плановая вакцинация восприимчивых животных инактивированными вакцинами. Согласно исследованиям сыворотки крови, эффективность вакцинации составляла 80–85 %, нередко отмечался прирост титра антител после вакцинации на фоне спонтанного заражения.

Другим инфекционным агентом, выделенным от животных, является вирус, вызывающий парвовирусную болезнь (ПВИС). На свином комплексе проводилась вакцинация против парвовирусной болезни свинок, согласно разработанной и утвержденной схеме, своевременно с

составлением необходимых актов; биопрепараты хранились без нарушений; массовых прохолостов и эмбриональной смертности в исследуемом периоде не выявлено. При оценке степени эффективности проводимых вакцинаций у большинства животных выявлен высокий титр специфических антител. Дополнительно, от основных свиноматок на разных сроках супоросности, а также подсосных маток выявляли серопозитивных к ЦВС-2 (цирковирусная инфекция свиней) животных.

При бактериологическом исследовании биоматериала от взрослых животных выделяли возбудителей факторных болезней (гемофилезного полисерозита, стрептококкоза, актинобациллярной пневмонии, сальмонеллеза, пастереллеза).

После завоза нового поголовья в период карантинирования проведены все необходимые лечебно-профилактические и диагностические мероприятия с учетом требования законодательства. По результатам исследования были обнаружены животные бактерио- и вирусоносители «латентно» протекающих болезней. Так, при исследовании сывороток крови от 2-х последовательно завезенных партий ремонтных свинок (серологическое исследование) выявлены положительно реагирующие на микоплазмоз животные (от 9,77 % до 34,68 % соответственно), что говорит о наличии животных-микоплазмоносителей. При этом для образования специфических антител необходимо как минимум 14–21 день, а отбор проб проведен на 6 день карантинирования, что исключает заражение ввезенных животных микоплазмами в карантинном отделении. Впоследствии, через 2–3 месяца, на комплексе отмечалось увеличение процента прохолостов и эмбриональной смертности среди ремонтных свинок (рис. 2). Также в зимний период среди поросят группы доращивания регистрировали увеличения процента непроизвольного выбытия животных с поражением органов дыхания и наличием характерных патологических изменений (результаты убоя на мясокомбинате).

Весной (с марта) количество прохолостов резко снизилось и составляло единичные случаи. Это связано с перепассированием возбудителя через восприимчивое поголовье свиноматок и ремонтных свинок, а также развитием иммунизирующей субинфекции, т.е. многократный контакт возбудителя и организма вызвал выработку достаточно стойкого и напряженного иммунного ответа, близкого к ответу на вводимые биопрепараты.

В феврале (через 5–7 месяцев после завоза) при исследовании на лептоспироз сывороток крови от абортировавших свиноматок обнару-

жено около 80 % положительных проб, из них в 64 % проб выявлен очень высокий титр к серогруппе *Icterohaemorrhagiae* (от 1:400 до 1:3200), что является диагностическим признаком лептоспироза. Данные животные являются лептоспиноносителями, наличие поствакцинальных антител исключается, так вакцинация животных не была предусмотрена и не проводилась. В сыворотках крови от «аборигенных» свиней до этого при разных исследованиях обнаруживали титры антител 1:50 лишь к серогруппам *Tarassovi*, *Pomona* – 2(25), в единичных пробах – ассоциация *Tarassovi*, *Sejroe*; *Pomona*, *Sejroe*. За время нахождения свиней в карантине заказчика формирование диагностического титра антител невозможно (на это необходимо минимум 14–21 день, а с учетом способности лептоспир ускользать от контакта с иммунокомпетентными клетками, еще больше), что подтверждает отсутствие условий заражения ввезенных животных лептоспирами этой серогруппы в карантинном отделении и доказывает наличие фактора заражения от завезенных животных.

Таким образом, на комплексе циркулируют возбудители инфекционных болезней вирусной и бактериальной этиологии, вызывающие поражения органов размножения и сопутствующую акушерско-гинекологическую патологию у ремонтных свинок и свиноматок.

*Кормовой фактор.* В конце лета обычно возникают сезонные проблемы с кормами. Зерно нового урожая еще не завезли, а старое подвергается порче, плесневению, контаминированию микотоксинами, которые имеют свойство накапливаться в организме и вызывать у свиней интоксикацию, анэструс, аборт и другую патологию. Эти проблемы усиливаются в осенний период, так как часто зерно нового урожая не высушено согласно технологии из-за погодных условий, отсутствия технических и материальных возможностей, человеческого фактора.

На комплексе в период осень – зима выявлены факты скармливания животным недоброкачественных кормов разных производителей (по результатам исследования установлено увеличение в комбикорме СК-1 кислотного числа 1,5–2 раза и более).

Продолжительное кормление свиноматок недоброкачественным комбикормом привело к интоксикации организма животных и глубоким органическим поражениям внутренних органов (почки, печень, поджелудочная железа, в меньшей степени легкие, желудок) и систем, что на фоне наличия патогенной микрофлоры привело к абортам и гибели животных. Проведенные позднее биохимические исследования



выявили у животных хронические патологические процессы в печени, почках, поджелудочной железе. При всестороннем анализе показателей биохимического исследования сыворотки крови от свиноматок установлено наличие гиперамилаземии, гиперфосфатаземии, уремии, гипотриацилглицеринемия, гипогликемии и др.

Анализируя биохимические показатели от свиноматок и хряков производителей с интервалом в 1 год выявлены, что поражения органов и систем существенно не отличалось. Это указывает на однотипность кормления данных животных в целом, не касаясь количественного состава, т.е. качество комбикормов существенно не меняется и вызывает одинаковые нарушения в отдельных органах и тканях.

*Факторные болезни.* На фоне нарушений в кормлении в зимний период стали отмечаться многочисленные случаи заболевания и падежа молодняка и свиноматок, особенно на последний сроках супоросности факторными болезнями. Регистрировались случаи гемофилезного полисерозита, стрептококкоза, актинобациллярной пневмонии, сальмонеллеза, пастереллеза в ассоциации с парвовирусной болезнью свиней и репродуктивно-респираторным синдромом свиней. При лабораторном исследовании были выделены возбудители данных болезней, причем выделение от свиноматок патогенных стрептококков, сальмонелл, кишечной палочки свидетельствует о глубоких нарушениях их иммунного статуса, наслоении бактериальной микрофлоры и усилении интоксикации организма вследствие действия экзо- и особенно эндотоксинов микроорганизмов.

**Заключение.** При обследовании свинополовья было выявлено несколько причин снизивших качество воспроизводства стада, что привело к увеличению количества акушерско-гинекологических болезней свиней.

В первую очередь отмечали изменение (ухудшение) эпизоотической ситуации по некоторым латентно протекающим инфекционным болезням (микоплазмоз, лептоспироз, РРСС, парвовирусная болезнь свиней и др.). Основной причиной является ввод в основное стадо животных носителей, которые не были выявлены на этапах комплектования и лабораторной диагностики.

Для исключения подобных случаев необходимо тщательно проводить отбор животных специалистами покупателя, проводить запланированные нормативными документами лечебно-профилактические и диагностические исследования в полном объеме. При необходимости проведения дополнительных исследований, с учетом эпизоотической

ситуации на конкретном комплексе, заранее согласовывать это с продавцом.

Дополнительно, на комплексе отмечаются сезонные циклы подъема процента заболеваемости маточного поголовья, обусловленные грубыми нарушениями в кормлении. Это чаще регистрируется в конце лета и связано с недостатком зерна нового урожая и изготовлением комбикормов из зерна старого урожая, которое часто контаминировано микотоксинами. При попадании последних в организм животных они имеют свойство накапливаться в организме и вызывать у свиней анэструс и другие патологические процессы.

Способствующим факторами является наличие большого количества чистопородного поголовья с недостаточно высоким иммунным статусом, которые очень плохо переносят стрессовые технологические нагрузки, в том числе кормовой стресс.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Бальников, А. А. Влияние сезона осеменения на репродуктивные качества свиноматок / А. А. Бальников, С. В. Рябцева // FARM ANIMALS. – №3. – С. 50–55.

2. Готовский, Д. Г. Дезинфекция на птицефабриках : монография / Д. Г. Готовский. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 241 с.

3. Конотоп, Д. С. Влияние факторных патогенов на обмен веществ у свиноматок в условиях комплекса / Д. С. Конотоп, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2019. – Том 55, вып. 3. – С. 34–37.

4. Конотоп, Д. С. Качественно-количественная оценка степени инфильтрации лимфоцитов в половой системе свиноматок и ремонтных свинок, обусловленной ВПГ 1, 2 типов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 28–33.

5. Конотоп, Д. С. Показатели белкового и минерального обмена у хряков и влияние на них факторных патогенов / Д. С. Конотоп, Д. Т. Соболев, В. Ф. Соболева // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2019. – Том 55, вып. 4. – С. 46–49.

6. Конотоп, Д. С. Применение ронколейкина для профилактики иммунодефицитов у свиноматок при герпесвирусной инфекции / Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, № 1. – С. 58–64.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРОВ  
ПРИ ФРОНТАЛЬНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ  
ПОЛОВОЙ ОХОТЫ**

**О. Т. ЭХХОРУТОМВЕН, Г. Ф. МЕДВЕДЕВ**

*УО «Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 11.01.2021)*

*Изучена взаимосвязь показателей репродуктивной способности коров при фронтальной синхронизации половой охоты. Базой для синхронизации служил протокол OvSynch. Если в процессе клинического исследования в яичниках пальпировалось желтое тело, сразу же инъецировали простагландин. Осеменяли тех животных, у которых выявлялись признаки половой охоты визуально или при помощи реускантеров, а также проявивших естественную половую охоту в дни осеменения. Число осеменяемых в один и тот же день коров варьировало от 1–3 до 9–17. Диагностировали стельность ректальной пальпацией или с использованием ультразвукового сканера. Анализ репродуктивной способности 347 коров проведен с учетом числа ежедневно осеменяемых животных и срока оплодотворения после отелы, а интервал от отелы до оплодотворения оценен также в зависимости от кратности осеменения. У 34,0 % коров интервал от отелы до оплодотворения не превышал 85 дней, у 18,4 и 13,8 % был в пределах 86–110 и 111–140 дней, а у остальных 33,7 % варьировал от 141 до 454 дней; в среднем по всей группе животных он составил 133,5 дня. В большей мере интервал от отелы до оплодотворения был связан с кратностью осеменения. После первого осеменения стельными стали 37,2 % коров и у них этот показатель составил в среднем 73,5 дня. Если животных осеменяли дважды, показатель увеличивался на 45,2 дня, т. е. на величину, равную двум половым циклам. Безуспешное второе и необходимость проведения третьего осеменения влекло за собой удвоение целевого (85 дней) показателя – 165,9 дня. У коров с синдромом «повторение осеменения» продолжительность интервала составляла в среднем 226,5–278,5 дня. Число осеменяемых в один день животных было тесно связано с оплодотворяемостью после 1-го осеменения и индексом осеменения. При осеменении 1–3 животных оплодотворяемость составила 25,3 %, 4–8 – 33,3 % и 9–17 животных – 55,8 %. Интервал от отелы до оплодотворения изменялся незначительно. Для повышения эффективности фронтальной синхронизации половой охоты необходимо совершенствование контроля состояния репродуктивных органов включаемых в группы животных, дифференциация сроков начала обработки и их осеменения после отелы.*

**Ключевые слова:** коровы, синхронизация половых циклов, протокол OvSynch, показатели репродуктивной способности.

*The relationship between the indicators of the reproductive ability of cows in the frontal estrus synchronization was studied. The OvSynch protocol served as the basis for synchronization. If a yellow body was palpated in the ovaries during the clinical study, prostaglandin was immediately injected. We inseminated those animals whose signs of heat were detected visually or with the help of teaser bulls, as well as those showing signs of natural estrus on the days of insemination. The number of cows inseminated on the same day varied from 1–3 to 9–17.*

*Pregnancy was diagnosed by rectal palpation or by means of an ultrasound scanner. The analysis of the reproductive capacity of 347 cows was carried out taking into account the number of animals inseminated daily and the period of fertilization after calving; the interval from calving to fertilization was also estimated depending on the frequency of insemination. In 34.0 % of cows, the interval from calving to fertilization did not exceed 85 days, in 18.4 and 13.8 % it was in the range of 86–110 and 111–140 days, and in the remaining 33.7 % it varied from 141 to 454 days; on average, it was 133.5 days for the entire group of animals. To a greater extent, the interval from calving to fertilization was associated with the frequency of insemination. After the first insemination, 37.2 % of cows became pregnant, and this indicator averaged 73.5 days. If the animals were inseminated twice, the indicator increased by 45.2 days, i.e. by an amount equal to two estrual cycles. The unsuccessful second insemination and the need for a third one resulted in a doubling of the target (85 days) indicator – 165.9 days. In cows with the "repeated insemination" syndrome, the interval duration was on average 226.5–278.5 days. The number of animals inseminated in one day was closely related to the fertilization rate after the 1st insemination and the conception rate. When inseminating 1-3 animals, the fertilization rate was 25.3 %, 4-8 – 33.3 % and 9–17 animals – 55.8 %. The interval from calving to fertilization varied slightly. To increase the effectiveness of frontal estrus synchronization, it is necessary to enhance monitoring of the reproductive organs of the animals included in the groups, to differentiate the timing of their treatment and insemination after calving.*

**Key words:** cows, synchronization of estrual cycles, OvSynch protocol, indicators of reproductive ability.

**Введение.** Снижение репродуктивной способности коров связывают с низкой оплодотворяемостью и проблемами в выявлении половой охоты [1]. Но так как половая цикличность у них наблюдается в течение всего года, имеется возможность широко использовать искусственный контроль ее. Показания к этому возникают часто. У многих высокопродуктивных коров секреция гонадотропных гормонов после отела снижена, замедляется инволюция половых органов. Это создает предпосылки к возникновению воспалительных процессов в матке, нарушению функции яичников и задержке первой половой охоты. Нередки случаи прекращения половой цикличности после проявления одной–двух охот или в другие периоды. Умение подобрать подходящий гормональный препарат и оптимальное время для его применения во многом предопределяет успех в предупреждении расстройств функции половых органов, а также в регулировании сроков проявления половой охоты и осеменения, если, конечно, будут учтены и другие факторы (баланс энергии, упитанность животного, эндокринный статус и др.) [2].

Для обеспечения своевременного восстановления половой цикличности после отела и повышения репродуктивной способности коров используется ГнРГ. Этот гормон стимулирует выделение гонадотропных гормонов – ФСГ и ЛГ. В практике наиболее часто используют синтетические аналоги ГнРГ (сурфагон, фертагил и др.). При введении

малых доз их происходит выделение ЛГ, уровень которого в крови повышается через 30 мин и достигает максимума через 2–3 ч. Выделение ЛГ стимулирует овуляцию. Введение больших доз ГнРГ вызывает выделение ФСГ и ЛГ, которые стимулируют рост и созревание фолликулов, их овуляцию.

Сурфагон можно применять с 9–10-го дня в дозе 50 мкг однократно или в виде пяти инъекций по 10 мкг через 10–12 ч. Эффективно введение препарата в эти же сроки животным с замедленным процессом инволюции матки [3, 4]. Для повышения функциональной активности желтого тела сурфагон инъецируют на 11–13-й день после осеменения в дозе 20–25 мкг. В небольших дозах его ранее широко применяли через несколько часов после начала охоты для синхронизации овуляции.

Не менее распространенным средством для регулирования полового цикла у телок и коров в Республике Беларусь являются простагландины. Они вызывают быстро регрессию желтого тела, т.е. устраняют источник прогестерона также эффективно, как и механическое удаление его из яичника рукой через прямую кишку (энуклеация) или хирургическим путем. При отсутствии прогестерона начинается рост и созревание фолликулов и наступает половая охота.

Комплексное использование ГнРГ и ПГ-Ф<sub>2α</sub> (протокол OvSynch) позволяет более эффективно синхронизировать время овуляции, чем применение этих средств по отдельности [5, 6]. Причем, наиболее высокие результаты получают при фронтальном применении протокола в стаде, по сравнению с применением отдельным животным с низким уровнем репродуктивной способности.

Так, в опыте J.R. Pursley et al. (1997), 333 коровы были разделены случайным образом на 2 группы. Животных контрольной группы осеменяли в соответствии принятой на ферме технологией: двукратное выявление охоты у животных и периодическое использование ПГ-Ф<sub>2α</sub>. Коров опытной группы осеменяли после синхронизации овуляции с помощью ГнРГ и ПГ-Ф<sub>2α</sub>. Время осеменения после отела в обеих группах – не ранее 50 дней. Диагностика беременности проводилась на 32–38 день. Небеременных коров в каждой группе повторно осеменяли в соответствии с принятым для группы методом до оплодотворения или выбытия. Интервалы от отела до 1-го осеменения и оплодотворения короче были у коров опытной группы (54 и 99 против 83 и 118 дней). Оплодотворяемость после первого осеменения была примерно одинаковой (37 и 39 %). Стельных коров больше было в опытной группе в течение 60 дней (37 против 5 %) и 100 дней после отела

(53 и 35 %). Делается вывод об эффективности фронтального использования искусственного контроля репродуктивной функции и осеменении без выявления половой охоты.

Цель работы: изучить взаимосвязь показателей репродуктивной способности высокопродуктивных коров при использовании фронтальной синхронизации половой охоты.

**Основная часть.** Исследования проведены на крупном молочно-товарном комплексе в 2017–2018 гг. Содержание коров беспривязное, система содержания круглогодичная стойловая. Молочная продуктивность коров стада превышала 9 тыс. кг молока за лактацию. Базой для синхронизации служил протокол OvSynch. Инъекцировали сурфагон 10 мл (50 мкг) и через 7 суток ПГ-Ф<sub>2α</sub>. Если при выборе коров в группы для начала протокола синхронизации проводился ректальный контроль состояния репродуктивной системы, то при выявлении в яичниках циклического желтого тела инъекцировали сразу же простагландин. Осеменяли тех животных, у которых признаки половой охоты выявлялись визуально или при помощи реускантеров. Осеменяли также и коров в стимулированную простагландином или естественную половую охоту. Число осеменяемых в один и тот же день коров варьировало от 1–3 до 9–17. Диагностика стельности проводилась путем ректальной пальпации или с использованием ультразвукового сканера.

Для оценки результатов синхронизации половой охоты и осеменения коров использованы данные по 347 животным, осемененным в феврале – июне месяцев. Определены оплодотворяемость при первом осеменении, индекс осеменения, интервал от отела до плодотворного осеменения и число животных, повторивших половую охоту после третьего или более осеменений (с синдромом «повторение осеменения», СПО). Анализ этих показателей проведен с учетом числа ежедневно осеменяемых животных и срока оплодотворения после отела, а интервал от отела до оплодотворения проанализирован и в зависимости от кратности осеменения.

У третьей части коров (34,0 %) интервал от отела до оплодотворения не превышал 85 дней (табл. 1). Это значительно ниже целевого показателя – с таким интервалом должно быть 85 % животных. Однако если учесть, что при нынешнем уровне молочной продуктивности интервал от отела до оплодотворения оптимальным является до 110 дней, то в анализируемой группе в целом таких животных 182 (52,4 %).

Таблица 1. Величина показателей репродуктивной способности у коров с различной продолжительностью интервала от отела до оплодотворения

| Интервал от отела до оплодотворения, дней | n   | Индекс осеменения                  | Оплодотворяемость после 1-го осеменения, % | Интервал от отела до оплодотворения, дней | Осеменено коров $\geq 4$ раз |      |
|---|-----|------------------------------------|--|---|------------------------------|------|
|   |     | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$         | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$        | n                            | %    |
| 34–85                                     | 118 | 1,13 $\pm$ 0,03<br>0,34            | 86,4 $\pm$ 3,1<br>34,3                     | 65,9 $\pm$ 1,1<br>12,2                    | 0                            | 0,0  |
| 86–110                                    | 64  | 1,81 $\pm$ 0,07<br>0,59            | 28,6 $\pm$ 5,7<br>45,5                     | 96,6 $\pm$ 0,8<br>6,5                     | 0                            | 0,0  |
| 111–140                                   | 48  | 2,25 $\pm$ 0,11<br>0,76            | 12,5 $\pm$ 4,8<br>33,4                     | 123,3 $\pm$ 1,3<br>9,4                    | 3                            | 6,2  |
| $\geq 141$                                | 117 | 3,77 $\pm$ 0,12<br>1,36            | 2,5 $\pm$ 1,4<br>15,8                      | 226,0 $\pm$ 6,7<br>72,4                   | 70                           | 59,8 |
| В среднем                                 | 347 | 2,30 $\pm$ 0,07<br>1,43            | 37,2 $\pm$ 2,6<br>48,4                     | 133,5 $\pm$ 4,3<br>80,8                   | 73                           | 20,7 |

Следует также учитывать, что были и животные, у которых в послеродовой период наблюдались воспалительные процессы репродуктивных органов. Лечение могло отодвигать начало осеменения, снижать оплодотворяемость после первого осеменения. Возможно, поэтому еще 13,8 % животных были оплодотворены в период с 111 до 140 дней. И, тем не менее, у значительной части коров (33,7 %) интервал от отела до оплодотворения превышал и такой срок, и составил в среднем 226 дней. Это повлекло за собой увеличение показателя в средней по всей группе животных до 133,5 дня.

Синхронизация половой охоты проводилась обычно не ранее 50–60 дней после отела. Но помимо этого фактора очевидным оказалось существенное влияние на сроки оплодотворения животных оплодотворяемости после 1-го осеменения, а также числа осеменений на стельность (индекса осеменения). Высокий уровень оплодотворяемости животных наблюдался в течение 85 дней после отела – 86,4 %. Индекс осеменения для этой части животных лишь незначительно превысил теоретически возможный, т. е. 1,0 и составил 1,13. У животных с продолжительностью интервала от отела до оплодотворения 86–110, 111–140 и 141 день и более оплодотворяемость после первого осеменения была ниже, причем с отражением прогрессирующего снижения до 28,6; 12,5 и 2,5 % и увеличения индекса осеменения до 1,81; 2,25 и 3,77 соответственно.

Эти данные указывают на необходимость дифференцированного

подхода в выборе сроков первого осеменения. При благоприятных обстоятельствах для животного (отсутствие воспалительных процессов в матке после отела и раннее начало циклической активности яичников, оптимальные уровень кормления и кондиция тела животных) не следует допускать оттягивания осеменения. И это не будет противоречить сложившемуся мнению о негативном влиянии в целом на оплодотворяемость животных сокращения сроков осеменения после отела. Такое мнение основано на результатах работ, в которых при удлинении периода до первого осеменения наряду с повышением оплодотворяемости отмечалось также и снижение частоты синдрома «повторение осеменения». Но при анализе авторы выделяли срок осеменения до 60 дней, который, несомненно, не является оптимальным, особенно для животных с патологией в послеродовой период.

Так, в двух хозяйствах, где проводился анализ репродуктивной способности всего поголовья животных, просматривалось снижение частоты проявления СПО в связи с увеличением срока первого осеменения после отела. В первом хозяйстве частота проявления синдрома составляла 42,0, 34,1 и 27,1 %, во втором – 17,5, 14,7 и 8,7 % соответственно при интервале от отела до первого осеменения до 60 дней, 61–80 дней и 81 день и более. Но особенно видно влияние этого фактора в группе коров с заболеваниями метритного комплекса в первом хозяйстве – 37,6, 26,4 и 17,2 % соответственно [7, 8].

На возможность влияния этого фактора на развитие и частоту СПО указывают и другие авторы [9–10].

В использованной нами группе животных частота синдрома «повторение осеменения» в среднем составила 20,7 %, что совпадает с полученными ранее данными при анализе результатов осеменения коров в 10 хозяйствах республики [7, 8]. Из 73 животных 70 (59,8 %) были в группе с интервалом от отела до оплодотворения 141 день и более.

Интервал от отела до оплодотворения зависит от трех других взаимозависимых показателей: индекса осеменения, процента коров, оплодотворенных после первого осеменения (оплодотворяемости) и интервала от отела до первого осеменения. Степень важности каждого из них может различаться в зависимости от многих внешних факторов.

В данном случае четко просматривается сильное прогрессирующее увеличение интервала от отела до плодотворного осеменения с каждым последующим осеменением (табл. 2).



Таблица 2. Продолжительность интервала от отела до оплодотворения (дней) в зависимости от числа осеменений

| Число осеменений на оплодотворение | n   | %    | $\bar{X} \pm m\bar{x}$ | $\sigma$ | $C_v$ | Различие в величине интервала от отела до оплодотворения |
|------------------------------------|-----|------|------------------------|----------|-------|--|
| Одно осеменение                    | 129 | 37,2 | 73,5 ± 2,02            | 2,5      | 30,6  | 0  |
| Два осеменения                     | 107 | 30,8 | 118,7 ± 4,2            | 22,5     | 36,8  | + 45,2   |
| Три осеменения                     | 38  | 10,9 | 165,9 ± 12,1           | 74,9     | 45,2  | + 92,4   |
| Четыре осеменения                  | 35  | 10,0 | 226,5 ± 11,4           | 67,7     | 29,9  | + 153,0  |
| Пять осеменений                    | 25  | 7,2  | 252,3 ± 12,3           | 61,6     | 24,4  | + 178,8  |
| Шесть осеменений                   | 13  | 3,7  | 278,5 ± 22,0           | 79,3     | 28,5  | + 205,0  |

После 1-го осеменения оказались стельными 129 коров (37,2 %). Такой же результат был получен и другими авторами [1] при подобной синхронизации половой охоты. Интервал от отела до оплодотворения составил 73,5 дня. Если животных осеменяли дважды, этот показатель увеличивался на 45,2 дня, т. е. на величину, равную двум половым циклам. В среднем величина интервала ненамного превысила верхнюю границу оптимального (110 дней) и составила 118,7 дня. Но безуспешное второе и необходимость проведения третьего осеменения влекло за собой удвоение целевого (85 дней) интервала от отела до оплодотворения (165,9 дня). После 4–6 осеменений срок оплодотворения отодвигался до 226,5–278,5 дня.

Для обеспечения оплодотворения 90 % или более животных после первых трех осеменений необходим тщательный контроль состояния репродуктивной системы животного уже при первом и втором, и особенно третьем осеменении. Без этого невозможно устранение в целом тенденции снижения оплодотворяемости, уменьшение частоты СПО и сокращение интервала от отела до оплодотворения.

При проведении фронтальной синхронизации половой охоты контроль состояния репродуктивной системы технологически более осуществим, чем при осеменении в естественную охоту. Ежедневное проявление половой охоты у многих животных в стаде является желательным, так как будет влиять стимулирующим образом на гормональный статус, внешнее проявление признаков охоты и может способствовать повышению результативности осеменения. На это указывают и данные табл. 3.

Таблица 3. Эффективность искусственного осеменения в зависимости от числа ежедневно осеменяемых животных

| Число осеменяемых в 1 день животных | n   | Индекс осеменения                  | Оплодотворяемость после 1-го осеменения, % | Интервал от отела до оплодотворения, дней | Осеменено коров $\geq 4$ раз |      |
|-------------------------------------|-----|------------------------------------|--|---|------------------------------|------|
|                                     |     | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$ | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$         | $\bar{X} \pm m\bar{x}$<br>$\sigma$        | n                            | %    |
| 1–3                                 | 126 | 2,51 $\pm$ 0,12<br>1,41            | 25,2 $\pm$ 3,8<br>43,5                     | 137,2 $\pm$ 7,1<br>80,1                   | 50                           | 39,6 |
| 4–8                                 | 117 | 2,47 $\pm$ 0,13<br>1,47            | 33,3 $\pm$ 4,3<br>47,3                     | 133,7 $\pm$ 7,2<br>78,4                   | 15                           | 12,8 |
| 9–17                                | 104 | 1,87 $\pm$ 0,12<br>1,30            | 55,8 $\pm$ 4,9<br>49,9                     | 128,7 $\pm$ 8,3<br>84,5                   | 8                            | 7,7  |

При осеменении 1–3 животных оплодотворяемость при первом осеменении составила 25,3 %, 4–8 – 33,3 % и 9–17 – 55,8 %. Наряду с повышением оплодотворяемости с окрашался и индекс осеменения. Интервал от отела до оплодотворения изменялся незначительно.

**Заключение.** Анализ репродуктивной способности 347 коров, включенных в группы для фронтальной синхронизации половой охоты, указывает на удовлетворительные результаты искусственного контроля репродуктивной функции и осеменения. Выявлены наиболее тесные взаимосвязи отдельных показателей. У 34,0 % коров интервал от отела до оплодотворения не превышал 85 дней, у 18,4 и 13,8 % был в пределах 86–110 и 111–140 дней, а у остальных 33,7 % варьировал от 141 до 454 дней; в среднем по всей группе животных он составил 133,5 дня. В большей мере интервал от отела до оплодотворения зависел от кратности осеменения. После 1-го осеменения оказались стельными 37,2 %, в среднем для этой группы коров интервал составил 73,5 дня. У животных, которых осеменяли дважды, показатель увеличивался на 45,2 дня. Безуспешное второе и необходимость проведения третьего осеменения влекло за собой удвоение целевого (85 дней) показателя – 165,9 дня. У коров с синдромом «повторение осеменения» (4 и более осеменений) продолжительность интервала составляла в среднем 226,5–278,5 дня. Число осеменяемых в один день животных в значительной мере было связано с оплодотворяемостью после первого осеменения и индексом осеменения. При осеменении 1–3 животных оплодотворяемость составляла 25,3 %, 4–8 – 33,3 % и 9–17 животных – 55,8 %. Интервал от отела до оплодотворения изменялся незначительно.

Для повышения эффективности фронтальной синхронизации половой охоты необходимо совершенствование контроля состояния репродуктивной системы включаемых в группы животных, дифференциация сроков начала обработки и их осеменения после отела.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pursley, J. R., Kosorok M. R., Wiltbank M. C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation / J. R. Pursley, M. R., Kosorok, M. C. Wiltbank // *J Dairy Sci.*, 1997. – V. 80. – № 2. – P. 301–306.
2. Валюшкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных: учебник, 2-е изд., перераб. и доп. / К. Д. Валюшкин, Г. Ф. Медведев. – Минск: Ураджай, 2001. – 869 с.
3. Медведев, Г. Ф. Пути повышения эффективности управления воспроизводительной функцией коров / Г. Ф. Медведев, Д. С. Долина // *Материалы науч.-производственной конференции, посвящен. 150-летию образования БСХА (Горки, 10–12 октября, 1990)*. – Горки, 1992. – С. 92–94.
4. Патент 2045179 Российская федерация. (19) RU (11) 2045179 (13) C1. (51) 6 A01K67/02 Способ регуляции воспроизводительной функции коров / Г. Ф. Медведев, Д. С. Долина; заявитель и патентообладатель Бел. гос. с.-х. акад.; 5060976; заявл. 11.03.92; опубл. 10.10.95, Бюллетень № 28, 1995, 10.10.
5. Brad Seguin. Ovsynch: A method for breeding dairy cows without doing heat detection / Brad Seguin // *The Bovine Practitioner*, 1997. – № 31. – P. 11–14.
6. OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds – an update / A. Nowicki, W. Barański, A. Baryczka [et al.] // *J. Vet. Research*. – 2017. – Vol. 61. – № 3. – P. 329–336.
7. Кухтина, О. Н. Оплодотворяемость коров при первом и последующих осеменениях / О. Н. Кухтина // *Животноводство и ветеринарная медицина*, 2015 г. – № 3 (18). – С. 15–20.
8. Медведев Г. Ф., О. Н. Кухтина. Синдром «повторение осеменения» у коров. Монография / Г.Ф. Медведев, О.Н. Кухтина. – Горки : БГСХА, 2021. – 112 с.
9. Loeffler, S. H. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows / S. H. Loeffler, M. J. de Vries, Y. H. Schukken // *J. Dairy Sci.* – 1999. – Vol. 82, iss. 12. – P. 2589–2604.
10. Perez-Marin, C. C. Clinical Approach to the Repeat Breeder Cow Syndrome / C. C. Perez-Marin, L. M. Moreno, G. V. Calero // *A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine*, 2012. – Published online 22 February. – P. 337–362.

## **ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ТОНКОРУН- НЫХ ОВЕЦ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СОДЕРЖАНИЯ**

**В. В. АБОНЕЕВ**

*ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,  
г. Краснодар, РФ, 350055  
КНЦЗВ и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного  
дела» РФ, 141212*

**Ю. А. КОЛОСОВ**

*ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» РФ,  
пос. Персиановский, Ростовская область, РФ, 346493*

**Е. В. АБОНЕЕВА**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» РФ,  
г. Ставрополь, РФ, 355017*

**Д. В. АБОНЕЕВ**

*ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при  
Президенте Российской Федерации», Ставропольский филиал – РАНХиГС  
г. Ставрополь, РФ, 355002*

*(Поступила в редакцию 11.01.2021)*

*Изучены показатели воспроизводительных качеств и продуктивности баранов и овцематок кавказской породы, сохранности и живой массы их потомства при содержании холостых и суягных маток при пастбищном и стойловом содержании. По воспроизводительным качествам родителей, молочности маток, сохранности и резистентности ягнят, их живой массе при рождении и отъёме выявлено преимущество содержания животных на пастбище по сравнению со стойловым содержанием. Научно-производственными опытами установлено, что бараны – производители, отобранные для проведения исследований по живой массе ( $91,0 \pm 2,20$  кг), превосходили сверстников этой же породы в среднем по стаду на 6,9 кг или 8,7 %. Выход и настриг чистой шерсти у них был на 4,0 % и 16,3 % больше, чем средний по стаду у производителей данной породы. По длине шерсти более крупные бараны имели преимущество на 1,2 см, или 7,4 %. Тонина шерсти у них в среднем равнялась  $22,8 \pm 0,27$  мкм. Овцематки, имели живую массу  $49,3 \pm 1,20$  кг, настриг шерсти  $2,36 \pm 0,23$  кг, при её средних длине  $8,9 \pm 0,13$  см и тонине  $22,8 \pm 0,16$  мкм.*

*Проведение экспериментальных исследований показало, что содержание холостых и первого периода суягности маток на пастбищном корме увеличивает оплодотворяющую способность, плодовитость и молочность маток соответственно на 4–10 %,*

сохранность молодняка – на 5,8 %. Количество случаев родовспоможения для маток, содержащихся на пастбище, было на 9,3 % меньше. Лабораторными исследованиями морфометрических показателей плаценты установлено, что матки, содержащиеся на пастбище превосходили сверстниц по её массе на 13,2 %, количеству котелидонов - на 8,1 %, размеру(высота/диаметр) на 0,4/0,8 см и расстоянию между ними на 2,0–2,2 см. Бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови у трёхмесячных ярок и баранчиков, полученных от маток, содержащихся на пастбище, в среднем была выше на 8,5 %, чем у их сверстниц контрольной группы. Расчёт некоторых показателей экономической эффективности, с учётом затрат труда, расхода корма, сохранности ягнят на 100 маток, живой массы потомства в 4-месячном возрасте, показал, что уровень рентабельности по группе маток, содержащихся на пастбище, оказался выше, чем у сверстниц при стойловом содержании на 23,4 %.

**Ключевые слова:** овцы, кавказская порода, плодовитость, резистентность, плацента, живая масса.

*We examined the indicators of reproductive qualities and productivity of rams and ewes of the Caucasian breed, the survival rate and live weight of their offspring when yield and pregnant ewes were under grazing systems and in confinement. According to the reproductive qualities of the parents, the milk producing ability of ewes, survival rate and resistance of the lambs, their live weight at birth and weaning, the advantage of keeping animals on pasture in comparison with housing in confinement was determined. Research and production experiments revealed that the breeding rams chosen for study on the basis of live weight ( $91.0 \pm 2.20$  kg) were superior to their flock mates of the same breed by 6.9 kg or 8.7 % herd average. Their scouring yield and the amount of wool shorn was 4.0 % and 16.3 % more than herd average for this breed. In terms of wool length, the larger rams had an advantage of 1.2 cm or 7.4 %. Wool thinness was on average  $22.8 \pm 0.27$  microns. The ewes had live weight of  $49.3 \pm 1.20$  kg, amount of wool shorn of  $2.36 \pm 0.23$  kg, with an average length of  $8.9 \pm 0.13$  cm and thinness of  $22.8 \pm 0.16$  microns.*

*Experimental studies have shown that fattening yield ewes and ewes of the first period of pregnancy by grazing increases their fertility, birth rate and milk producing ability by 4–10 % respectively, and the survival rate of young animals – by 5.8 %. There were 9.3 % fewer cases of assisted lambing for ewes in grazing systems. Laboratory studies of the morphometric parameters of the placenta found that the ewes in grazing exceeded their flock mates in weight by 13.2 %, the number of cotelidons – by 8.1 %, the size (height/diameter) – by 0.4/0.8 cm and in the distance between them by 2.0–2.2 cm. The bactericidal and lysozyme activity of blood serum in three-month-old ewe lambs and ram lambs obtained from ewes kept on pasture was on average 8.5% higher than in their flock mates of the control group. The calculation of some indicators of economic efficiency, taking into account labor costs, feed consumption, survival rate of lambs per 100 ewes, live weight of offspring at 4 months of age, showed that the level of profitability for a group of ewes in grazing was higher than that of their flock mates in confinement by 23.4 %.*

**Key words:** sheep, Caucasian breed, birth rate, resistance, placenta, live weight. .

**Введение.** Овцеводство во все времена своего развития играло важную роль в формировании продовольственной корзины населения. Несмотря на высокую ценность сырья, получаемого от овец, в том числе и продуктов питания, в развитии отрасли овцеводства наблюдались как подъёмы, так и спады. Переход Российской Федерации в экономике государства на рыночные принципы её ведения и недо-

оценка продукции овцеводства, послужили причиной сокращения численности овец и изменения структуры породного состава отрасли по всем направлениям продуктивности. Но, несмотря на преобладание в настоящее время негативных тенденций, учёные продолжают исследования в вопросах технологии производства, с целью увеличения объёмов производства продукции овцеводства высокого качества, при минимальных затратах. Эффективность овцеводства в значительной степени связана с воспроизводительной функцией баранов и овцематок. Показатели воспроизводства и резистентность полученного потомства существенно влияют на рентабельность отрасли овцеводства в целом. Переход от плановой к рыночной экономике существенно влияет на технологии содержания овец. Нередко, новые подходы к организации производства продукции овцеводства, входят в противоречие с ранее разработанными приёмами содержания и кормления животных. Так, в ряде крупных АПХ, КФХ и ЛПХ, располагающих достаточными площадями пастбищных угодий, применяется ни чем не обоснованная система круглогодичного стойлового содержания овцематок. Такая технология приводит к снижению воспроизводительных и продуктивных качеств животных, значительно увеличивает затраты на их содержание, ухудшает качество получаемой продукции и, в конечном счёте, снижает конкурентоспособность отрасли овцеводства.

Для того чтобы показать нецелесообразность такого подхода, мы провели серию экспериментальных исследований, доказывающих возможность повышения плодовитости маток, увеличения сохранности и продуктивности поголовья, путём рациональной системы содержания овцематок в предслучной, случной и суягные периоды на пастбище. В этом состояла цель наших исследований.

**Основная часть.** В СХП «Новомарьевское» Ставропольского края отара тонкорунных маток в количестве 670 голов методом случайной выборки была разделена на две группы: 1 группу в предслучной, случной и суягные периоды содержали на пастбище, а овцематки 2 группы в эти периоды находились на стойловом содержании. В первой группе было 340 голов, во второй – 330 голов. Ставилась задача: изучить продуктивность используемых для осеменения баранов-производителей, маток, сохранность, резистентность и живую массу полученного потомства, а также некоторые морфометрические показатели плаценты. Для решения поставленной задачи определялась живая масса, настриг и качества шерсти родителей, плодовитость матерей по коли-

честву ягнят на 100 обьягнвившихся овцематок, отход ягнят и их живая масса от рождения до 4-месячного возраста, морфометрические показатели плаценты, бактерицидная (БАСК) и лизоцимная (ЛАСК) активность сыворотки крови, по существующим зоотехническим и биологическим методикам. Уровень кормления маток при разных способах содержания был примерно одинаковым и соответствовал установленным нормам. Такой подход в организации кормления удалось осуществить за счёт заготовки сена на тех участках, где происходило пастбищное содержание животных. В этой связи питательность задаваемого сена, которое скармливали 2 группе животных, соответствовало питательности съеденного корма на пастбище. Концентрированные корма в виде дроблёной смеси пшеницы, ячменя и гороха задавали 1 и 2 группе животных в одинаковом количестве от 200 до 400 граммов ежедневно в зависимости от физиологического состояния животных. Ягнята в период до 4 месяцев получали овёс от 150 до 300 граммов в сутки.

Для проведения научно-производственного опыта были отобраны бараны производители трёхлетнего возраста в количестве 3 голов, которые по основным показателям хозяйственно-полезных признаков удовлетворяли или превосходили требования класса элита и обладали признаками, характерными для породы. Так, по живой массе ( $91,0 \pm 2,20$  кг), они превосходили производителей этой же породы в среднем по стаду на 6,9 кг, или 8,7 %, . Выход и настриг чистой шерсти составил у них соответственно  $57,1 \pm 0,53$  % и  $6,7 \pm 0,23$  кг, или на 4,0 % и 0,8 кг, или 16,3 % больше, чем у сверстников данной породы. По длине шерсти это преимущество составило 1,2 см или 7,4 %. Тонина шерсти опытных баранов в среднем равнялась 22,8 мкм. Овцематки имели живую массу  $49,3 \pm 1,20$  кг, настриг шерсти  $2,36 \pm 0,23$  кг, при её длине  $8,9 \pm 0,13$  см и тонине 22,8 мкм. Объём эякулята у производителей кавказской породы равнялся 1,62 мл, с подвижность 9,5 баллов.

Одной из важных биологических особенностей овец, определяющей экономическую эффективность отрасли, является их высокая плодовитость. На взаимосвязь этого важного показателя с эффективностью отрасли овцеводства в своих работах указывали многие учёные [2, 5, 6, 8, 10, 11]. Плодовитость маток можно повысить как путём длительной селекции, так и с помощью межпородного скрещивания овец различного направления продуктивности с многоплодными породами. Установлено, что матки с двойнями, несмотря на меньшую среднюю массу одного животного, дают больше прироста в живой массе и появ-

ка по сравнению с матками, с одиночными ягнятами.

Учёт результатов осеменения тонкорунных маток, содержащихся на пастбище (1 группа) и стойле (2 группа), показал существенные различия между сравниваемыми группами.

Данные, характеризующие оплодотворяемость, плодовитость маток, сохранность и живую массу молодняка, представлены в таблице.

**Воспроизводительные качества маток, сохранность и живая масса ягнят**

| Показатели                                   | Группы              |                     |
|--|---------------------|---------------------|
|  | 1                   | 2                   |
| Осеменено маток, гол                         | 340                 | 330                 |
| Обьягнилось маток, гол,                      | 326                 | 301                 |
| %  | 95,9                | 91,2                |
| Получено ягнят всего, гол                    | 375                 | 317                 |
| Плодовитость, %                              | 115,0               | 105,3               |
| Сохранность ягнят к 4 месяцам, гол           | 354                 | 281                 |
| %  | 94,4                | 88,6                |
| Живая масса ярок/баранчиков, кг при рождении | 4,3±0,10/4,8±0,09   | 3,9±0,08/4,4±0,09   |
| в 21 день                                    | 10,9±0,16/11,1±0,15 | 9,9±0,15/10,1±0,19  |
| в 4 месяца                                   | 23,1±0,19/25,4±0,18 | 21,4±0,18/23,4±0,17 |

Анализ представленных в таблице данных свидетельствует, что плодовитость маток в разрезе сравниваемых групп составила, соответственно в 1 группе – 115,0 %, а во 2 – 105,3 %, то есть наибольшей плодовитостью характеризовались матки при содержании их на пастбище. Они превосходили сверстниц по данному показателю на 10,3 %.

В тоже время необходимо особенно отметить, что среди окотившихся маток при стойловом содержании был наибольший процент животных с трудными родами, требовавших родовспоможения. В частности, если к родовспоможению приходилось прибегать у 28 маток, содержащихся на стойле, то таких животных при пастбищном содержании было на 21 голову меньше.

Отобранные последы (n=10), от маток при разных способах содержания, были подвергнуты лабораторным исследованиям для оценки морфометрических показателей. Установлено, что масса последа от маток первой группы равнялась в среднем 265 г, в то время, как у животных второй группы она составила 234 г или на 13,2 процента меньше. Определение количества котиледонов в последе маток сравниваемых групп, позволило установить следующие закономерности. Если у маток 1 группы насчитывалось 75,7 котиледона, то у сверстниц 2 группы их было на 5,7 штук меньше, или на 8,1 %. Существенные различия установлены и по размерам котиледонов в последе маток



сравниваемых групп. Так, у овцематок, содержащихся на пастбище, размер котиледонов в плаценте составил 2,1/2,9 см, а у маток 2 группы этот показатель равнялся 1,7/2,1 см. Расстояние между котиледонами у животных 1 и 2 групп было соответственно 1,9/ 3,2 см и 3,9/5,4см. Отмеченные закономерности свидетельствуют, что пастбищное содержание маток в период суягности способствует лучшему развитию плаценты и потомства в период эмбрионального развития. Индивидуальное взвешивание ягнят при рождении позволило установить, что ярочки, полученные от маток 1 группы, по живой массе превосходили сверстниц 2 группы на 0,4 кг или 10,3 % ( $P>0,05$ ). Такое же преимущество отмечается и по баранчикам на 0,4 кг или 10,9 % ( $P>0,05$ ). Молочность маток, установленная произведением средней живой массы ярочек и баранчиков в возрасте 21 день на коэффициент 5, была наибольшей у животных первой группы. Это преимущество в пользу маток, содержавшихся на пастбище, составило 10,3 % при ( $P>0,05$ ). Взвешивание ягнят при отбивке от маток выявило аналогичную закономерность между сравниваемыми группами животных. Если средняя живая масса ярочек и баранчиков первой группы составила 24,3 кг, то у потомства второй группы она была на 1,9 кг меньше или на 8,5 % ( $P>0,05$ ).

Сохранность молодняка является важным показателем, определяющим экономическую эффективность отрасли. Наиболее жизнеспособным от рождения до отбивки оказалось потомство, полученное от маток, содержавшихся на пастбище. Этот показатель у них составил 94,4 %, что на 5,8 % больше, чем у животных 2 группы. К числу важных показателей, определяющих лучшую сохранность полученного потомства, его устойчивость и адаптивную способность к неблагоприятным факторам внешней среды, относятся бактерицидная и лизоцимная активности сывороток крови. В исследованиях различных учёных [1, 2, 4-6, 12] отмечается, что уровень лизоцимной, бактерицидной и фагоцитарной активности определяется различными факторами, в том числе и технологией содержания и кормления животных. В наших исследованиях оценку защитного потенциала молодняка мы проводили также на основе определения активности гуморальных факторов (бактерицидная активность сыворотки крови – БАСК, лизоцимная активность сыворотки крови – ЛАСК) от месячного до 4 месячного возраста молодняка.

При анализе результатов лабораторных исследований установлены определённые различия в показателях БАСК и ЛАСК ягнят полученных от матерей при различных способах их содержания. Наиболее низкие показатели гуморального иммунитета у опытных ягнят выяв-

лены в ранний постнатальный период. В 30 дневном возрасте уровень бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови у молодняка разных групп варьировал соответственно в пределах от 35,1 до 37,2 % и от 22,3 до 23,5 %. При этом показатели БАСК были выше у ягнят первой группы по сравнению со сверстницами 2 группы на 2,1 % или 5,8 абс. процента. По уровню лизоцимной активности сыворотки крови преимущество было у животных 1 группы, на 1,23 и 5,3 абс. процента, по сравнению с ярками контрольной группы. В последующие изучаемые периоды онтогенеза молодняка отмечено увеличение показателей естественной резистентности организма сравниваемых групп животных. При этом наибольшими оценочными показателями резистентными от рождения до 4 месячного возраста обладали животные, полученные от маток, находившихся на пастбищном содержании. Так, в трёхмесячном возрасте ярки первой группы превосходили по показателям БАСК и ЛАСК, своих сверстниц на 1,3 и 3,9 %, а в 4 месяца на 1,8 и 4,0 % соответственно. Расчёт показателей экономической эффективности, произведённый на основании методики сравнения затрат и прибыли [3], показал, что на фоне сокращения затрат на обслуживание маток при их пастбищном содержании, их более высокой плодовитости и молочности, а также сохранности и живой массы ягнят в первой группе животных, от них было получено больше прибыли на 980 рублей, а рентабельность была выше на 23,4 %, чем при стойловом содержании маток.

**Заключение.** Таким образом, бараны и овцематки тонкорунной породы товарного стада, основное время года содержавшиеся на пастбище, характеризовались высокими показателями продуктивности и воспроизводительной способности. Овцематки, содержащиеся в предслучной, случной и часть суягного периодов на пастбище, характеризовались более легкими родами и более высоким уровнем молочности. Послед таких матерей характеризовался лучшими морфометрическими показателями, а ягнята рождались с большей живой массой и характеризовались лучшей сохранностью и показателями естественной резистентности. При реализации молодняка после отбивки от маток, содержащихся на пастбище, с учётом затрат на их выращивание, обслуживание матерей, их плодовитости и сохранности полученного потомства, прибыль на 1 голову и рентабельность возрастают соответственно на 980 руб. и 23,4 % по отношению к маткам, содержащимся на стойле.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Абонеев, В. В. Естественная резистентность и гематологические показатели крови у молодняка овец разного происхождения / В. В. Абонеев, Л. Н. Скорых // Овцы,

козы, шерстяное дело. – 2002. – №3. – С. 20–22.

2. Абонеев, В. В. Плодовитость маток, сохранность и естественная резистентность ягнят, полученных от разновозрастных баранов-производителей / В. В. Абонеев, А. И. Суров, К. Г. Чухно // Зоотехния. – 2008. – № 8. – С. 26–27.

3. Методика расчета экономической эффективности производства продукции овцеводства с целью более полной реализации экономического потенциала отрасли / В. В. Абонеев, Н. К. Тимошенко, Т. П. Русанова [и др.]. – Ставрополь, 2013. – 39 с.

4. Абонеев, В. В. Подбор родительских пар на основе кровегрупповых факторов у овец / Л. Н. Чинова, В. В. Абонеев, С. Н. Шумаенко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – № 4. – С. 13–15.

5. Абонеев, В. В. Воспроизводительная способность маток при скрещивании с тонкорунными и полутонкорунными баранами, сохранность и резистентность их потомства / В. В. Абонеев, В. В. Марченко, Р. П. Ларионов // Сб. науч. тр. по матер. шестой Всерос. науч. практ. конф. в Твери 11–13 февраля 2015 года – «Проблемы животноводства и кормопроизводства в России». – Тверь, 2015. – С. 14–17.

6. Абонеев, В. В. Адаптационные и воспроизводительные качества родителей, сохранность, рост и развитие потомства, от использования баранов породы линкольн (кубанский тип) / В. В. Абонеев, Л. Г. Горковенко, А. Я. Куликова, Н. И. Цапкина // Сб. науч. тр. СКНИИЖ. Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. – Ч. 2. – 2016. – С. 4–9.

7. Некоторые показатели жизнеспособности молодняка овец различного происхождения / В. В. Абонеев [и др.] // Международный вестник ветеринарии, СПб. – 2017. – №2. – С. 35–42.

8. Воспроизводительная способность овцематок и сохранность молодняка разного происхождения / В. В. Абонеев [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – №1. – 2019. – С. 120–125.

9. Гнездилова, Л. А. Селекционно-технологические и ветеринарно-санитарные основы повышения продуктивности овец / Л. А. Гнездилова, В. В. Абонеев, Д. В. Абонеев // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: сб. материалов 3 международной науч.-практ. конф. – Симферополь, 2018. – С. 275–276.

10. Колосов Ю. А. Эффективность скрещивания при производстве баранины / Ю. А. Колосов, И. С. Губанов, В. В. Абонеев // Известия Оренбургского ГАУ. – №4(72). – 2018. – С. 310–312.

11. Kolosov Yuri A., Klimenko Aleksander I., Vasilenko Vyacheslav N., Shirokova Nadezhda V., Getmantseva Lyubov V., Kolosov Anatoli Yu, Aboneev Vasili V., Chizhova Ludmila N., Marchenko Vyacheslav V., Mikhailenko Antonina K. and Aboneev Dmitri V. Some Biological Characteristics and Prediction of Sheep Productivity at Different Variants of Breed Selection // OnLine Journal of Biological Sciences 2017, 17 (4): S. 343–347.

12. Чинова, Л. Н. Иммуногенетическая сочетаемость родительских пар и морфоструктурные показатели плаценты овец / Л. Н. Чинова, В. В. Абонеев, Д. В. Абонеев // Матер. Международ. Науч. практ. конф. – Волгоград, 2014. – С. 143–146.

## ПОЛИМОРФИЗМ ОДНОНУКЛЕОТИДНЫХ ЗАМЕН ГЕНА МИОСТАТИНА У КУР УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

С. В. РУДАЯ, Е. В. РЯБИНИНА, В. А. МЕЛЬНИК,  
Л. М. ПАЛЬВАЛЬ

*Государственная опытная станция птицеводства Национальной академии аграрных наук Украины, с. Борки, Украина, 63421*

*(Поступила в редакцию 14.01.2021)*

*Проанализированы две популяции кур украинской селекции разного направления продуктивности по двум однонуклеотидным заменам в экзоне 1 гена миостатина AG в положении 2109 и GC – в положении 2244.*

*В популяции кур мясо-яичного направления продуктивности по замене MST2109 чаще всего встречались особи с генотипом G<sub>1</sub>G<sub>1</sub>, в результате чего установлено смещение в частоте аллелей в сторону преимущественного распространения аллеля G<sub>1</sub> в изученной группе кур и нарушения генетического равновесия ( $\chi^2 = 6,74$ ) по этому локусу. По замене MST2244 большинство птицы было представлено особями с генотипом CC с повышенной частотой встречаемости в группе аллеля С.*

*В другой популяции яично-мясного направления продуктивности доминировали особи с генотипом AG<sub>1</sub> – частота встречаемости была на уровне 0,68 по замене MST2109. По замене MST2244 преобладали особи с генотипом CG<sub>1</sub> (0,51) при повышенной частоте встречаемости аллеля G<sub>2</sub> (0,715) в исследованной группе птицы.*

*Доказано, что птица мясо-яичного направления продуктивности линии Г2 породы Плимутрок белый и яично-мясного направления продуктивности линии 14 породы Полтавская глинистая украинской селекции значительно отличается по исследованному SNP гена миостатина. В частности, куры мясо-яичного направления продуктивности имели высокую частоту аллеля G – 0,94 (MST2109) и аллеля С – 0,875 (MST2244). Тогда как у кур яично-мясного направления продуктивности, наоборот, наблюдали повышенную частоту аллеля А – 0,57 (MST2109) и аллеля G – 0,715 (MST2244).*

*Установили, что локусы гена миостатина по двум однонуклеотидным заменам в экзоне 1 являются полиморфными в исследованных популяциях кур разного направления продуктивности украинской селекции. Это позволяет использовать эти замены в дальнейших исследованиях по определению генетической характеристики различных популяций кур, а также для установления связи между SNP и хозяйственно-полезными признаками.*

**Ключевые слова:** *генетическая структура, полиморфизм, генотип, ген, аллель, популяция, рестрикция.*

*Two populations of Ukrainian-bred chickens of different productivity trends were analyzed for two single-nucleotide substitutions in exon 1 of the myostatin gene AG at position 2109 and GC at position 2244. In the population of meat-producing chickens for the replacement of MST2109, individuals with the G<sub>1</sub>G<sub>1</sub> genotype were most often found, so that a shift in the allele frequency towards the preferential distribution of the G<sub>1</sub> allele in the studied group of chickens and the disturbance of genetic equilibrium ( $\chi^2 = 6.74$ ) at this locus was established. For the replacement of MST2244, most chickens were represented by the CC genotype individuals with an increased frequency of occurrence in the C allele group.*

*In another population of chickens raised both for their eggs and meat, individuals with the*

*AG<sub>1</sub> genotype dominated – the frequency of occurrence was at the level of 0.68 for the replacement of MST2109. For the replacement of MST2244 prevailed CG<sub>1</sub> genotype individuals (0.51) with the G<sub>2</sub> allele overfrequency (0.715) in the studied group of birds.*

*It is proved that the White Plymouth Rock dual-purpose poultry of G2 line which is primarily suited to meat production but also lays well and the Poltava Clay, a Ukrainian breed of line 14 chickens kept for their eggs and meat, significantly differ according to the studied SNP of the myostatin gene. In particular, meat-producing chickens had a high G allele frequency – 0.94 (MST2109) and that of C allele – 0.875 (MST2244). Whereas in the egg-laying chickens, on the contrary, an increased A allele frequency – 0.57 (MST2109) and G allele overfrequency – 0.715 (MST2244) was observed.*

*It was established that the loci of the myostatin gene for two single-nucleotide substitutions in exon 1 are polymorphic in the studied populations of Ukrainian-bred chickens of different productivity directions. This allows us to use these substitutions in further studies to determine the genetic characteristics of different chicken populations, as well as to establish the relationship between SNP and utility traits.*

**Key words:** *genetic pattern, polymorphism, genotype, gene, allele, population, restriction.*

**Введение.** В современном птицеводстве вместе с классическими методами селекции, которые основаны преимущественно на оценке и отборе особей по фенотипу, быстрыми темпами разрабатываются и внедряются методы геномной селекции, основанные на оценке по генотипу. Основой для проведения маркер ассоциированной селекции (MAS) является изучение генов-кандидатов, определение их влияния на фенотипические показатели, которые интересуют исследователя.

Целью современной селекции в птицеводстве является создание высокопродуктивных пород и линий. В связи с этим, различными методами исследуются генотипы пород и линий птицы для выявления высокоспецифичных маркеров яйценоскости и мясных качеств [1, 2, 3]. Определение этих молекулярно-генетических маркеров позволит проводить селекцию птицы на принципиально новых началах, потенциально стремительно усилит интенсивность селекции и обеспечит максимально эффективное раскрытие продуктивного потенциала [4]. К числу наиболее перспективных генов-кандидатов в направлении яичной продуктивности птицы относятся гены, функционирование которых связано с обеспечением основных физиологических функций организма [5]. Все чаще публикуются работы, направленные на поиск однонуклеотидных замен (SNP) в кодированной части отдельных генов с целью выявления их связи с хозяйственно-полезными признаками [6, 7, 8, 9]. Новый регуляторный фактор – миостатин (MSTN), который был выявлен в 1997 году, вызвал большой интерес исследователей [10]. Уже в первых исследованиях было установлено, что миостатин обладает рядом необычных свойств и ингибирует развитие мышечных тканей у животных. Исследования на курах и мышах показали, что блокирование действия миостатина приводит к значительному увеличению сухой мышечной массы с практически полным отсутствием жира [11, 12, 13].

Миостатин относится к факторам роста – класс небольших природных пептидов и белков, участвующих в сигнальных системах организма эукариот, связываясь с рецепторами на поверхности клеток с главной целью стимулирования роста и дифференциации. Кроме того, факторы роста важны для регулирования разнообразия клеточных процессов.

Термин «фактор роста» часто используется равноценно с терминами «цитокины» и «гормоны». Однако, в отличие от гормонов, факторы роста секретируются локально и имеют ограниченный спектр действия, тогда как гормоны переносятся кровотоком и имеют эффект на значительном удалении ткани организма. Кроме того, гормоны не обязательно имеют пептидную природу.

Ген миостатина достаточно полиморфный. Девятнадцать однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) и 20 гаплотипов были обнаружены в 28 породах крупного рогатого скота, некоторые из них были специфическими [14].

Однонуклеотидные замещения обнаружены в различных частях этого гена, зато основная работа сегодня ведется в направлении поиска взаимосвязи хозяйственно полезных признаков и отдельных замещений [15, 16, 17, 18]. В будущем эти маркеры позволят проводить отбор птицы для дальнейшего разведения с целью закрепления желаемых генотипов.

Исследование особенностей генетико-популяционных параметров кур украинской селекции на основе данных полиморфизма различных функциональных генов, аллельных вариантов, связанных с проявлением хозяйственно-полезных признаков проводились нами ранее [19, 20, 21, 22]. Но, для более эффективной работы с птицей необходимо в первую очередь оценить уровень генетической изменчивости по ряду показателей в опытной популяции. Как правило, оценку генетико-популяционных параметров проводят с учетом различных маркерных систем [23].

**Цель работы** – исследовать генетическую структуру кур украинской селекции разного направления продуктивности по двум однонуклеотидным заменам в гене миостатина с использованием метода PCR-RFLP.

**Основная часть.** Исследования проводились в ПЦР лаборатории Государственной исследовательской станции птицеводства НААН. В работе использовали птицу мясо-яичного направления продуктивности – линию Г2 породы Плимутрок белый (рис. 1) и яично-мясного направления продуктивности – линию 14 породы Полтавская глинистая (рис. 2). Для изучения полиморфизма генов использовали метод ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция – полиморфизм длин ре-

стрикционных фрагментов, PCR-RFLP).



Рис. 1. Куры линии Г2 породы Плимутрок белый

Исследования по изучению полиморфизма генов осуществляли поэтапно – приготовление образцов, выделение ДНК, проведение амплификации, выполнение рестрикции ампликонов и электрофорез продуктов рестрикции, анализ полученных результатов. Биологический материал для исследований отбирали методом «капля крови на бумаге» с гребня птицы. Для предупреждения контаминации каждый образец подсушивали, маркировали и отдельно упаковывали.



Рис. 2. Куры линии 14 породы Полтавская глинистая

Выделение ДНК проводили с помощью набора реактивов «NeoPrep100 DNA» (Неоген, Украина). Для контроля успешного выделения нуклеиновых кислот проводили электрофорез в 0,7 % агарозном

геле (CSL-AG100, «Cleaver Scientific», Великобритания) при напряжении 150 V в течение 5 мин. Образцы визуализировали с помощью этидиума бромид в ультрафиолетовом спектре.

Для каждого типа образца реакцию проводили с использованием специфических праймеров, которые фланкируют соответствующий фрагмент гена: MSTrg (прямой 5'-AACCAATCGTCGGTTTTGAC-3', обратный 5'-CGTTCTCTGTGGGCTGACTA-3') и MSTex1 (прямой 5'-TAGTCAGCCCACAGAGAACG-3', обратный 5'-CGAAAGCAGCAGGGTTGTТА-3'). Продукты амплификации обрабатывали с помощью эндонуклеаз рестрикции HpaII и HinPII. В результате изучили две однонуклеотидные замены, а именно G/A в положении 2109 и G/C – в положении 2244 гена миостатина.

ПЦР проводили с помощью реагентов DreamTaq PCR Master Mix (Thermo Scientific) с использованием термоциклера «Терцик» (ДНК-технология) по соответствующим программам. Объем конечной смеси составлял 20  $\mu$ L, концентрация праймеров – 0,2  $\mu$ M. Программа амплификации для проведения ПЦР – 94 $^{\circ}$ C 5 мин (денатурация), 35 циклов: 94  $^{\circ}$ C 30 с, 60  $^{\circ}$ C 30 с, 72  $^{\circ}$ C 30 с, (элонгация) 72  $^{\circ}$ C 5 мин. Для рестрикции в пробирку добавляли 0,5 мкл. необходимой рестриктазы HpaII или HinPII (Thermo), перемешивали и инкубировали 3 часа при 37  $^{\circ}$ C.

Для электрофореза использовали 1,5 % агарозный гель. Электрофорез проводили в течение 30–40 мин. при напряжении 120 V. Для определения длины ампликонов и продуктов рестрикции применяли маркеры молекулярных масс M-50 и M-100 (в зависимости от размера амплифицированных фрагментов). Визуализацию фрагментов ДНК в геле осуществляли с использованием этидиума бромид в ультрафиолетовом спектре.

Генотипирование по каждому локусу проводили путем определения размеров фрагментов ДНК после проведения электрофореза. При использовании пары праймеров MSTrg длина ампликонов составила 297 п.н. После обработки эндонуклеазой HpaII наблюдали генотипы: G1G1 при наличии фрагментов длиной 260 и 37 п.н., G1A – при наличии фрагментов длиной 297, 260 и 37 п.н., а генотип AA соответствовал ампликону – 297 п.н.

Пара праймеров MSTex1 позволила получить ампликоны длиной 320 п.н. После обработки эндонуклеазой HinPII обнаружили генотипы: CC при наличии фрагментов 203 и 117 п.н., CG2 – 320, 203 и 117 п.н. А генотип G2G2 не поддавался расщеплению ферментом и имел фраг-



мент 320 п.н., что также соответствует длине ампликона.

На основе полученных электрофореграм была рассчитана частота генотипов и аллелей по заменам MST2109 и MST2244. У кур мясояичного направления продуктивности линии Г2 по замене MST2109 наблюдается существенное преобладание генотипа  $G_1G_1$  – частота встречаемости на уровне 0,89 (табл.1). Это позволило предположить о значительных расхождениях в изученных аллелях. Так, аллель А у птицы исследованной группы линии Г2 встречался довольно редко (0,065), тогда как частота аллеля  $G_1$  была на уровне 0,935, что и вызвало нарушение генетического равновесия ( $\chi^2 = 6,74$ ) по этому локусу.

Таблица 1. Частота генотипов и аллелей по двум SNP, выявленным в миостатиновом гене у кур линии Г2 (n=100)

| Локус   | Генотип  | Частота генотипов | Аллель | Частота аллелей | $\chi^2$ |
|---------|----------|-------------------|--------|-----------------|----------|
| MST2109 | $G_1G_1$ | 0,89              | $G_1$  | 0,935           | 6,74     |
|         | $G_1A$   | 0,09              |        |                 |          |
|         | AA       | 0,02              | A      | 0,065           |          |
| MST2244 | CC       | 0,76              | C      | 0,875           | 0,26     |
|         | $CG_2$   | 0,23              |        |                 |          |
|         | $G_2G_2$ | 0,01              | $G_2$  | 0,125           |          |

При анализе частот встречаемости у кур линии Г2 по замене MST2244 отмечали значительное преимущество гомозигот CC (0,76), что способствовало смещению частот аллелей. Количество гетерозигот по этой замене была значительной – 0,23. Но несмотря на это, наблюдаем преимущество аллеля С над аллелем  $G_2$  соответственно 0,875 и 0,125. По замене MST2244 нарушение генетического равновесия не установлено ( $\chi^2 = 0,26$ ).

У кур линии 14 фактическое и теоретически ожидаемое распределение генотипов в обеих заменах не совпадал, поэтому выявлен значительный избыток гетерозигот, по сравнению с теоретически ожидаемым. Установлено высокодостоверное ( $P > 0,999$ ) нарушение генетического равновесия в обеих заменах гена миостатина ( $\chi^2=14,99; 6,32$ ) (табл. 2). Это свидетельствует о значительной внутрелинейной гетерогенности, что может быть следствием интенсивного искусственного отбора по определенным признакам, которые вызывают гетерозиготное состояние птицы.

В случае с заменой MST2109 отмечали значительное преобладание гетерозигот  $AG_1$  (68 %), 23 % составили особи с генотипом AA. Частота аллеля А была на уровне 0,570, тогда как частота аллеля  $G_1$  у птицы исследованной группы составила 0,430.

Таблица 2. Частота генотипов и аллелей по двум SNP, выявленным в миостатиновом гене у кур линии 14 (n=100)

| Локус   | Генотип  | Частота генотипов | Аллель | Частота аллелей | $\chi^2$ |
|---------|----------|-------------------|--------|-----------------|----------|
| MST2109 | $G_1G_1$ | 0,09              | $G_1$  | 0,430           | 14,99    |
|         | $A G_1$  | 0,68              |        |                 |          |
|         | $AA$     | 0,23              | $A$    | 0,570           |          |
| MST2244 | $CC$     | 0,03              | $C$    | 0,285           | 6,32     |
|         | $CG_2$   | 0,51              |        |                 |          |
|         | $G_2G_2$ | 0,46              | $G_2$  | 0,715           |          |

Анализируя частоты встречаемости разных генотипов по замене MST2244 у кур линии 14, обнаружили незначительное преимущество гетерозигот  $CG_2$  (0,51) над гомозиготами  $G_2G_2$  (0,46). Генотип  $CC$  был выявлен лишь в 3 % особей, что указывает на значительные различия изученных аллелей – преимущество аллеля  $G_2$  над аллелем  $C$  соответственно 0,715 и 0,285.

Поскольку во время исследований было проанализировано незначительное количество поголовья кур обеих линий, поэтому полученные данные относятся только к исследованным группам кур каждой популяции. Хотя, полученные результаты указывают, что подопытная птица значительно отличается по исследованному SNP гена миостатина. Так, куры мясо-яичного направления продуктивности имели высокую частоту аллеля  $G_1$  – 0,94 (MST2109) и аллеля  $C$  – 0,88 (MST2244), что согласуется с данными других исследователей (Dementeva et al., 2015). У кур яично-мясного направления продуктивности, наоборот, наблюдали повышенную частоту аллеля  $A$  – 0,57 (MST2109) и аллеля  $G_2$  – 0,72 (MST2244), хотя такие показатели ранее отмечали в промышленной линии кур мясного направления продуктивности породы Корниш (Dementeva et al., 2015; Dementeva et al., 2017). Отметим, что каждая порода или линия птицы имеет свою уникальную генетическую структуру. Поэтому, вероятно, полученные нами данные характерны именно для изученных популяций кур украинской селекции.

Поскольку последовательность гена миостатина у некоторых пород кур прочитана, в нем обнаружено значительное количество различных аллельных вариантов, а также определены взаимосвязи однонуклеотидных замен с продуктивными показателями кур (Mitrofanova et al., 2018; Dementieva et al., 2017; Mitrofanova et al., 2015; Dementieva et al., 2015; Zhang et al., 2019), поэтому в дальнейших исследованиях можно использовать ген миостатина в качестве маркера, в том числе и по отдельным SNP.

Таким образом, анализ частоты распределения однонуклеотидных замен в гене миостатина позволил найти специфические (маркеры) фрагменты ДНК (маркеры) в исследованных популяциях кур украинской селекции. Это позволит использовать данные маркеры для характеристики популяций кур, а также для поиска взаимосвязи между SNP и хозяйственно полезными признаками, ведь отбор желаемых генотипов будет способствовать повышению интенсивности размножения птицы с высокими продуктивными качествами. Кроме того, определение генотипа приведет к целенаправленной селекционной работе на повышение продуктивности кур.

**Заключение.** 1. Анализ генетической изменчивости кур линии Г2 и линии 14 позволил найти фрагменты ДНК, которые являлись специфическими для исследованных SNPs. Это открывает широкие возможности использования однонуклеотидных замен MST2244 и MST2109 для повышения эффективности селекционной работы.

2. У кур линии Г2 по замене MST2109 выявлено преимущество особей с генотипом  $G_1G_1$  и как результат установлено смещение в частоте аллелей в сторону преимущественного распространения аллеля  $G_1$  в изученной группе. По замене MST2244 выявлено преимущество особей с генотипом  $CC$  и повышенную частоту встречаемости в группе аллеля  $C$ .

3. Выявили значительное ( $P > 0,999$ ) нарушение генетического равновесия у кур линии 14 по двум заменам гена миостатина ( $\chi^2 = 14,99; 6,32$ ).

4. Установлено преимущество гетерозигот  $AG_1$  по замене MST2109 и  $CG_2$  по замене MST2244 у кур линии 14.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Fulton, J. E. Molecular genetics in a modern poultry breeding organization / J. E. Fulton // World's poultry science journal. – 2008. – № 64. – P. 171–176.

2. Новгородова, И. П. Анализ генетического разнообразия декоративных пород кур на основе микросателлитных маркеров / И. П. Новгородова, Н. А. Зиновьева, У. А. Гладырь, В. И. Фисинин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 1(30). – С. 69–71.

3 Баркова, О. Ю. Влияние двух мажорных QTL в хромосоме 4 на признака яйца курицы-несушки / О. Ю. Баркова // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 2(30). – С. 8–14.

4. Teneva, A. Molecular markers in animal genome analysis / A. Teneva // Biotechnology in Animal Husbandry. – 2009. – № 25(5–6). – P. 1267–1284.

5. Dodgson, J. B. DNA marker technology: a revolution in animal genetics / J. B. Dodgson, H. H. Cheng, R Okimoto // Poultry Science. – 1997. – № 76(8). – P. 1108–1114. DOI: 10.1093/ps/76.8.1108

6. Митрофанова, О. В. Динамика частоты встречаемости однонуклеотидных замен в гене миостатина у кур пушкинской породы биоресурсной коллекции /

О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева // Эффективное животноводство. – 2018. – № 3. – С. 50–51.

7. Митрофанова, О. В. Динамика экстерьерных показателей у кур при отборе по полиморфным вариантам в гене миостатина / О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева, Т. А. Ларкина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 2 (54). – С. 222-228. DOI:10.32786/2071-9485-2019-02-27

8. Митрофанова, О. В. Влияние различных рационов кормления на ассоциацию полиморфизма в гене MSTN и роста живой массы у молодняка петушков пушкинской породы / О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева // Молокохозяйственный вестник. – 2018. – № 3(31). – С. 62–70.

9. Ewuola, M. K. Insilico Analysis of Myostatin Gene in Selected Poultry Species / M. K. Ewuola, M. Omolara Akinyemi, H. Osamede Osaiyuwu // Journal of Advances in Biology & Biotechnology. – 2018. – № 17(2). – P. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.9734/JABB/2018/39520>

10. Mc Pherron A. C. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member / A. C. Mc Pherron, A. M. Lawler, S. J. Lee // Nature. – 1997. – № 387 (6628). – P. 83-90. DOI: 10.1038/387083a0

11. Myostatin, a negative regulator of muscle growth, functions by inhibiting myoblast proliferation / M. Thomas, B. Langley, C. Berry [et al] // J. Biol. Chem. – 2000. – № 275(51). – P. 40235-40243. DOI: 10.1074/jbc.M004356200

12. Myostatin negatively regulates satellite cell activation and self-renewal / S. Mc Croskery, M. Thomas, L. Maxwell [et al] // J. Cell. Biol. – 2003. – № 162(6). – P. 1135-1147. DOI: 10.1083/jcb.200207056

13. Aiello D. The myostatin gene: an overview of mechanisms of action and its relevance to livestock animals / D. Aiello, K. Patel, E. Lasagna // Animal Genetics. – 2018. – № 49(6). – P. 505-519. DOI: <https://doi.org/10.1111/age.12696>

14. Haplotype diversity of the myostatin gene among beef cattle breeds / S. Dunner, E. Miranda, Y. Amigues [et al] // Genet. Sel. Evol. – 2003. – № 35(1). – P. 103-118. DOI: 10.1186/1297-9686-35-1-103

15. The single nucleotide polymorphisms of myostatin gene and their associations with growth and carcass traits in daheng broiler / X. X. Zhang, J. S. Ran, T. Lian [et al] // Brazilian Journal of Poultry Science. – 2019. – № 21(3). eRBCA-2018-0808. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0808>

16. The rate of weight gain and productivity of a chicken broiler cross with various polymorphic types of the myostatin gene / N. V. Dementeva, O. V. Mitrofanova, V. I. Tyshchenko // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2017. – № 7 (1). – P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1134/S207905971701004X>

17. Связь генотипов по однонуклеотидным заменам в гене миостатина с показателями живой массы у кур Юрловской голосистой породы / О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева, В. И. Тыщенко [и др.] // Генетика и разведение животных. – 2015. – № 1. – С. 39–42.

18. Дементьева, Н. В. Полиморфизм однонуклеотидных замен в гене GDF-8 у кур генофондных пород / Н. В. Дементьева, О. В. Митрофанова, С. А. Шабанова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Санкт-Петербург, 2015. – № 38. – С. 59–62.

19. Кулібаба, Р. О. Генетична характеристика популяції курей лінії Г2 породи Плімутрок білий за біохімічними та ДНК-маркерами / Р. О. Кулібаба, С. В. Руда // Матеріали XI міжнар. конф. «Птахівництво 2015», Трускавець. – 2015. – С. 54–59.

20. Рудая, С. В. Полиморфизм в промоторе гена пролактина у кур разного

направления продуктивности / С. В. Рудая // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XX междунар. науч.-практ. конф., Горки: БГСХА, 2017. – № 20(1). – С. 136–140.

21. Генетическая структура кур украинской селекции мясо яичного направления продуктивности / С. В. Рудая, О. А. Катеринич, С. Н. Панькова, С. В. Рябинин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр., Горки: БГСХА, 2018. – № 21(1). – С. 93–99.

22. Руда, С. В. Генетична характеристика м'ясо-яєчних курей вітчизняної селекції за ДНК-маркерами / С. В. Руда, Л. М. Пальваль // Птахівництво 2019: матеріали XV міжнар. конф. і виставки. Трускавець, 2019. – С. 133–139.

23. Rothschild, M. F. Candidate gene analysis to detect genes controlling traits of economic importance in domestic livestock / M. F. Rothschild, M. Soller // Probe newsl. Agric. Genomic. – 1997. – Vol. 8. – P. 13–20.

**INFLUENCE OF THE WEIGHT OF TESTES DURING PREFUNCTIONAL PERIOD ON THE MORPHO-PHYSIOLOGICAL AND REPRODUCTIVE INDICES OF ROOSTERS**

**ВЛИЯНИЕ ВЕСА ЯИЧЕК В ПРЕДОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕТУХОВ**

**A. M. KOTYK, V. O. TRUFANOVA, O. V. TRUFANOV,  
O. O. KATERYNYCH**

**A. M. КОТЫК, В. О. ТРУФАНОВА, О. В. ТРУФАНОВ,  
О. О. КАТЕРИНИЧ**

*State Poultry Research Station, NAAS of Ukraine,  
Birky, Zmiiv District, Kharkiv Region, Ukraine, 63421*

**A. M. ZAKREVSKYY**

**A. M. ЗАКРЕВСКИЙ**

*Kharkiv Medical Academy of Postgraduation,  
Kharkiv, Kharkiv Region, Ukraine, 61176*

*(Поступила в редакцию 14.01.2021)*

*The aim of the work was to study the influence of the weight of testes during the prefunctional period on the morpho-physiological and reproductive performance of roosters. It is determined that the use of ultrasound diagnostics is effective for direct visualization of testes in four-month-old Silver Leghorn roosters, allowing to divide the population into M- and B-groups according to the relative weight of testes (up to and more than 40 mg/100 g). Compared to M-roosters, B-roosters are characterized by significantly greater weight of the crests, the concentration and motility of sperm, as well as much weaker severity of correlative connections between the weights of the body, crest and testes. The ratio between the weight of the crest and the weight of the testes (C/T), the numerical expression of which is in an extremely wide range (from 1.6 to 49), can be a new morphometric characteristic of the rooster. Four-month-old progeny of the B- and M-roosters retained the differences between the weights of the testes and the crests, which indicates the possibility of creating a Leghorn population with new morpho-physiological features. The weight of the testes in the prefunctional period is a factor determining the morpho-physiological and reproductive qualities of the rooster.*

**Key words:** rooster, crest, testes, correlation, fertility.

*Целью работы было изучить влияние массы тестикулов в дофункциональный период на морфо-физиологические и репродуктивные показатели петухов. Установлено, что применение ультразвуковой диагностики эффективно для непосредственной визуализации тестикулов у 4-месячных петухов серебристый леггорн и позволяет разделить*

популяцию на М и В-группы по относительной массе тестикулов (до и более 40 мг/100 г). В-петухам свойственны значительно большие, чем М-петухам, массы гребней, концентрация и подвижность спермы, а также значительно меньшая выраженность коррелятивных связей между массой тела, гребня и тестикулов. Отношение массы гребня к массе тестикулов (Г/Т), числовое выражение которого находится в чрезвычайно широком диапазоне (от 1,6 до 49), может быть новой морфометрической характеристикой петуха-производителя. 4-месячные потомки В- и М-петухов сохранили различия между массами тестикулов и гребней, что свидетельствует о возможности создания популяции леггорнов с новыми морфо-физиологическими особенностями. Масса тестикулов в дофункциональный период является фактором, определяющим морфо-физиологические и репродуктивные качества петуха-производителя.

**Ключевые слова:** петух, гребень, тестикулы, корреляция, плодовитость.

**Introduction.** The fertility of roosters depends on their breed and linear traits and is defined by the characteristics of their testes and the level and quality of sperm. There are scarce data about the characteristics of testes of breeder males. In particular, it is not clear, which weight of testes is optimal to maintain high reproductive activity. The aggravation of fertility at poultry breeding farms is believed to be related to considerable variability of reproductive traits of roosters. Different directions are intensely studied with the purpose of enhancing the fertility indices of roosters, namely, determining and studying genetic factors of mating, hatchability, sperm motility, number of spermatozoa [1], applying histomorphometry of testes to estimate fertility [2], identifying specific structures of spermia, which play a key role in the fertilization process [3], creating transgenic breeders, which are noted for fluorescence of spermatozoa, using non-viral vectors [4], allowing free access to poultry-runs [5]. While selecting breeder roosters, it is important to consider morpho-physiological characteristics of testes in their complex correlation to the sizes and color of the crest as a fertility criterion. So the aim of the work was to study the influence of the weight of testes during the prefunctional period on the morpho-physiological and reproductive performance of roosters.

**Materials and methods.** The work was performed using the roosters of Birkivska barvysta population in accordance to the feeding ratios and light regime, selected to breed Silver Leghorn roosters. In the first experiment, 80 four-month-old roosters were divided by the relative weight of their testes (up to and over 40 mg/100 g) into M-roosters and B-roosters respectively. The weight of the crest and the correlations between live bodyweight, weights of testes and crests as well as individual ratios between the weight of the crest and the weight of the testes were determined. The following experiment was aimed at determining incubation indices of egg qualities for two groups of hens, 32 birds in each, while keeping them with roosters, selected by live bodyweight, sizes of the crest and testes. The sizes of the tes-

tes were determined at the age of 4 months using the Logiq e ultrasound scanner with the 4–10 MHz micro-convex probe. At the lateral abdominal access, the liver served as an “acoustic window” to find the spleen, which, in its turn, is a reference point to finding testes. The roosters with the testes of 12–17 and 7–8 mm were divided into the first and the second group of hens, respectively. Two loads of 280–300 eggs from each group were incubated. The biological control of egg fertilization was conducted by egg windowing. The roosters, bred by this incubation, were kept till the age of four months. The indices of sperm quality were determined at the end of the productive period. The work was performed in accordance to the bioethics norms concerning animals, which comply with the Law of Ukraine “On Protection of Animals from Cruelty”, dated February 21, 2006, meeting the requirements of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986) and general ethical principles of experiments on animals, approved at the National Bioethics Forum (Kyiv, 2001).

**Results and discussion.** B-roosters and M-roosters, which were divided at the age of 4 months by the relative weight of testes (up to and over 40 mg/100 g), were significantly different by their morphological and reproductive specificities (Table 1).

Table 1. **Morphometric indices of 4-month-old roosters**

| Indices   | Whole group | B-roosters    | M-roosters  |
|---|-------------|---------------|-------------|
| n   | 80          | 36            | 44          |
| Live bodyweight, g                                  | 1665 ± 20   | 1732 ± 25**   | 1610 ± 31   |
| Weight of crest, g                                  | 10 ± 0.52   | 12.2 ± 0.9**  | 8.29 ± 0.54 |
| Relative weight of crest, mg/100 g                  | 602 ± 32    | 712 ± 54**    | 512 ± 33    |
| Weight of testes, g                                 | 1.1 ± 0.16  | 1.93 ± 0.31** | 0.44 ± 0.02 |
| Relative weight of testes, mg/100 g                 | 66.1 ± 9.7  | 113 ± 19**    | 27 ± 1      |
| Relative weight of crest/ Relative weight of testes | 15.1 ± 1.0  | 9.6 ± 1**     | 19.5 ± 1.2  |

\*P < 0.05

Compared to M-roosters, B-roosters had larger live bodyweight (by 7.6 %), weight and relative weight of the testes (4.4 and 4.2 times), and the weight and relative weight of the crest (1.5 and 1.4 times.) The difference between the ratios of weights of the crest and the testes was on average much higher for M-roosters than for B-roosters.

The selection of breeder roosters does not take into consideration the characteristics of the testes and the level and quality of sperm products; it is not clear which weight of the testes is optimal to maintain high reproductive activity of breeder roosters. It was reported that the weight of testes of 15-week-old roosters of meat breeds was 0.5 g on average, i.e. it does not exceed 30–40 mg / 100 g of the bodyweight. Expressed heterogeneity in terms



of the weight of testes – from 0.9 g to 44 g (i.e. from 18–22 to 880–1100 mg/100 g) – was found in roosters of the meat breed with the live bodyweight of 4–5 kg [6]; this fact demonstrates that the variability in the weight of testes is remarkable for roosters of different age groups.

The sizes (weight) of the rooster crest are conditioned by genetic factors and are in positive correlation with the level of fertility [7]. The form of a crest is determined by genes of two types – *pea comb* and *rose comb*; crests are an index of resistance to different diseases; roosters with large crests are notable for high immune status [8–9].

The morpho-physiological condition of the testes depends on the breeding conditions, the availability of biologically active components in fodder. Photostimulation of hypothalamus (due to longer days) leads to the secretion of gonadotrophin-releasing hormone (GRH). Under the impact of GRH, the anterior lobe of hypophysis releases luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH). LH stimulates Leydig cells in the interstitial tissue of the testes to produce testosterone. The number of Leydig cells is in positive correlation with the weight of the testes and the indices of sperm production. Testosterone is the main androgen for adult male birds, defining their behavior and the sizes and color of the crest. The size and uniform development of the crest is a relevant characteristic of the breeder rooster; the sizes of the crest are related to the weight of the testes [10]. The hypophysis controls the amount of testosterone in blood, thus creating the inverse relationship to maintain the level of hormones in a certain range. FSH impacts the structures, producing spermatozoa. The ability to produce spermatozoa in the seminiferous tubules of testes is related to the reproduction of Sertoli cells. The number of Sertoli cells is in proportion to the weight of the testes, larger testes produce more spermatozoa. The main relationship between the testes and the crest is kept via testosterone; while producing testosterone, the testes regulate the development of the crest; on the other hand, the crest does not affect the characteristics of the testes; there have been no previous reports on the ratio between the weight of the crest and the weight of the testes of male birds. It was established in our case that roosters were different in their ratio between the weight of the crest and the weight of the testes (C/T). These ratios were in the range from 1.6 to 49; the weight of testes in any Leghorn rooster was at least 1.6 times less than the weight of its crest. This index may be a significant characteristic of breeder roosters on condition of defining optimal thresholds for C/T ratio for specific breed and age groups.

A significant morphological characteristic of roosters is found in the indices of correlations between the weights of the body, crest, testes, and the ratio between the weight of crest and testes (C/T). B- and M-roosters have evident differences in the manifestation of the correlations between the weight of the body, crest and testes: all three correlations are insignificant in

B-roosters, whereas in M-roosters such bonds are statistically significant, which can be explained by unequal levels of the sensitivity of roosters to stress factors ( Table 2).

Table 2. The correlation coefficients of morphometric indices of 4-month-old roosters

| Morphometric indices of roosters   | B-roosters (n=36) | M-roosters (n=44) |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Live bodyweight / weight of crest  | -0.139            | 0.378*            |
| Live bodyweight / weight of testes | -0.171            | 0.48**            |
| Live bodyweight/ C/T               | 0.08              | 0.068             |
| Weight of testes / weight of crest | 0.20              | 0.42**            |
| Weight of testes/ C/T              | -0.80**           | -0.22             |
| Weight of crest/ C/T               | 0.43*             | 0.76**            |

\*P< 0.05; \*\*P<0.01

The initial reaction of the organism to the effect of external factors is manifested in the proportional change in the level of correlations between morphological characteristics, in particular, the aggravation of conditions results in stronger correlation between the weights of organs. Strong correlations between the weights of the body, crest and testes in M-roosters are in contrast with the corresponding insignificant correlations in B-roosters which indicates a probable advantage of B-roosters in terms of adaptability.

In B- and M-roosters, the correlation of the relative weights of crests and C/T is positive, statistically significant.

The correlation of the weight of the testes and C/T in both groups is negative, however, in B-roosters it is statistically significant degree correlation, and in M-roosters – weakly expressed linear correlation (Fig. 1). Hypothetically, C/T may be one of the criteria in selecting 4-month-old Silver Leghorn breeder roosters as the largest weight of the testes was found for roosters with the indices, not exceeding 10; the indices in the range of 10–50 are notable for males with small testes – under 1 g.

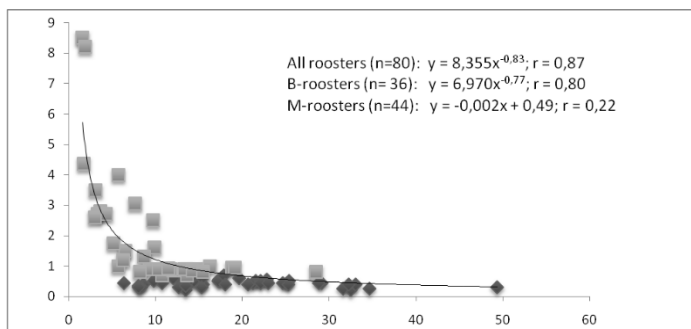


Fig. 1. The correlation of the weights of testes (g, vertical) and the C/T ratio (horizontal) in B- (gray boxes) and M-roosters (black boxes)

Thus, these observations demonstrated significant inequalities in 80 Leghorn roosters regarding the weight of such important organs as the testes as well as the corresponding crest and an extremely wide range of indices C/T – from 1.6 to 49, which indicated the reasonability of studying the correlations between the weights of the testes and the crest in prefunctional period and reproductive indices of roosters.

Ultrasound diagnostics was applied to determine the size of testes in roosters; here the testes were viewed as echopositive formations of ovoid form and even structure; the echogenicity of the testes and spleen was the same (Fig. 2).

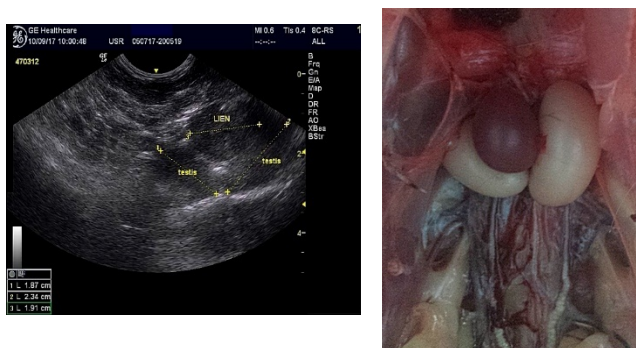


Fig. 2. The spleen and testes of a 4-month-old Silver Leghorn rooster (ultrasound image is on the left)

The determination of absolute sizes is complicated due to the limited acoustic window and limited movements of the probe, but the comparison of their sizes against the sizes of the spleen allows determining the gradations of the testes: large, medium or small. According to the ultrasound imaging, large testes have the sizes (27–30 mm; 7–9 g), which exceeds the sizes of spleen (22–24 mm; 2.5–3 g), with clear visualization. In ultrasound imaging, medium testes (20–21 mm; 3–4 g) have the sizes which are similar to or somewhat smaller than the sizes of the spleen, their visualization is satisfactory. According to the ultrasound imaging, the size of small testes is significantly (almost twice) smaller than the size of the spleen, their visualization is very complicated.

Ultrasound imaging is a non-invasive and relatively cheap method of direct visualization of the testes of roosters and allows dividing roosters into groups with large, medium, and small testes in a non-invasive way at an early stage (prefunctional period) and tracing the changes in their sizes. High sensitivity (84 %) and specificity (89 %) of ultrasound method, envisaging life-time determination of the sizes of testes, allows selecting roosters

with hypergonadism with high precision. Ultrasound visualization of morphological and functional changes in gonads of mature birds was demonstrated [11], but there have been no reports about applying ultrasound imaging to determine the sizes of testes in roosters. As chickens have high heredity of morphological characteristics of the crest and testes, the application of ultrasound imaging may promote the establishment of populations with certain specificities of these organs in roosters.

Keeping roosters together with hens demonstrated that in the group, where the testes of 4-month-old B-roosters were 12–17 mm, egg fertilization (in one of two incubations) and the hatchability was higher than in the group where the testes of 4-month-old M-roosters were 7–8 mm.

According to the results of 12 determinations, average volumes of ejaculate in the groups for both types of roosters were the same, but in B-roosters the concentration and motility of spermia was much higher (44 and 35 %, respectively) compared to M-roosters. Four-month-old rooster progeny of both types did not differ by average live bodyweight. The progeny of B-roosters had much larger (1.63 and 1.8 times respectively) relative weights of the crest and testes compared to the progeny of M-roosters (Table 3).

Table 3. Comparative characteristics of B- and M-roosters

| Indices  | B-roosters           | M-roosters          |
|--|----------------------|---------------------|
| Sizes of testes (by ultrasound imaging), mm            | 12–17                | 7–8                 |
| Sizes of crest, mm                                     | 80–100               | 55–60               |
| The ratio between the sizes of crest and testes        | 5–6.7                | 7.5–8.6             |
| Incubation 1: Egg fertilization, %                     | 95.8*                | 87.5                |
| Hatchability, %  | 87.3                 | 72.1                |
| Incubation 2: Egg fertilization, %                     | 95.8                 | 96                  |
| Hatchability, %  | 90.8                 | 82.7                |
| Sperm quality: motility, points                        | 8.76 ± 0.14**        | 6.5 ± 0.96          |
| volume, ml   | 0.74 ± 0.07          | 0.75 ± 0.12         |
| concentration, billion/ml                              | 1.81 ± 0.26**        | 1.26 ± 0.33         |
| Indices of progeny (4-month-old roosters):             |                      |                     |
| Live bodyweight, g                                     | 1632±24 (1070-2150)  | 1627±48 (1180-1850) |
| Weight of crest, g                                     | 19.1±1.1 (2.2-42.5)* | 11.7±1.1 (3.9-19.2) |
| Relative weight of crest, mg/100 g                     | 1146±64 (133-3457)*  | 699±57 (331-1089)   |
| Weight of testes, g                                    | 2.8±0.36 (0.4-13.2)* | 1.6±0.3 (0.2-4.5)   |
| Relative weight of testes, mg/100 g                    | 167±20 (21.5-880)*   | 93±15 (17-249)      |
| Relative weight of crest/<br>Relative weight of testes | 11.7±1 (2-40.6)*     | 9.9±1 (4.6-19.5)    |

\* – P < 0.05

**Conclusions.** The use of ultrasound diagnostics is effective for direct visualization of testes in four-month-old Silver Leghorn roosters, allowing to divide the population into M- and B-groups according to the relative

weight of testes (up to and more than 40 mg/100 g). Compared to M-roosters, B-roosters are characterized by significantly greater weight of the crests, the concentration and motility of sperm, as well as much weaker severity of correlative connections between the weights of the body, crest and testes. The ratio between the weight of the crest and the weight of the testes (C/T), the numerical expression of which is in an extremely wide range (from 1.6 to 49), can be a new morphometric characteristic of the rooster. Four-month-old progeny of the B- and M-roosters retained the differences between the weights of the testes and the crests, which indicates the possibility of creating a Leghorn population with new morpho-physiological features. The weight of the testes in the prefunctional period is a factor determining the morpho-physiological and reproductive qualities of the rooster.

#### REFERENCES

1. Wolc, A. Genetics of male reproductive performance in White Leghorns. / A. Wolc, J. Arango, P. Settar, J.E. Fulton, N.P. O'Sullivan, J.C.M. Dekkers // *Poultry Science*. – 2019. – Vol. 98 (7). –P. 2729–2733. doi.org/10.3382/ps/pez077.
2. Wilson, F.D. Testicular histomorphometrics including Sertoli cell quantitation for evaluating hatchability and fertility issues in commercial breeder-broiler roosters./F.D. Wilson, D.I. Johnson, D.L. Magee, F.G. Hoerr // *Poultry Science*. – 2018. - Vol. 97(5). - P. 1738–1747. doi.org/10.3382/ps/pex448.
3. Andraszek, K. The use of two staining methods for identification of spermatozoon structure in roosters./ K. Andraszek, D. Banaszewska, B. Biesiada-Drzazga // *Poultry Science*. – 2018. – Vol. 97(7). – P. 2575–2581. doi.org/10.3382/ps/pey056.
4. Zhong-Bin, Wang. Production of transgenic broilers by non-viral vectors via optimizing egg windowing and screening transgenic roosters. / Wang Zhong-Bin, Zhi- Du Qiang, Na Wei.//*Poultry Science*. – 2019. - Vol. 98 (1). - P. 430–439. doi.org/10.3382/ps/pey321.
5. Santiago-Moreno, J. Access to pasture in an outdoor housing system affects welfare indicators and improves rooster sperm quality in two native Mediterranean breeds./ J. Santiago-Moreno, M.G. Gil, S.G. Dávila // *Poultry Science*. – 2018. – Vol. 97 (12). – P. 4433–4441. doi.org/10.3382/ps/pey299.
6. Vizcarra, J. A. Testis development and gonadotropin secretion in broiler breeder males./ J. A. Vizcarra, J. D. Kirby, D. L. Kreider // *Poultry Science*. – 2010. – Vol. 89(2). – P. 328–334. doi.org/10.3382/ps.2009-00286.
7. McGary, S. Phenotypic traits as reliable indicators of fertility in male broiler breeders./ S. McGary, I. Estevez, M.R. Bakst, D.L. Pollock // *Poultry Science*. – 2002. – Vol. 81(1). – P. 102–111. doi.org/10.1093/ps/81.1.102.
8. Ligon, J. D. Male-male competition, ornamentation and role of testosterone in sexual selection in red jungle fowl./ J. D. Ligon, R. Thornhill, R. Zuk, K. Johnson // *Animal behavior*. – 1990. – Vol. 40 (2). – P. 367–373. doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80932-7.
9. Zuk, R. Parasites and mate choice in red jungle fowl. / R. Zuk, R. Thornhill, J. D. Ligon, K. Johnson // *American Zoologist*. – 1990. – Vol. 30(2). – P. 235–244. doi: 10.1093/icb/30.2.235.
10. McGary, S. Potential relationships between physical traits and male broiler breeder fertility./ S. McGary, I. Estevez, M.R. Bakst // *Poultry Science*. – 2003. – Vol. 82(2). –P. 328–337. doi.org/10.1093/ps/82.2.328.
11. Thielebein, J. Examination of the Genital System in Poultry with Transintestinal Ultrasound Imaging./ J. Thielebein, K. Kozłowski // *Journal of Applied Animal Research*. – 2010. – Vol. 37(1). –P. 15–18. doi.org/10.1080/09712119.2010.9707087.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСТЕРЬЕРНО-КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ТРАНСГЕННЫХ КОЗ, РАЗВОДИМЫХ В БЕЛАРУСИ

А. Н. РУДАК, Ю. И. ГЕРМАН, А. И. БУДЕВИЧ

РПУ «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: belhorses@mail.ru

(Поступила в редакцию 16.01.2021)

*Впервые в Республике Беларусь организована целенаправленная селекционно-племенная работа по совершенствованию стада коз-продуцентов, продуцирующих с молоком рекомбинантный лактоферрин человека. Оценены экстерьерно-конституциональные качества трансгенных коз. Выявлена относительная выравненность производящего состава и ремонтного молодняка по экстерьеру и живой массе.*

*Определено, что подконтрольные животные обладали гармоничным телосложением существенные пороки и недостатки экстерьера отсутствовали. Установлено, что трансгенные козы имеют выраженный молочный тип, конституция крепкая, сухая. Форма тела угловатая, с утонченной и четко выраженной костной структурой без грубости. Кожа тонкая, эластичная с мягкой и блестящей шерстью, масть белая. Голова сбалансированная, морда широкая с крупными ноздрями, форма и размер ушей и носа соответствуют типу зааненской породы.*

*Исследовано экстерьерно-конституциональное развитие животных производящего состава и ремонтного молодняка трансгенных коз в разрезе генеалогических линий. Установлено, что лучшими показателями развития промеров тела отличались козочки линий Italo IT 179028, Lair L 115 и Hercule. Среди козочек основного стада лучшими были представительницы линии Lair L 115. Животных указанных линий рекомендуется в дальнейшем активно использовать в воспроизводстве с целью получения молодняка отличающегося высокими экстерьерно-конституциональными признаками.*

**Ключевые слова:** козы, генно-модифицированные животные, производящий состав, подбор, секционированные признаки, экстерьерно-конституциональное развитие.

*For the first time in the Republic of Belarus, directed selection and breeding work has been organized to improve the herd of producing goats that generate recombinant human lactoferrin with milk. The exterior and constitutional qualities of transgenic goats were evaluated. The relative uniformity of the breeding goats and the heard replacements in terms of the exterior and live weight was revealed.*

*It was determined that the animals under inspection had a harmonious physique, there were no significant shortcomings and exterior unsoundness. It was found that transgenic goats are of pronounced milk type, have a sound constitution and dry body. The body shape is angular, with a refined and well-defined bone structure without coarseness. The skin is thin, elastic with a soft and shiny coat, the color is white. The head is balanced, the face is broad with large nostrils, the shape and size of the ears and nose correspond to the type of the Saanen.*

*The exterior and constitutional development of the breeding animals as well as the herd replacements of transgenic goats were studied in terms of genealogical lines. It was found that the goats of the lines Italo IT 179028, Lair L 115 and Hercule showed the best indicators of the body measurement development. Among the goats of the main herd, the best were the representatives of the Lair L 115 line. Animals of these lines are recommended to be actively used in reproduction in the future in order to obtain young animals with high exterior and constitutional characteristics.*

*Key words: goats, genetically modified animals, producing composition, selection, sectionalized features, exterior and constitutional development.*

**Введение.** В связи с появлением на мировом рынке трансгенных сельскохозяйственных животных (коз, коров), продуцирующих с молоком биологически активные белки человека, в том числе лактоферрин человека, активно обсуждаются вопросы по возможным направлениям развития этой области исследований и обеспечению безопасности применения получаемых продуктов. Как показывают многочисленные исследования, лактоферрин (человека и крупного рогатого скота, рекомбинантный и нативный), обладает большим терапевтическим потенциалом, который до настоящего времени практически не используется из-за дефицитности традиционного источника его получения (женское молоко в ранние сроки лактации) и низкого содержания в коровьем молоке [1, 2].

Рекомбинантный лактоферрин человека – проект России-Беларуси. В рамках Союзного государства была разработана специализированная программа: «Биотехнология получения рекомбинантного лактоферрина человека» и в 2003–2013 гг. проведены соответствующие исследования с целью получить идентичный лактоферрину женского молока белок, продуцируемый с молоком у трансгенных коз. Конечным итогом научных изысканий стало рождение в 2007 году на базе Биотехнологического научно-экспериментального производства по трансгенезу животных РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» двух первичных трансгенных козлик – Лака-1 и Лака-2. С 2008 года начат этап размножения трансгенных животных, продуцирующих с молоком белок – рекомбинантный человеческий лактоферрин (рчЛФ) [3, 4].

Необходимо отметить, что для поддержания высокой продуктивности и племенных качеств трансгенных коз их необходимо постоянно совершенствовать. Получение животных нового качества, наиболее необходимых в современных условиях при использовании в республике – одна из перспективных задач их дальнейшей разведения. Работа по направленному совершенствованию хозяйственно-полезных качеств коз-продуцентов до настоящего времени осуществлялась не в полном объеме. Поэтому на сегодняшний день настоятельной необходимостью является форсирование начатых работ по созданию новых генеалогических структур оригинального происхождения генно-инженерных животных с высокой продуктивностью [5].

Известно, что создание новых пород и внутривидовых структур в козоводстве, процесс достаточно длительный и получаемое потомство не всегда соответствует задачам проводимой селекции. Для ускорения данного процесса и обеспечения прогнозируемости результатов пле-

менной работы необходимо совершенствование существующих, разработка новых и использование эффективных методов отбора, подбора коз, направленного их выращивания. Важнейшей задачей на данном этапе научно-исследовательских работ по созданию новых генеалогических структур и стад является тщательная оценка коз-продуцентов всего подконтрольного селекционного массива и отбор оцененных животных [6, 7].

Таким образом, формирование поголовья трансгенных коз, сочетающего в себе высокие показатели племенных качеств и «белка интереса», предопределяет проведение постоянной селекционной работы со стадом, во взаимосвязи с особенностями экстерьерных признаков животных. В связи с указанным, исследования по данному вопросу являются весьма актуальными.

Цель исследований – оценить экстерьерно-конституциональные качества трансгенных коз и ремонтного молодняка, выделить лучших животных с учетом линейной принадлежности.

**Основная часть.** Научные изыскания проводились на Биотехнологическом научно-экспериментальном производстве по трансгенезу животных РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» Смолевичского района Минской области.

Объектом исследований являлись трансгенные козы и ремонтные козочки различных возрастов.

Генеалогическая принадлежность животных устанавливалась на основании генеалогического анализа родословных.

Осмотр и оценка коз по экстерьеру и типу телосложения проводились на площадке с твердым покрытием, в состоянии покоя и выполнения оценки в направлении от головы к хвосту.

У животных подконтрольного стада были взяты основные промеры: высота в холке, высота в крестце, косая длина туловища, обхват груди, обхват пясти, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх, ширина груди, живая масса.

Материалы исследований обработаны с использованием биометрических методов расчета по методике П. Ф. Рокицкого на ПК с применением Microsoft Excel [8].

При ведении племенной работы со стадом коз-продуцентов следует уделять особое внимание оценке производящего состава по экстерьерно-конституциональному развитию, так как она имеет большое практическое значение. С этими показателями в той или иной мере связаны такие важные свойства коз, как скороспелость, плодовитость, темперамент, здоровье, общая сопротивляемость внешним неблагоприятным воздействиям, способность к акклиматизации. У молочных коз должна быть крепкая, плотная конституция, подкожная жировая клетчатка



развита слабо, формы тела угловатые, упитанность средняя [9].

Следует обращать особое внимание на длину и глубину туловища, угол ребра и формирование грудной клетки. Ребра должны быть широкими и плоскими, нежелательны тонкие ребра, седлашные бугры, а также остистые отростки позвонков на пояснице и крестце хорошо выражены. Перехват груди за лопатками, который затрудняет дыхание, недопустим. При оценке телосложения смотрят на линию спины, она должна быть прямой, так как линия верха оказывает влияние на продолжительность продуктивной жизни животного. Широкий и прямой крестец способствует лучшей поддержке вымени за счет лучшего развития соединительной ткани, вынашиванию плода и козлению [10].

Немаловажное значение имеет развитие и постановка конечностей. Ноги должны быть крепкими, прямыми, не иметь утолщений в суставах, с прочными копытами. Неправильная постановка вызывает быструю утомляемость при движении и снижает срок хозяйственного использования. Сближенность задних конечностей способствует сдавливанию вымени, вызывая его повреждения. Указанные особенности отрицательно влияют на молочную продуктивность.

При оценке коз-производителей подконтрольного стада установлено, что животные имеют выраженный молочный тип. Конституция крепкая, сухая. Форма тела угловатая, с утонченной и четко выраженной костной структурой без грубости. Кожа тонкая, эластичная с мягкой и блестящей шерстью, масть белая. Голова пропорциональная, морда широкая с крупными ноздрями, форма и размер ушей и носа соответствуют типу зааненской породы (рис. 1).



Рис. 1. Коза-производитель с типичным экстерьером зааненской породы

К основным порокам и дефектам, на которые следует обратить особое внимание при отборе коз-продуцентов в племенной состав по экстерьерно-конституциональным характеристикам относятся следующие: укороченная или удлинённая челюсть; острая и неглубокая грудь; провислая или седлистая спина; низко спущенный или сильно приподнятый крестец, узкий таз; сближенность скакательных суставов, вывернутые или искривленные конечности, увеличенные суставы ног (даже без хромоты), хрупкий и рыхлый копытный рог, гермафродитизм или другая неспособность к воспроизводству.

Для характеристики экстерьерно-конституциональных особенностей были проведены измерения основных промеров коз-продуцентов биоаналога лактоферрина человека и ремонтного молодняка подконтрольного стада (табл. 1).

Таблица 1. Показатели развития трансгенных коз подконтрольного стада

| Показатель                           | $\bar{X} \pm m$ | $Cv \pm m, \%$ |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| Козоматки различных возрастов (n=94) |                 |                |
| Высота в холке, см                   | 68,2±0,2        | 3,0±0,2        |
| Высота в крестце, см                 | 69,2±0,2        | 2,9±0,2        |
| Косая длина туловища, см             | 88,7±0,3        | 3,3±0,2        |
| Обхват груди, см                     | 92,7±0,4        | 4,3±0,3        |
| Обхват пясти, см                     | 8,4±0,1         | 4,4±0,3        |
| Ширина в маклоках, см                | 18,4±0,1        | 6,0±0,4        |
| Ширина в седалищных буграх, см       | 17,1±0,1        | 6,4±0,5        |
| Ширина груди, см                     | 17,9±0,1        | 6,8±0,5        |
| Живая масса, кг                      | 55,8±0,3        | 5,2±0,4        |
| Ремонтные козочки-продуценты (n=71)  |                 |                |
| Высота в холке, см                   | 61,7±0,2        | 2,7±0,2        |
| Высота в крестце, см                 | 64,8±0,2        | 2,9±0,2        |
| Косая длина туловища, см             | 73,2±0,4        | 4,8±0,4        |
| Ширина груди, см                     | 15,8±0,1        | 4,1±0,4        |
| Обхват груди, см                     | 79,9±0,3        | 3,1±0,3        |
| Обхват пясти, см                     | 7,1±0,1         | 4,6±0,4        |
| Ширина в маклоках, см                | 15,8±0,1        | 4,1±0,4        |
| Ширина в седалищных буграх, см       | 12,5±0,1        | 5,7±0,5        |
| Живая масса, кг                      | 37,3±0,2        | 4,4±0,4        |

Установлено, что у животных производящего состава коз меньше рост (в среднем 68,2±0,2 см), но более развитое в длину туловище (88,7±0,3 см). Также отмечается небольшое превышение высоты в крестце над холкой – на 1,03 см.

Наиболее вариабельными у коз оказались следующие промеры: ширина груди (6,8±0,5 %), ширина в седалищных буграх (6,4±0,5 %) и ширина в маклоках (6,0±0,4 %). В целом животные относительно крупные, что подтверждается показателями их живой массы, которая у козوماتок составляет в среднем 55,8±0,30 кг.

Сравнение с параметрами развития половозрелых козوماتок показывают, что ремонтные козочки по некоторым промерам имеют ха-

рактические на уровне 90,0 % и выше от показателей взрослых животных, принятых за 100,0 %. Наиболее высокими они были по высоте в крестце – 93,6 % и высоте в холке – 90,5 %.

Следует отметить, что вариабельность промеров тела ремонтного молодняка коз-продуцентов была небольшой и колебалась в пределах 6 %, наибольшей изменчивостью отличалась косая длина туловища ( $C_v=4,8\pm 0,4\%$ ) и ширина в седалищных буграх ( $C_v=5,7\pm 0,5\%$ ).

Для более полной характеристики стада трансгенных коз на Био-производстве РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» была проведена оценка экстерьерных показателей животных (козوماتки и ремонтный молодняк) с учетом их линейной принадлежности (табл. 2, 3).

Таблица 2. Характеристика промеров телосложения и живой массы производящего состава коз-продуцентов в разрезе генеалогических линий

| Показатель                     | Генеалогическая линия |                       |                       |                        |                       |                       |                       |                       |                       |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                | El-tonas 5002         | Fred eric             | Frost                 | Сне жок 140            | Er-cule               | Лак 2                 | Лак 1                 | Farwe st              | Felix                 |
|                                | n=7                   | n=28                  | n=14                  | n=8                    | n=6                   | n=4                   | n=5                   | n=3                   | n=4                   |
|                                | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m$<br>/ Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv | $\bar{X}\pm m/$<br>Cv |
| Высота в холке, см             | 68,6±<br>1,0/3,8      | 67,7±<br>0,3/2,6      | 67,6±<br>0,6/3,2      | 68,4±<br>0,7/2,9       | 69,5±<br>1,0/3,6      | 68,8±<br>0,8/2,2      | 69,0±<br>0,8/2,7      | 68,0±<br>1,0/2,6      | 66,5±<br>1,0/3,1      |
| Высота в крестце, см           | 69,7±<br>0,9/3,3      | 68,9±<br>0,3/2,6      | 68,6±<br>0,5/2,7      | 69,3±<br>0,7/2,9       | 70,5±<br>1,0/3,6      | 69,8±<br>0,8/2,1      | 69,6±<br>0,9/3,0      | 69,3±<br>1,2/3,0      | 67,5±<br>1,0/3,1      |
| Косая длина туловища, см       | 87,7±<br>0,8/2,4      | 89,5±<br>0,6/3,5      | 87,3±<br>0,5/2,0      | 89,3±<br>1,5/4,7       | 89,7±<br>1,0/2,8      | 89,0±<br>0,7/1,6      | 90,6±<br>0,9/2,2      | 88,3±<br>0,9/1,7      | 88,0±<br>2,1/4,8      |
| Обхват груди, см               | 97,9±<br>1,3/3,6      | 91,5±<br>0,7/4,0      | 91,0±<br>1,1/4,4      | 94,3±<br>1,2/3,5       | 91,5±<br>0,7/1,9      | 94,5±<br>1,9/4,1      | 92,2±<br>0,8/1,9      | 90,3±<br>0,9/1,7      | 90,3±<br>2,8/6,2      |
| Обхват пясти, см               | 8,4±<br>0,1/4,5       | 8,4±<br>0,1/4,3       | 8,4±<br>0,1/4,9       | 8,4±<br>0,2/4,9        | 8,3±<br>0,1/3,3       | 8,6±<br>0,1/2,9       | 8,2±<br>0,1/3,3       | 8,2±<br>0,2/3,5       | 8,1±<br>0,1/3,1       |
| Ширина в маклоках, см          | 18,3±<br>0,5/6,9      | 18,3±<br>0,2/5,5      | 18,3±<br>0,3/5,4      | 18,8±<br>0,3/4,7       | 18,7±<br>0,5/6,5      | 19,3±<br>0,5/5,0      | 18,4±<br>0,7/8,2      | 18,3±<br>0,7/6,3      | 17,5±<br>0,5/5,7      |
| Ширина в седалищных буграх, см | 16,7±<br>0,5/8,3      | 16,9±<br>0,2/6,1      | 17,0±<br>0,3/6,9      | 17,8±<br>0,3/4,0       | 17,3±<br>0,4/6,0      | 17,8±<br>0,6/7,1      | 17,4±<br>0,5/6,6      | 17,0±<br>0,6/5,9      | 17,0±<br>0,4/4,8      |
| Ширина груди, см               | 17,9±<br>0,3/3,9      | 18,1±<br>0,2/4,6      | 17,8±<br>0,3/7,0      | 18,1±<br>0,5/7,5       | 18,5±<br>0,7/7,0      | 18,5±<br>0,7/7,0      | 17,8±<br>0,5/6,2      | 17,7±<br>0,9/8,6      | 17,0±<br>0,7/8,3      |
| Живая масса, кг                | 57,9±<br>0,9/3,9      | 54,4±<br>0,5/4,6      | 55,6±<br>0,8/5,4      | 55,9±<br>1,0/4,9       | 57,5±<br>1,0/3,3      | 57,5±<br>0,9/3,3      | 56,6±<br>1,4/5,4      | 56,3±<br>3,7/3,7      | 54,3±<br>1,7/6,1      |

Среди козوماتок основного стада лучшими показателями высоты в холке ( $69,5 \pm 1,0$  см), высоты в крестце ( $70,5 \pm 1,0$  см), ширине груди ( $18,5 \pm 0,7$  см) отличались животные линии Ergule от французского производителя Dozer D196. Однако по остальным показателям (обхват пясти, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх) значительно выше параметры имели козوماتки линии Лак 2 ( $8,6 \pm 0,1$  см,  $19,3 \pm 0,5$  см и  $17,8 \pm 0,6$  см, соответственно). Следует отметить, что по показателю живой массы и ширине груди они также не уступали животным линии Ergule. Наиболее высоким он был у представительниц литовской линии Eltonas 5002 и составил в среднем  $57,9 \pm 0,9$  кг, что достоверно превосходит среднее значение по стаду на 2,1 кг или 3,76 % ( $P \leq 0,05$ ).

Таблица 3. Характеристика промеров телосложения и живой массы ремонтного молодняка коз-продуктенток в разрезе генеалогических линий

| Показатель                     | Генеалогическая линия |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                | Italo                 | Jump                  | Lair                  | Felix                 | Farwest               | Ergule                | Ден                   |
|                                | n=20                  | n=25                  | n=7                   | n=6                   | n=4                   | n=3                   | n=4                   |
|                                | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ | $\bar{X} \pm m / C_v$ |
| Высота в холке, см             | $62,3 \pm 0,4 / 2,8$  | $61,5 \pm 0,32 / 2,6$ | $61,9 \pm 0,7 / 3,0$  | $61,8 \pm 0,5 / 1,9$  | $60,8 \pm 0,5 / 1,6$  | $61,0 \pm 2,0 / 5,7$  | $60,7 \pm 0,3 / 0,8$  |
| Высота в крестце, см           | $65,3 \pm 0,4 / 2,9$  | $64,5 \pm 0,37 / 2,9$ | $64,9 \pm 0,7 / 2,9$  | $65,0 \pm 0,5 / 2,0$  | $64,3 \pm 0,5 / 1,5$  | $64,7 \pm 2,2 / 5,8$  | $63,7 \pm 0,3 / 0,8$  |
| Косая длина туловища, см       | $73,5 \pm 0,8 / 4,6$  | $73,0 \pm 0,60 / 4,1$ | $74,0 \pm 2,1 / 7,6$  | $72,8 \pm 0,9 / 3,2$  | $70,7 \pm 0,3 / 0,7$  | $73,7 \pm 3,7 / 8,6$  | $72,3 \pm 0,3 / 0,7$  |
| Обхват груди, см               | $80,3 \pm 0,4 / 2,3$  | $80,2 \pm 0,50 / 3,0$ | $80,3 \pm 1,6 / 5,1$  | $80,3 \pm 0,8 / 2,5$  | $78,3 \pm 0,6 / 1,6$  | $80,0 \pm 3,2 / 7,0$  | $78,7 \pm 0,5 / 1,2$  |
| Обхват пясти, см               | $7,2 \pm 0,1 / 4,7$   | $7,2 \pm 0,06 / 3,9$  | $7,3 \pm 0,2 / 7,8$   | $7,1 \pm 0,1 / 2,9$   | $7,1 \pm 0,1 / 3,5$   | $7,0 \pm 0,3 / 7,1$   | $6,9 \pm 0,1 / 3,6$   |
| Ширина в маклоках, см          | $15,8 \pm 0,2 / 4,4$  | $15,9 \pm 0,13 / 4,2$ | $15,8 \pm 0,3 / 4,4$  | $15,9 \pm 0,3 / 4,2$  | $15,9 \pm 0,3 / 4,0$  | 15,0                  | $15,6 \pm 0,2 / 3,1$  |
| Ширина в седалищных буграх, см | $12,7 \pm 0,2 / 6,3$  | $12,4 \pm 0,13 / 5,2$ | $12,3 \pm 0,4 / 7,7$  | $12,5 \pm 0,2 / 4,4$  | $12,3 \pm 0,3 / 4,1$  | $12,7 \pm 0,7 / 9,1$  | 12,0                  |
| Ширина груди, см               | $16,0 \pm 0,2 / 5,2$  | $15,7 \pm 0,19 / 5,9$ | $16,3 \pm 0,4 / 5,8$  | $15,8 \pm 0,3 / 4,8$  | $15,3 \pm 0,3 / 3,3$  | $15,7 \pm 0,7 / 7,4$  | $15,8 \pm 0,3 / 3,2$  |
| Живая масса, кг                | $37,7 \pm 0,4 / 4,7$  | $37,2 \pm 0,31 / 4,2$ | $37,5 \pm 0,8 / 5,3$  | $36,7 \pm 0,5 / 3,3$  | $37,3 \pm 0,8 / 4,0$  | $37,0 \pm 1,5 / 7,1$  | $36,8 \pm 0,3 / 1,4$  |

Установлено, что среди ремонтного молодняка по большинству показателей (высота в холке, высота в крестце, обхват груди, обхват пясти, ширина в седалищных буграх, ширина груди, живая масса) козочки австрийской линии Italo IT 179028 были лучшими среди сверстниц других линий и превосходили указанные показатели по популяции в среднем 1,0 % (различия недостоверны). По обхвату пясти и ширине

груди лучшими оказались ремонтные козочки линии Lair L 115 ( $7,3 \pm 0,2$  см и  $16,3 \pm 0,4$  см, соответственно).

**Заключение.** В результате исследований проведена оценка экстерьерно-конституционального развития стада трансгенных коз. Выявлена относительная выравненность производящего состава по экстерьеру и живой массе. Животные обладали гармоничным телосложением, существенные пороки и недостатки экстерьера отсутствовали.

Проведение сравнительной оценки развития основных селекционируемых признаков у молодняка трансгенных коз в разрезе линий показало, что лучшими показателями экстерьерно-конституционального развития отличались козочки линий Italo IT 179028, Lair L 115 и Egcule. Среди козomatok основного стада лучшими были представительницы линии Lair L 115. Животных указанных линий рекомендуется в дальнейшем активно использовать в воспроизводстве с целью получения молодняка, отличающегося высокими экстерьерно-конституциональными показателями развития.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Проблемы и перспективы использования рекомбинантного лактоферрина человека и его производных/ Т. П. Трубицина [и др.] // Проблемы биологии и продуктивных животных. – 2018. – №4. – С. 5–26.
2. Борзенкова, Н. В. Лактоферрин: физико-химические свойства. Биологические функции, системы доставки, лекарственные препараты и биологически активные добавки (обзор) / Н. В. Борзенкова, Н. Г. Балабушевич, Н. И. Ларионова // Биофармацевтический журнал. – 2010. – Т. 2. – № 3. – С. 3–19.
3. Канышкова, Т. Г. Лактоферрин и его биологические функции / Т. Г. Канышкова, В. Н. Бунева, Г. А. Невинский // Биохимия. – 2001. – Т. 66. – № 1. – С. 5–13.
4. Получение рекомбинантного лактоферрина человека из молока коз-продуцентов и его физиологические эффекты/ В.С. Лукашевич [и др.] / Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2016. – Т. 60. – №1. – С. 72–81.
5. Будевич, А. Перспективы рекомбинантного лактоферрина человека, получаемого из молока коз-продуцентов / А. И. Будевич // Наука и инновации. – 2016. – № 6. – С. 29–32.
6. Разведение коз: практ. пособие / А. А. Лазовский [и др.]; под ред. А. А. Лазовского. – Минск: Техноперспектива, 2009. – 175 с.
7. Мустафина, Г. Н. Продуктивные и биоморфологические качества помесей коз русской белой и зааненской пород : автореф. канд. с.-х. наук: 06.02.04. / Г. Н. Мустафина: ГОУ ВПО «Марийский государственный университет». – Чебоксары, 2008. – 23 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – изд. 3-е, испр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
9. Мусалаев, Х. Х. Совершенствование продуктивных качеств помесных молочных коз / Х. Х. Мусалаев, Г. А. Палаганова, Р. А. Абдуллабеков // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – №2. – С. 10–12.
10. Новопашина, С. И. Создание племенной базы и совершенствование технологических приемов в молочном козоводстве: автореф. док-ра с.-х. наук 06.02.07.:06.02.10. / С. И. Новопашина: ГНУ «СНИИЖК Россельхозакадемии. – Ставрополь, 2013. – 46 с.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ *IN VITRO*

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

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160

(Поступила в редакцию 16.01.2021)

Изучены биологические показатели спермиев быков-производителей при капацитации вне организма: концентрация спермиев (млрд/мл), общая подвижность спермиев (%), подвижность прямолинейно-поступательная (%), DCL – расстояние кривой пути (мкм), DAP – расстояние среднего пути (мкм), DSL – расстояние прямой пути (мкм), VCL – криволинейная скорость (мкм/сек), VAP – средняя скорость по траектории (мкм/сек), VSL – прямолинейная скорость (мкм/сек), LIN – линейность (%), STR – прямолинейность (%), WOB – колебание (%), BCF – частота биения головки (биений/сек), ALH – амплитуда бокового смещения головки (мкм).

Анализ биологических параметров спермы проводили с помощью системы Sperm Vision™ Professional, которая включает фазово-контрастный микроскоп с эргономичной рамой и основанием, программное обеспечение, цифровую камеру, ПК укомплектованный принадлежностями. Исследовали каплю спермы: 1) после процедуры флотации; 2) после капацитации с гепарином; 3) после созревания в среде оплодотворения; 4) после оплодотворения.

В процессе подготовки спермы к оплодотворению отмечалась четкая тенденция снижения в среднем общей подвижности спермиев (на 14,2 %), подвижности спермиев с прямолинейно-поступательным движением (на 19,0 %), расстояния кривой пути (на 12,6 %), расстояния среднего пути (на 5,4 %), расстояния прямой пути (на 3,2 %), криволинейной скорости (на 26,0 %), средней скорости движения по траектории (на 11,7 %); прямолинейной скорости движения (на 7,9 %) и частоты биения головки (на 5,7 %). В тоже время увеличились показатели линейности (на 9,8 %), прямолинейности (на 6,2 %) и колебания (на 10,2 %), а значения амплитуды бокового смещения головки существенно не изменились.

**Ключевые слова:** сперма, ооцит, подвижность, скорость, траектория, амплитуда, эмбрион.

The biological parameters of the breeding bull sperm cells during in vitro capacitation were studied. The following parameters were calculated: sperm concentration (billion/ml), total motility of sperm (%), progressive motility (%), DCL – distance of the curve line (microns), DAP – distance of the average path (microns), DSL – distance of the straight line (microns), VCL – curvilinear velocity (microns/s), VAP – average path velocity (microns/s), VSL – straight line velocity (microns/s), LIN – linearity (%), STR – straightness (%), WOB – wobble (%), BCF – beat cross frequency (beats/s), ALH – amplitude of lateral head displacement (microns).

The analysis of the sperm biological parameters was carried out using the Sperm Vision™ Professional system, which includes a phase-contrast microscope with an ergonomic frame and base, software, a digital camera, and a PC equipped with accessories. A drop of semen was examined: 1) after the flotation procedure; 2) after capacitation with heparin; 3) after maturation in the fertilization medium; 4) after fertilization.

*In the process of preparing sperm for fertilization, there was a clear tendency of reducing on average the total motility of sperm cells (by 14.2 %), the progressive motility of sperm cells (by 19.0 %), the distance of the curve line (by 12.6 %), the distance of the average path (by 5.4 %), the distance of the straight line (by 3.2 %), the curvilinear velocity (by 26.0 %), the average path velocity (by 11.7 %); the straight line velocity (by 7.9 %) and the beat cross frequency (by 5.7 %). At the same time, the indicators of linearity, straightness and wobble increased by 9.8 %, 6.2 %, and 10.2 %, respectively, while the values of the amplitude of lateral head displacement did not change significantly.*

**Key words:** semen, oocyte, motility, velocity, trajectory, amplitude, embryo.

**Введение.** Для решения вопросов, связанных с репродуктивной биологией, требуется глубокое изучение генеративных клеток, в том числе и их ультраструктурных элементов и других биологических показателей.

В ветеринарии и животноводстве много лет известны следующие методы оценки качества спермы животных: изучение анатомического строения сперматозоидов, объема эякулята, цвета, запаха, консистенции; оценка подвижности, густоты, интенсивности дыхания, резистентности, скорости обесцвечивания и др. [1]. В животноводстве оценку спермы по подвижности проводят по десятибалльной системе. Наивысшую оценку – 10 баллов – дают сперме в том случае, если все спермии обладают поступательным движением; при оценке 9 баллов – 9 спермиев из 10 обладают прямолинейно-поступательным движением, при оценке 6 баллов – 6 из 10 и так далее. Активность выражают в баллах по шкале Персова, в которой за 5 баллов принимается быстрое поступательное движение всех спермиев; за 4 балла – быстрое поступательное движение большинства спермиев, но в поле зрения встречаются отдельные сперматозоиды, осуществляющие замедленное зигзагообразное, круговое или колебательное движение; за 3 балла принимается быстрое поступательное движение части спермиев, преобладает замедленное зигзагообразное, круговое или колебательное движение, имеются неподвижные спермии; 2 балла – быстрое поступательное движение редко, у части спермиев колебательное движение, около 75 % спермиев неподвижно; 1 балл – все спермии неподвижны. Концентрация спермы. Концентрация сперматозоидов в сперме легко оценивается различными методами, такими как подсчет под микроскопом, спектрофотометрией, проточной цитометрией и определение значений сперматокрита. Однако предлагаемые различные методы представляют некоторые неудобства: начиная от длительности метода, заканчивая дороговизной оборудования.

Интерес к оценке движения сперматозоидов и к попыткам понять, что оно может сообщить нам о биологии спермы и ее функциональной компетенции, появился шесть десятилетий назад в классических работах, опубликованных, Gray J., Rothschild L. и их коллегами [2–4]. Тем не менее изучение кинематики сперматозоидов у животных, основан-

ное на ручной оценке подвижности сперматозоидов, впервые появилось в работе группы профессора David G. [5] и в лаборатории Dott H. M. [6], которые разрабатывали способы использования микрофотографии и микрокинематографии для количественной оценки подвижности сперматозоидов. Overstreet J.W. и Katz D.F. [7, 8] расширили основную работу по микрокиносъемке спермы, они впервые использовали видеосъемку при анализе спермы под микроскопом, и эту методику быстро подхватили другие ученые.

Оценка подвижности сперматозоидов получила широкое распространение в технологии искусственного воспроизводства, поскольку такой метод позволяет установить качество получаемых половых продуктов, выявить аномалии и предотвратить неэффективность оплодотворения. Использование низкокачественного семени может привести к экономическим потерям в животноводстве [9–11].

Данная разработка будет способствовать объективной оценке репродуктивного потенциала быков-производителей и позволит прогнозировать результаты не только искусственного осеменения, предстоящего экстракорпорального оплодотворения, но и раннего эмбрионального развития, в чем и заключается новизна исследований.

Цель работы – изучить биологические показатели спермиев быков-производителей при капацитации вне организма.

**Основная часть.** Исследования выполнены в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в 2020 г.

Замороженную сперму быков-производителей РУСП «Минское племпредприятие» (Лексус 500578, Лайен 500346, Балеро 500608, Ранг 500494, Апполон 500444, Барри 500482) оттаивали на водяной бане. Оттаянную сперму либо извлекали из пайеты и проводили исследование, либо помещали в 1 мл среды для капацитации и оставляли на 1 час в CO<sub>2</sub>-инкубаторе для проведения *swim up* процедуры, при которой наиболее активная часть сперматозоидов всплывает в верхние слои питательной среды. Данную фракцию сперматозоидов собирали, помещали в другую пробирку с питательной средой для капацитации сперматозоидов и дважды подвергали процедуре центрифугирования при 3000 об./мин в течение 10 минут. При втором отмывании в среду добавляли гепарин (150 ед./мл). Затем сперму дважды центрифугировали в среде для оплодотворения ооцитов, которая готовилась на основе среды Тироде. Ооциты трижды отмывали в среде для оплодотворения, помещали в лунку с этой же средой, после чего к ним добавляли сперму в концентрации 1 млн./мл. Совместное инкубирование продолжалось в течение 18–20 часов, после чего ооциты отмывались от среды для оплодотворения и помещались в среду для культивирования ранних зародышей на монослой кумулюсных клеток, где зародыши



созревают до преимплантационных стадий.

Анализ биологических параметров спермы проводили с помощью системы Sperm Vision™ Professional, которая включает фазово-контрастный микроскоп с эргономичной рамой и основанием, программное обеспечение, цифровую камеру, ПК укомплектованный принадлежностями.

Для этого каплю спермиев быков вносили в счетную камеру и накрывали покровным стеклом. Исследовали каплю спермы на следующих этапах: 1) после процедуры флотации; 2) после капацитации с гепарином; 3) после созревания в среде оплодотворения; 4) после оплодотворения. Измеряли: концентрацию спермиев (млрд/мл), общую подвижность спермиев (%), подвижность прямолинейно-поступательную (%), DCL – расстояние кривой пути (мкм), DAP – расстояние среднего пути (мкм), DSL – расстояние прямой пути (мкм), VCL – криволинейную скорость (мкм/сек), VAP – среднюю скорость по траектории (мкм/сек), VSL – прямолинейную скорость (мкм/сек), LIN – линейность (%), STR – прямолинейность (%), WOB – колебание (%), BCF – частоту биения головки (биений/сек), ALH – амплитуду бокового смещения головки (мкм).

Изучены биологические показатели спермиев быков, их величины в сравнительном аспекте представлены на рис. 1.

На следующем этапе исследований определены показатели биологической полноценности спермы быков на разных этапах ее подготовки к оплодотворению. Установлено, что концентрация спермиев после процедуры флотации во всех опытных образцах находилась в пределах от 0,00270 млрд/мл (Барри 500482) до 0,01290 млрд/мл (Апполон 500444). После прохождения созревания в среде для капацитации с гепарином и в среде для оплодотворения концентрация спермиев в образцах изменялась за счет слипания головок гамет, что свидетельствует о готовности спермиев к оплодотворению. Каких-либо достоверных изменений не установлено. Величина значений показателя после завершения процедуры капацитации составила от 0,0020 млрд/мл (Лайен 500346) до 0,0227 млрд/мл (Апполон 500444). После совместного культивирования сперматозоидов с яйцеклетками в течение 18 часов наблюдалось снижение числа клеток с признаками агглютинации и одновременно увеличение количества единичных клеток. Концентрация их составила от 0,0029 млрд/мл (Лайен 500346) до 0,0240 млрд/мл (Апполон 500444).

Проведен анализ подвижности спермиев. Установлено, что спермии быка Ранг 500494 обладают самой высокой как общей подвижностью (84,0 %), так и подвижностью с прямолинейно-поступательным движением (59,0 %) после прохождения процедуры флотации.

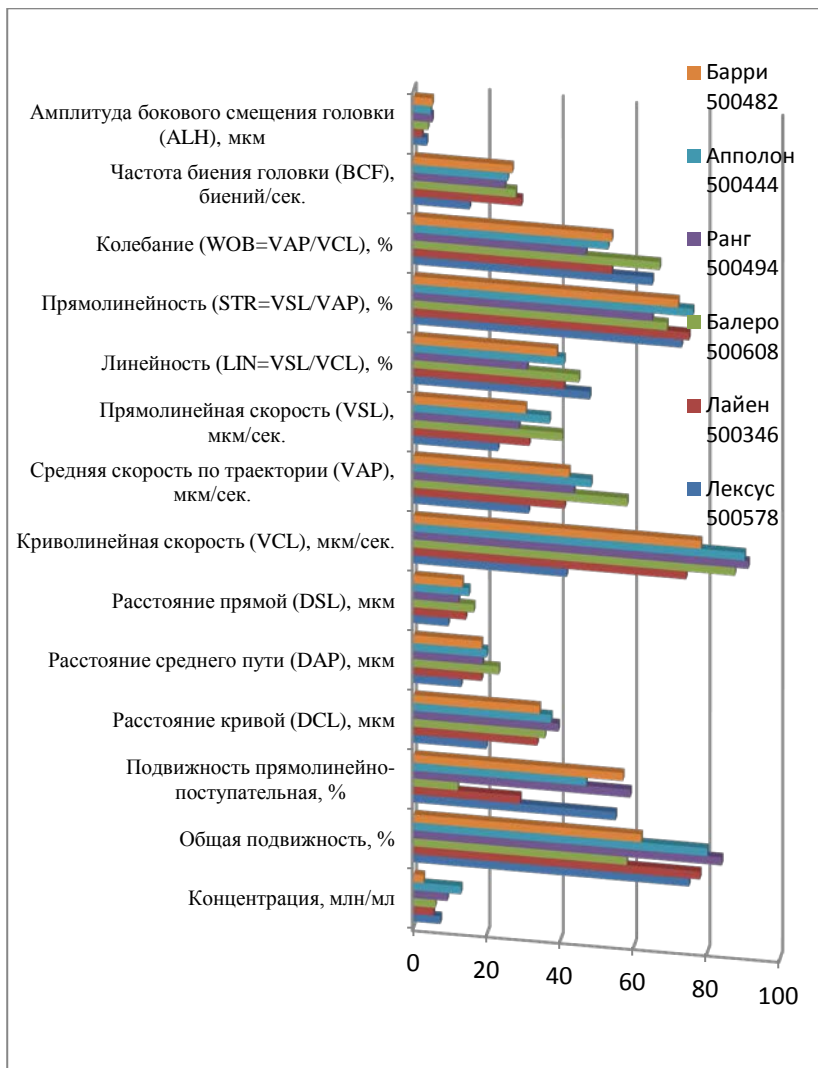


Рис. Показатели биологической полноценности спермы быков-производителей

В процессе созревания спермиев показатель общей подвижности снижался до 72,0 и 70,0 % соответственно на 2 и 3 этапе.

После завершения процесса оплодотворения этот показатель быка Ранг остался самым высоким, в отличие от остальных опытных образ-

цов, и составил 12 %. В то же время цифры подвижности спермиев быка Ранг 500494 с прямолинейно-поступательным движением были не самые лучшие (по сравнению с остальными образцами) на промежуточных этапах капацитации, однако их процент через 18 часов после оплодотворения остался самым высоким и составил 3 %. На всех этапах эксперимента во всех опытах отмечается четкая тенденция снижения общей подвижности спермиев, выраженной в процентах, а также подвижности спермиев с прямолинейно-поступательным движением. Так, за время капацитации наблюдалось снижение указанных показателей на 14,2 % и 19,0 % соответственно. Эта зависимость также связана с частичной агглютинацией головок спермиев в процессе подготовки к оплодотворению. Также, если перед оплодотворением общая подвижность спермиев быков находилась в пределах 47,0–78,0 %, подвижность спермиев с прямолинейно-поступательным движением на уровне 7,0–47,0 %, то после оплодотворения 6,0–12,0 % и 1,0–3,0 % соответственно.

Траекторию движения спермиев изучали путем измерения DCL – расстояния кривой пути, DAP – расстояния среднего пути, DSL – расстояние прямой пути. В ходе эксперимента отмечена четкая тенденция изменения данных показателей в сторону последовательного снижения от этапа к этапу. Если в начале эксперимента показатели DCL составляли 19,82–39,43 мкм, перед оплодотворением – 15,21–25,92 мкм, то после оплодотворения – 1,0–11,2 мкм. Показатели DAP выглядели аналогичным способом: 12,98–23,22 мкм; 10,1–14,81 мкм; 6,27–9,23 мкм соответственно. Показатели DSL продемонстрировали аналогичную зависимость: 9,47–16,41 мкм; 8,88–12,53 мкм; 1,21–3,33 мкм, соответственно. Таким образом, эти показатели перед оплодотворением оказались ниже, чем перед постановкой на капацитацию на 12,6 %, 5,4 и 3,2 % соответственно.

Изучение скорости движения сперматозоидов быков проводилось по следующим показателям: VCL – криволинейная скорость движения спермия, VAP – средняя скорость движения по траектории; VSL – прямолинейная скорость движения. Анализ числовых значений показал, что у быков Ранг 500494 и Апполон 500444 была самой высокой криволинейная скорость движения спермия (VCL) после процедуры флотации – 91,28 мкм/сек и 90,23 мкм/сек соответственно. После окончания процедуры капацитации у Ранга 500494 показатель остался на самом высоком уровне – 61,53 мкм/сек, а у Апполона 500444 составил 45,42 мкм/сек. Это оказалось значительно ниже, чем в остальных образцах. Необходимо отметить, что числовые значения средней скорости движения спермия по траектории (VAP) на всех этапах подготовки к оплодотворению демонстрировали устойчивое незначительное

снижение показателей в динамике от 31,36–58,15 до 26,19–6,81 мкм/сек. По истечении 18 часов после оплодотворения показатели VAP находились на достаточно приемлемом уровне в следующих пределах 17,2–19,53 мкм/сек. Следует отметить, что у быка Балеро 500608 наблюдалась самая высокая средняя скорость движения по траектории (VAP) – 58,15 мкм/сек, а также прямолинейная скорость (VSL) – 40,50 мкм/сек. VSL опытных образцов спермиев до капацитации составляла от 23,00 мкм/сек до 40,50 мкм/сек, на промежуточной стадии – от 18,75 мкм/сек до 36,37 мкм/сек, перед оплодотворением после завершения процедуры капацитации – от 22,73 мкм/сек до 29,37 мкм/сек. Завершение процесса оплодотворения вне организма позволило наблюдать снижение показателей в 2 раза при следующих значениях VSL: от 9,38 мкм/сек. до 14,14 мкм/сек.

Изучены параметры линейности (LIN), прямолинейности (STR) и колебания (WOB) в опытных образцах сперматозоидов быков. Установлено, что данные показатели на каждом последующем этапе подготовки к оплодотворению демонстрируют повышение биологической активности гамет, о чем свидетельствует повышение числовых значений. Так, перед капацитацией (LIN) составляла от 31,00 % до 48,00 %; (STR) – от 65,00 % до 76,00 %; (WOB) – от 47,00 % до 67,00 %, после гепарина – от 33,0 % до 52,0 %; от 66,0 % до 82,0 %; от 53,0 % до 68,0 %, соответственно; перед оплодотворением – от 39,0 % до 64,0 %; от 66,0 % до 88,0 %; от 59,0 % до 67, % соответственно. После окончания процедуры оплодотворения отмечено снижение показателей (LIN) в 2 раза, (STR) в 3–4 раза, (WOB) в 5–7 раз, что предсказуемо.

Анализ показателей WOB; BCF; ALH позволил установить незначительное увеличение колебания головки спермия на всех этапах капацитации во всех опытных образцах (за исключением спермы Балеро 500608 и Лексус 500578), показатели находились в пределах: до капацитации от 47,0 % до 67,0 % и после капацитации от 59,0 % до 76,0 %. Значения показателей частоты биения головки в аналогичные периоды исследований следующие: от 15,30 (биений/сек) до 29,43 (биений/сек) и от 11,43 (биений/сек) до 29,35 (биений/сек), соответственно. Амплитуда бокового смещения головки на всех этапах эксперимента существенно не отличалась и находилась в пределах значений 1,17–5,15 мкм.

Таким образом, определены показатели биологической полноценности спермы быков-производителей на разных этапах ее подготовки к оплодотворению, позволяющие в дальнейшем прогнозировать эффективность оплодотворяющей способности спермы быков вне организма.

Исследования по изучению зависимости между показателями биологической полноценности спермы на этапах подготовки и оплодотво-

ряемостью в условиях *in vitro* продолжают.

**Заключение.** В процессе подготовки спермы исследуемых быков к оплодотворению вне организма отмечалась четкая тенденция снижения в среднем общей подвижности спермиев (на 14,2 %), подвижности спермиев с прямолинейно-поступательным движением (на 19,0 %), расстояния кривой пути (на 12,6 %), расстояния среднего пути (на 5,4 %), расстояния прямой пути (на 3,2 %), криволинейной скорости (на 26,0 %), средней скорости движения по траектории (на 11,7 %); прямолинейной скорости движения (на 7,9 %) и частоты биения головки (на 5,7 %). В тоже время увеличились показатели линейности (на 9,8 %), прямолинейности (на 6,2 %) и колебания (на 10,2 %), а значения амплитуды бокового смещения головки существенно не изменились.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комлык, И. П. Биотехника размножения. Рабочая тетрадь с методическими указаниями для лабораторно-практических занятий по курсу «Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных» / И. П. Комлык, В. Ю. Сиротинина. – Петрозаводск: ПГУ, 2002 – 43 с.
2. Gray J. Подвижность сперматозоидов быка. / J. Gray // J Exp Biol. – 1958. – Vol. 35. – P. 96–108.
3. Rikmenspoel R. Фотоэлектрические и кинематографические исследования подвижности сперматозоидов быка / R. Rikmenspoel, G. van Herpen // Phys Med Biol. – 1957. – Vol.2. – P. 54–63.
4. Rothschild L. Новый метод измерения скорости сперматозоидов/ L.Rothschild // Nature. – 1953; Vol.171. – P. 512–513.
5. David G. Кинематика сперматозоидов человека. / G. David, C. Serres, P. Jouannet // Gamete Res. – 1981. – Vol. 4. – P.83–95.
6. Dott H. M. Методы измерения скорости передвижения сперматозоидов. / H. M. Dott, D. F. Katz // J Reprod Fertil. – 1975. – Vol. 45. – P. 263–272.
7. Overstreet, J. W. Простой недорогой способ объективной оценки характеристик движения сперматозоидов человека. / J. W. Overstreet [et al] // Fertil Steril. – 1979. – Vol. 31. – P. 162–172.
8. Katz D. F. Оценка подвижности сперматозоидов с помощью видеомикрографии / D. F. Katz, J. W. Overstreet // Fertil Steril. – 1981. – Vol.35. – P. 188–193.
9. Некрасов, А. А. Влияние биологической полноценности спермы быков-производителей канадской селекции на репродуктивные показатели коров отдельного стада / А. А. Некрасов, Н. А. Попов, Б. С. Иолчиев // Аграрная Россия. – 2017. – № 2. – С. 18–21.
10. Фертильность сперматозоидов и состояние хроматина: методы контроля (обзор) / В. А. Багиров [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 2. – С. 3–13.
11. Flowers W. L. Triennial Reproduction Symposium: sperm characteristics that limit success of fertilization // J. Anim. Sci. – 2013. – Vol. 91 (7). – P. 3022–3029.

## АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЧИСТОПОРОДНОГО И ПОМЕСНОГО МОЛОДНЯКА БЕЛОРУССКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ ПО МАРКЕРНЫМ ГЕНАМ: ESR, PRLR, RYR1, H-FABP

Е. А. КАПШЕВИЧ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163

(Поступила в редакцию 16.01.2021)

*Использование классических методов селекции и разведения животных способствовало увеличению количественных и качественных показателей их продуктивности на 5 %, однако негативно отразилось на адаптационной способности особей. Решением данной проблемы – разработка, апробирование и активное внедрение методов геномной селекции, позволяющих совместно с современными технологическими решениями максимально повысить эффективность свиноводства.*

*Наша работа посвящена оценке генетической структуры чистопородного молодняка белорусской мясной породы и животных новых генераций, полученных путем вводного скрещивания свиноматок белорусской мясной породы с хряками породы ландрас по маркерным генам ESR, PRLR, RYR1, H-FABP. ДНК-тестирование свиноматок белорусской мясной породы проводилось в условиях СГЦ «Заднепровский» Витебской области.*

*Выявлен полиморфизм гена ESR, представленный двумя аллелями: ESR<sup>A</sup> и ESR<sup>B</sup>. Концентрация предпочтительного аллеля ESR<sup>B</sup> составила 0,35, ESR<sup>A</sup> – 0,65.*

*Частоты встречаемости генотипов и аллелей по гену PRLR распределились следующим образом: PRLR<sup>AA</sup> – 22,5 %, PRLR<sup>AB</sup> – 55,7 %, PRLR<sup>BB</sup> – 21,8 %, PRLR<sup>A</sup> – 0,49, PRLR<sup>B</sup> – 0,51. Анализ фактического и теоретически ожидаемого распределения генотипов в популяции маток не выявил нарушения генетического равновесия. Частота встречаемости стрессустойчивого генотипа RYR1<sup>NN</sup> у свиноматок новых линий составила 75 %.*

*При изучении влияния комплекса генов RYR1 и H-FABP на показатели мясной продуктивности откормочного молодняка белорусской мясной породы установлена положительная связь с рядом признаков. Наименьший показатель толщины шпика имели животные с генотипами RYR1<sup>Nn</sup> H-FABP<sup>HH</sup>, RYR1<sup>Nn</sup> H-FABP<sup>Dd</sup>, RYR1<sup>Nn</sup> H-FABP<sup>dd</sup> – 16,5–16,8 мм, наибольшее значение – 18,4 мм у молодняка с генотипом RYR1<sup>NN</sup> H-FABP<sup>hh</sup>.*

**Ключевые слова:** свиньи, белорусская мясная порода, маркерные гены, селекционные стада, ESR, PRLR, RYR1, H-FABP.

*The use of classical methods of selection and animal breeding contributed to an increase in the quantitative and qualitative indicators of their productivity by 5 %, but had a negative impact on the adaptive capacity of individuals. The solution to this problem is the development, testing and active implementation of genomic selection methods that, together with modern technological solutions, maximize the efficiency of pig breeding.*

*Our work is devoted to the evaluation of the genetic makeup of purebred store pigs of the Belarusian meat breed and new generations of animals obtained by admixture of sows of the Belarusian meat breed and boars of the Landrace breed via the use of marker genes ESR,*

*PRLR, RYR1, H-FABP. DNA testing of sows of the Belarusian meat breed was carried out at the hybrid breeding centre "Zadneprovsky", Vitebsk region.*

*The polymorphism of the ESR gene, represented by two alleles – ESRA and ESRB, was revealed. The concentration of the preferred ESRB allele was 0.35, that of ESRA – 0.65.*

*The frequency of genotypes and alleles for the PRLR gene was distributed as follows: PRLR – 22.5 %, PRLR – 55.7 %, PRLRWW – 21.8 %, PRLR – 0.49, PRLR – 0.51. Analysis of the actual and theoretically expected distribution of genotypes in the sow population did not reveal any disturbance of the genetic equilibrium. The frequency of the stress-resistant RYR1NN genotype in sows of the new lines was at 75 %.*

*When studying the effect of the RYR1 and H-FABP gene complex on the indicators of meat productivity of fattening young animals of the Belarusian meat breed, a positive relation with a number of traits was established. The lowest index of fat thickness was found in animals with RYR1Nn H-FABPHH, RYR1Nn H-FABPDd, RYR1Nn H-FABPdd genotypes – 16.5–16.8 mm, the highest value – 18.4 mm – in young animals with RYR1NNH-FABPhh genotype.*

**Key words:** pigs, Belarusian meat breed, marker genes, breeding herds, ESR, PRLR, RYR1, H-FABP.

**Введение.** Практический и теоретический материал, накопленный в области селекционной работы в свиноводстве на сегодняшний день, свидетельствует о том, что использование классических методов селекции и разведения животных недостаточно для обеспечения высокого уровня продуктивности и качества продукции [5].

Использование традиционных методов селекции на протяжении последних десятилетий способствовало увеличению количественных и качественных показателей продуктивности животных до 5 %, но вместе с этим устойчивость их к наследственным и инфекционным заболеваниям снизилась, что негативно сказалось на адаптационной способности особей [1].

Лишь применение комплексного подхода, включающего в себя методы современной генетики, позволит обеспечить комфортные для животных условия среды и максимально повысить их производительность [2, 3]. Пристальное внимание необходимо уделять развитию, адаптации и рациональному использованию генетического потенциала хряков и свиноматок основных стад животных [8].

Признаки продуктивности животных зависят от двух типов факторов: генетических и негенетических (фенотипических). Использование традиционной селекции, базирующейся на фенотипических проявлениях признаков, часто способствует формированию неполноценного суждения о генетическом потенциале животного [7]. Выявление генов, в той или иной мере оказывающих влияние на хозяйственные признаки, т. е. селекция по генотипу направлена на анализ потенциала животного на ранних этапах развития, без учета изменчивости признаков под действием факторов внешней среды, что увеличивает результа-

тивность селекционной работы [4].

Одной из главных задач современной отечественной животноводческой науки является разработка, апробирование и активное внедрение методов геномной селекции, позволяющих, в коллаборации с современными технологическими решениями, максимально повысить эффективность свиноводства [4].

Селекционная работа с сельскохозяйственными животными в целом направлена на повышение их продуктивности. Использование ДНК-маркеров позволяет проводить оценку животных на уровне генотипа, без использования сложных математических вычислений генетического потенциала по проявлениям признака, что делает возможным оценку животных в довольно раннем возрасте вне зависимости от пола и, в свою очередь, ведет к принятию селекционных решений, сокращая затраты исследований [8].

**Основная часть.** Проведено ДНК-тестирование свиноматок белорусской мясной породы в СГЦ «Заднепровский» Витебской области по генам ESR, PRLR и RYR 1 (рис. 1).

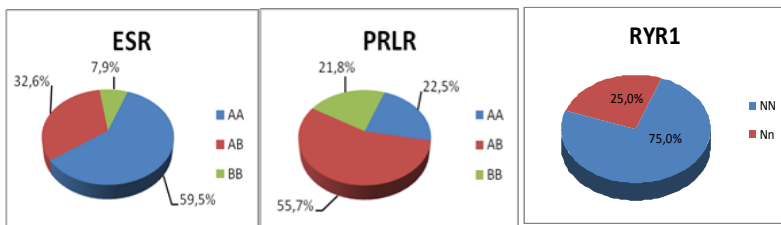


Рис. 1. Частота встречаемости генотипов генов ESR, PRLR и RYR 1

Выявлен полиморфизм гена ESR, представленный двумя аллелями: ESR<sup>A</sup> и ESR<sup>B</sup>. Идентифицированы генотипы: ESR<sup>AA</sup>, ESR<sup>AB</sup> и ESR<sup>BB</sup>. Концентрация аллеля ESR<sup>B</sup> составила 0,35, ESR<sup>A</sup> – 0,65. Большинство животных имели генотип ESR<sup>AA</sup> – 59,5%. Частоты встречаемости генотипов ESR<sup>AB</sup> и ESR<sup>BB</sup> составили 32,6 и 7,9 % соответственно.

Частоты встречаемости генотипов и аллелей по гену PRLR распределились следующим образом: PRLR<sup>AA</sup> – 22,5 %, PRLR<sup>AB</sup> – 55,7 %, PRLR<sup>BB</sup> – 21,8 %, PRLR<sup>A</sup> – 0,49, PRLR<sup>B</sup> – 0,51. Анализ фактического и теоретически ожидаемого распределения генотипов в популяции маток не выявил нарушения генетического равновесия. Частота встречаемости генотипа RYR1<sup>NN</sup> у свиноматок новых линий составила 75 %.

Проведено изучение комплексного влияния генотипов ESR и RYR1, RYR1 и H-FABP (аллельные системы H и D) на показатели



продуктивности животных. Анализ распределения частот генотипов ESR и RYR1 у свиноматок белорусской мясной породы позволил установить, что подавляющее большинство свиноматок имели генотип ESR<sup>AA</sup>RYR1<sup>NN</sup>, т. е. животные, носители аллеля ESR<sup>A</sup> и свободные от стресса (рис. 2).

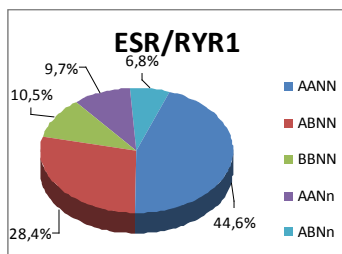


Рис. 2. Генетическая структура свиноматок белорусской мясной породы новых генераций по генам ESR и RYR1

Наилучшими показателями большинства репродуктивных признаков отличались животные генотипа ESR<sup>BB</sup>RYR1<sup>NN</sup>, более низкими – ESR<sup>AA</sup>RYR1<sup>Nn</sup> (табл. 1). Это связано с благоприятным действием аллеля ESR<sup>B</sup> и отрицательным влиянием мутантного аллеля RYR1<sup>n</sup> на воспроизводительные качества животных.

Таблица 1. Продуктивность свиноматок новых генераций белорусской мясной породы различных генотипов по генам ESR и RYR1

| Показатели                          | Генотипы  |           |           |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                     | AANN      | AANn      | ABNN      | ABNn      | BBNN      |
| Количество голов                    | 27        | 7         | 17        | 4         | 6         |
| Родилось поросят всего, гол.        | 11,8±0,2  | 10,8±0,2  | 11,4±0,3  | 11,6±0,5  | 12,0±0,5  |
| В том числе живых, гол.             | 11,2±0,3  | 10,0±0,2  | 10,9±0,3  | 11,0±0,5  | 11,4±0,3  |
| Масса гнезда при рождении, кг       | 16,8±0,2  | 14,0±0,4  | 16,4±0,5  | 15,4±0,6  | 16,0±0,3  |
| Количество поросят в 21 день, гол.  | 10,0±0,1  | 9,9±0,1   | 10,0±0,1  | 9,8±0,3   | 10,3±0,2  |
| Молочность, кг                      | 57,7±0,5  | 57,5±0,8  | 58,3±0,4  | 56,2±0,7  | 58,0±0,6  |
| Количество поросят при отъеме, гол. | 9,8±0,2   | 8,8±0,1   | 9,6±0,2   | 9,7±0,2   | 10,0±0,2  |
| Масса гнезда при отъеме, кг         | 178,2±1,4 | 170,4±2,6 | 177,6±1,8 | 178,1±4,0 | 182,3±3,5 |
| Сохранность, %                      | 87,5±1,4  | 88,0±1,4  | 88,1±1,2  | 88,2±4,2  | 87,7±2,2  |

У свиноматок генотипа ESR<sup>BB</sup>RYR1<sup>NN</sup> показатель многоплодия со-

ставил – 12,0 гол, в том числе живых – 11,4 гол. Превосходство над животными с генотипом  $ESR^{AA}RYR1^{Nn}$  по данным показателям составило 11,1 %, или 1,2 гол., и 14 %, или 1,4 гол. соответственно.

Достоверные различия установлены по многоплодию между группами свиноматок генотипа  $ESR^{AA}RYR1^{Nn}$  и  $ESR^{AA}RYR1^{NN}$ .

По массе гнезда при рождении выявлено преимущество у свиноматок генотипа  $ESR^{AB}RYR1^{NN}$  и  $ESR^{AA}RYR1^{NN}$ , которые превосходили маток  $ESR^{AA}RYR1^{Nn}$  на 17,1–20 %, или 2,4–2,8 кг.

Установлено, что свиноматки генотипа  $ESR^{BB}RYR1^{NN}$  имели наибольшее количество поросят в 21 день – 10,3 гол., при этом они превосходили по данному показателю животных с генотипами  $ESR^{AB}RYR1^{Nn}$ ,  $ESR^{AA}RYR1^{Nn}$  – на 4–5,1 %.

По молочности, массе гнезда при отъеме и сохранности поросят статистически значимых различий между сравниваемыми группами свиноматок не установлено, но наблюдалась тенденция положительно влияния аллелей  $ESR^B$  и  $RYR1^N$  на данные признаки.

Установлено, что наиболее благоприятным воздействием на репродуктивную функцию свиноматок оказывает комплексный генотип  $ESR^{BB}RYR1^{NN}$ , а наименее желательным для селекции на улучшение воспроизводительных качеств являются генотипы  $ESR^{AA}RYR1^{Nn}$ .

В результате анализа распределения частот комплексных генотипов  $RYR1$  H-FABP у животных новых генотипов белорусской мясной породы установлено, что наибольший удельный вес занимают животные с генотипами:  $RYR1^{NN}H-FABP^{HH}$ ,  $RYR1^{NN}H-FABP^{Hh}$ ,  $RYR1^{Nn}H-FABP^{HH}$ ,  $RYR1^{Nn}H-FABP^{Dd}$ , и  $RYR1^{NN}H-FABP^{dd}$ , частоты встречаемости которых составили 53,8 %, 20,5, 20,5, 43,6 и 20,5 % соответственно (рис. 3).

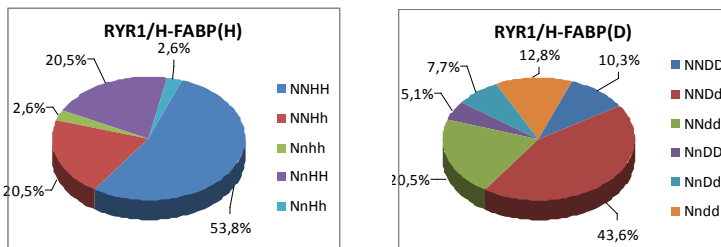


Рис. 3. Генетическая структура животных новых линий белорусской мясной породы по генам  $RYR1$  и H-FABP (аллельная система H и D)

Установлено, что наиболее часто встречающимися комбинациями генотипов H-FABP (аллельная система H и D) с мутацией в гене  $RYR1$

являются  $\text{RYR1}^{\text{NnH-FABP}^{\text{HH}}} - 20,5\%$  и  $\text{RYR1}^{\text{NnH-FABP}^{\text{dd}}} - 12,8\%$ .

Изучение комплексного влияния генов  $\text{RYR1}$  и  $\text{H-FABP}$  (аллельная система  $\text{H}$ ) на показатели откормочной продуктивности молодняка белорусской мясной породы новых линий выявило положительные ассоциации с рядом признаков (табл. 2).

Наиболее высокими показателями скорости роста характеризовались животные с комплексными генотипами  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{HH}}}$  и  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{dd}}}$ , у которых показатели возраста достижения живой массы 100 кг были выше на 4,9 и 4,8 дней в сравнении с животными генотипов  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{Hh}}}$  и  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{Dd}}}$  соответственно.

У животных с генотипом  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{Dd}}}$  установлено превосходство показателей энергии роста на 37 г в сравнении с подсвинками генотипа  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{Dd}}}$ .

Таблица 2. Показатели откормочной продуктивности молодняка белорусской мясной породы новых линий различных генотипов по генам  $\text{RYR1}$  и  $\text{H-FABP}$

| Генотип | Возраст достижения живой массы 100 кг, дней | Среднесуточный прирост, г | Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед. |
|---------|---|---------------------------|--|
| NNHH    | 180,3±1,4                                   | 787±4                     | 3,31±0,04                              |
| NNHh    | 185,2±1,8                                   | 742±6                     | 3,34±0,03                              |
| Nnhh    | 184,9±2,0                                   | 749±3                     | 3,34±0,22                              |
| NnHh    | 182,0±1,6                                   | 772±7                     | 3,33±0,02                              |
| NNDD    | 184,0±1,7                                   | 755±8                     | 3,34±0,14                              |
| NNDd    | 183,2±1,2                                   | 765±10                    | 3,33±0,07                              |
| NNdd    | 179,2±1,45                                  | 802±5                     | 3,29±0,02                              |
| NnDd    | 181,6±1,8                                   | 776±4                     | 3,32±0,01                              |

При изучении комплексного влияния генов  $\text{RYR1}$  и  $\text{H-FABP}$  (аллельные системы  $\text{H}$  и  $\text{D}$ ) на формирование признаков откормочной продуктивности установлено, что наиболее высокими показателями возраста достижения живой массы 100 кг и среднесуточного прироста отличались животные с генотипом  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{HH}}}$  и  $\text{RYR1}^{\text{NNH-FABP}^{\text{Dd}}}$  – 180,4 дней и 788 г соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Показатели откормочной продуктивности молодняка белорусской мясной породы различных генотипов по генам  $\text{RYR1}$  и  $\text{H-FABP}$

| Генотип | Возраст достижения живой массы 100 кг, дней | Среднесуточный прирост, г | Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед. |
|---------|---|---------------------------|--|
| NNHHdd  | 180,4±1,6                                   | 788±6                     | 3,31±0,06                              |
| NNHHdD  | 183,2±2,0                                   | 764±11                    | 3,33±0,09                              |
| NNHhDD  | 184,6±1,3                                   | 750±9                     | 3,34±0,02                              |
| NNHhDd  | 185,6±1,9                                   | 739±14                    | 3,35±0,10                              |
| NnHhDd  | 181,2±1,8                                   | 775±4                     | 3,32±0,08                              |

Превосходство над аналогичными показателями сверстников генотипа  $RYR1^{NN}H-FABP^{hh}$  и  $RYR1^{NN}H-FABP^{Dd}$  составило 5,2 дней, или 2,8 % и 49 г, или 6,6 %.

При изучении влияния комплекса генов  $RYR1$  и  $H-FABP$  на показатели мясной продуктивности откормочного молодняка белорусской мясной породы установлена положительная связь с рядом признаков. Наименьший показатель толщины шпика имели животные с генотипами  $RYR1^{Nn}H-FABP^{HH}$ ,  $RYR1^{Nn}H-FABP^{Dd}$ ,  $RYR1^{Nn}H-FABP^{dd}$  – 16,5–16,8 мм, наибольшее значение – 18,4 мм у молодняка с генотипом  $RYR1^{NN}H-FABP^{hh}$ , что на 1,6–1,9 мм, или 8,7–10,3 % выше (табл. 4).

Таблица 4. Мясосальные качества молодняка белорусской мясной породы новых линий различных генотипов по генам  $RYR1$  и  $H-FABP$

| Линия  | Длина туши, см | Толщина шпика, мм | Масса задней трети, кг | Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup> |
|--------|----------------|-------------------|------------------------|---|
| NNHdd  | 98,0±0,2       | 16,5±0,4          | 11,3±0,1               | 44,6±0,8                                    |
| NNHdD  | 98,4±0,3       | 16,3±0,6          | 11,0±0,1               | 42,6±0,9                                    |
| NNHhDD | 97,8±0,3       | 17,9±0,3          | 11,0±0,2               | 42,4±0,7                                    |
| NNHhDd | 98,6±0,3       | 16,8±0,3          | 11,0±0,1               | 42,6±0,3                                    |
| NnHhDd | 97,9±0,2       | 16,7±0,1          | 11,1±0,1               | 43,2±0,2                                    |

Таким образом, тонкий шпик характерен для животных, в генотипе которых присутствует рецессивный аллель.  $RYR1^n$ . Установлено, что животные с генотипами  $RYR1^{Nn}H-FABP^{HH}$ ,  $RYR1^{Nn}H-FABP^{dd}$  имели лучший показатель массы задней трети полутуши – 11,6 кг.

По комплексу генов  $RYR1$  и  $H-FABP$  с учетом трех генотипов больший показатель длины туши выявлен у животных с генотипами  $RYR1^{NN}H-FABP^{HHdD}$  и  $RYR1^{Nn}H-FABP^{HhDd}$  – 98,4–98,6 см.

Наименьшей толщиной шпика характеризовались животные генотипа  $RYR1^{NN}H-FABP^{HHdD}$  – 16,3 мм, что на 1,6 мм меньше, чем у молодняка с генотипом  $RYR1^{NN}H-FABP^{HhDD}$ . По массе задней трети порока достоверных различий между генотипами не установлено.

**Заключение.** Таким образом, в ходе исследований установлено, что частота встречаемости предпочтительных генотипов по гену  $ESR$  ( $ESR^{BB}$  и  $ESR^{AB}$ ) у животных новых генераций составила 40,5 %, по гену  $PRLR$  ( $PRLR^{AA}$  и  $PRLR^{AB}$ ) – 78,3 %, по гену  $RYR1$  ( $RYR1^{NN}$  и  $RYR1^{Nn}$ ) – 100,0 %, по гену  $H-FABP$  ( $H-FABP^{HH}$  и  $H-FABP^{dd}$ ) – 74,3 %. Анализ распределения частот комплексных генотипов  $ESR$  и  $RYR1$  позволил установить, что подавляющее большинство свиноматок имели генотип  $ESR^{AA}RYR1^{NN}$ , то есть животные, носители аллеля  $ESR^A$  и свободные от стресса  $RYR1^N$ .

Распределение частот комплексных генотипов RYR1H-FABP позволило установить, что наиболее экономичными и целесообразными по скорости роста и затратам корма на 1 кг прироста оказались животные с генотипами RYR1<sup>NN</sup>H-FABP<sup>Hh</sup> и RYR1<sup>NN</sup>H-FABP<sup>dd</sup>, у которых показатели возраста достижения живой массы 100 кг были ниже на 5,4 и 4,2 дней в сравнении с животными генотипов RYR1<sup>NN</sup>H-FABP<sup>Hh</sup> и RYR1<sup>NN</sup>H-FABP<sup>DD</sup>, а по затратам корма на 1 кг прироста ниже соответственно на 0,4 к. ед.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Епишко, Т. И. Интенсификация селекционных процессов в свиноводстве с использованием классических методов генетики и ДНК-технологии : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.01 / Т. И. Епишко. – Жодино, 2008. – 346 с.
2. Каспирович, Д. А. ДНК-маркеры показателей репродуктивных качеств свиноматок белорусской крупной белой и белорусской мясной пород / Д. А. Каспирович, О. А. Епишко, В. А. Дойлидов // Животноводство и ветеринарная медицина – 2012. – № 3(6). – С. 28–34.
3. Кунаева, Е. К. Повышение эффективности селекции свиней с использованием генов FSHB и ESR / Е. К. Кунаева // Свиноферма. – 2007. - № 10. – С. 17–19.
4. Лобан, Н. А. Геномная селекция в свиноводстве: моногр. / Н. А. Лобан, И. П. Шейко; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2013. – 274 с.
5. Лэсли, Дж. Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных / Дж. Ф. Лэсли. – Москва : Колос, 1982. – 391 с.
6. Марзанов, Н. С. RYR1-ген у свиней отечественных и зарубежных пород / Н. С. Марзанов, Д. А. Фролкин, Н. А. Зиновьева // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 1. – С. 34–36.
7. Меркурьева, Е. К. Генетика / Е. К. Меркурьева. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 446 с.
8. Приступа, Н. В. Интеграция селекционно-генетических приемов и методов при ускоренном создании специализированного заводского типа свиней для систем гибридизации : дис. ... канд с.-х. наук: 06.02.07 / Приступа Н. В. – Жодино, 2012. – 120 с.

**ЭКСТЕРЬЕРНО-КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ И ДИНАМИКА РОСТА МОЛОДНЯКА  
БЕЛОРУССКОЙ УПРЯЖНОЙ, РУССКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ  
ПОРОД В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ГРУППАХ  
ПРОДУКТИВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

**М. А. ГОРБУКОВ, Ю. И. ГЕРМАН, В. И. ЧАВЛЫТКО,  
А. Н. РУДАК, А. И. ГЕРМАН, Е. В. САДЫКОВ**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: belhorses@mail.ru*

*(Поступила в редакцию 20.01.2021)*

*В многоотраслевом фермерском хозяйстве «Василек» Дзержинского района, занимающимся, в частности, племенным и продуктивным коневодством, исследовали прижизненные показатели выраженности признаков мясной продуктивности у двухлетнего молодняка белорусской упряжной и русской тяжеловозной пород в сформированных экспериментальных группах (по 5 жеребчиков, 25 кобылок каждой из пород). Создавали группы как из завезенного, так и выращенного в хозяйстве молодняка. Установлена целесообразность использовать в селекции по мясности данные как об основных промерах лошади – высоте в холке, косой длине туловища, обхвате груди и пясти, так и дополнительных – ширине и глубине, груди, ширине крупа. С учетом указанных показателей и индексов телосложения определены специфические экстерьерно-конституциональные особенности исследованного молодняка. Установлено, что по развитию и приросту промеров двухлетние жеребчики превышают породные стандарты, что свидетельствует о их относительной скороспелости. У молодняка белорусской упряжной породы ежемесячный прирост высоты в холке составил 1,1 см, обхвата груди – 2,6 см, косой длины туловища – 1,1 см. У сверстников русской тяжеловозной породы данные показатели были недостоверно хуже. Установлено, что линейные промеры – высота в холке, косая длина туловища более интенсивно увеличивались у молодняка белорусской упряжной породы, а объемные показатели – обхват груди, ширина и глубина груди, ширина крупа – у сверстников русской тяжеловозной породы.*

*Оказалось, что показатели промеров лошадей во всех породах положительно коррелируют с их приростом. Особенно значимой была фенотипическая корреляция между высотой в холке, косой длиной туловища, глубиной груди и их приростом ( $r=0,71-0,84$ ;  $0,86-0,94$ ;  $0,57-0,67$ ). Установленную особенность можно использовать в селекционном прогнозировании, тем более, что возрастная повторяемость промеров молодняка является высокой ( $r=0,72-0,98$ ;  $r=0,67-0,98$ ).*

**Ключевые слова:** *молодняк, породы лошадей, белорусская упряжная, русская тяжеловозная, промеры, корреляция, продуктивность.*

*On the diversified farm «Vasilek», Dzerzhinsk district, which is engaged, in particular, in pedigree and productive horse breeding, the live-animal indicators of the distinct manifestation of meat productivity traits were studied in two-year-old young animals of the Belarusian*

*Harness and the Russian Heavy Draft breeds in the formed experimental groups (5 horse colts, 25 fillies of each of the breeds). The groups were set up from both imported and farmed young animals. The expediency of using data on the main measurements of the horse – height at the withers, body length from the point of the shoulder to the point of the hip, chest and pastern girth, as well as additional ones – chest width and depth, croup width – in the breeding for meat was established. With regard to these parameters and body built indices, specific exterior and constitutional features of the young animals under study were determined. It was found that the development and increase in measurements of two-year-old colts exceeded the breed standards, which is evidence of their relatively early maturation. In young animals of the Belarusian Harness breed, the monthly increase in height at the withers was 1.1 cm, in chest girth – 2.6 cm, and in body length from the point of the shoulder to the point of the hip – 1.1 cm. These parameters were worse in the herd mates of the Russian Heavy Draft breed. It was established that linear measurements – height at the withers, body length – increased more intensively in young animals of the Belarusian Harness, and volumetric indicators – chest girth, chest width and depth, and croup width – in herd mates of the Russian Heavy Draft.*

*It turned out that body measurements of horses in all breeds positively correlate with their growth. Especially significant was the phenotypic correlation between height at the withers, body length, chest depth, and their increase ( $r=0.71-0.84$ ;  $0.86-0.94$ ;  $0.57-0.67$ ). The determined feature can be used in breeding forecasting, especially since age-related repetition of measurements of young animals is high ( $r=0.72-0.98$ ;  $r=0.67-0.98$ ).*

**Key words:** young animals, horse breeds, Belarusian Harness Horse, Russian Heavy Draft, body measurements, correlation, productivity.

**Введение.** Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы определено развитие всех основных направлений коневодства на основе сохранения и использования разводимых пород лошадей. В связи с изменением роли данных животных в народном хозяйстве стало все более активно развиваться племенное, спортивное, досуговое коневодство. Продуктивное направление, в частности использование лошадей для производства мяса, не получило пока широкого распространения (национальные особенности питания населения, недостаточно высокая эффективность производства, отсутствие инициативных кадров и пр.). Вместе с тем, в связи с высокой биологической и пищевой ценностью конины необходимость производства данного продукта в нашей стране, в т. ч. и на экспорт является актуальной [1–7].

В настоящее время основной формой развития продуктивного (мясного) коневодства в Беларуси является подготовка и реализация выбракованных из производящего состава взрослых лошадей и сверхремонтного молодняка. Однако из-за отсутствия специализированной технологии выращивания, разнотипичности поставляемого на убой конепоголовья, диспаритета цен реализация лошадей для убоя оказывается невыгодной. Это не стимулирует развитие указанного направления.

Как свидетельствуют литературные данные и опыт функциониро-

вания данной отрасли в успешных сельскохозяйственных предприятиях нашей страны, перспективы мясного коневодства Беларуси связаны с необходимостью разведения лошадей специализированного типа, использования и интенсивного выращивания молодняка, удовлетворяющего стандартам, применения малозатратных схем кормления с максимальным использованием дешевых пастбищ. Всю эту работу целесообразно выполнять последовательно и системно.

Начальным ее этапом является выполнение комплекса исследований по разработке метода оценки и отбора молодняка белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород продуктивного (мясного) направления. Исследования по данной проблеме в нашей стране ранее не выполнялись, что обуславливает их актуальность и новизну.

Цель работы – определить экстерьерно-конституциональные особенности выращиваемого в экспериментальных группах молодняка белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород продуктивного типа, исследовать динамику его развития. Установить взаимосвязи между исследованными фенотипическими характеристиками жеребчиков и кобылок с показателями их развития, признаками мясной продуктивности.

**Основная часть.** Исследования выполнялись в фермерском хозяйстве «Василек» Дзержинского района Минской области, экономика которого основана на многоотраслевой организации производства, в том числе и разведения лошадей для выращивания племенного и пользовательного (продуктивного) молодняка.

Из завезенного и выращенного в хозяйстве конепоголовья было сформировано две группы молодняка по 5 жеребчиков, 25 кобылок белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород.

На основе изучения племенных документов и материалов первичного учета установлено происхождение каждой лошади, принадлежность ее к определенной породе и генеалогической структуре.

Морфометрические и экстерьерно-конституциональные особенности устанавливались путем оценки отдельных статей, определения показателей.

У каждой лошади взяты основные промеры: высота в холке, косая длина туловища, обхват груди, обхват пясти. Кроме них, для более глубокого изучения фенотипических особенностей молодняка лошадей, взяты дополнительные промеры: ширина груди, глубина груди, ширина крупа в маклаках. Вычислены следующие индексы телосложения: растянутости, широкотелости, сбитости, костистости, длинно-



ногости, грудной, тазогрудной [1].

Динамика (интенсивность) роста молодняка устанавливалась по результатам ежеквартальных взятий промеров жеребчиков и кобылок, определения индексов телосложения, абсолютной и относительной скорости роста.

На основании исследования корреляционных взаимосвязей экстерьерно-конституциональных признаков молодняка со скоростью его роста определены наиболее информативные показатели прижизненной оценки данного показателя без проведения взвешиваний лошадей на промежуточных этапах его выращивания. Материал обработан биометрически [10].

Установлено, что по всем признакам оценки жеребчики и кобылки в экспериментальных группах соответствуют породным стандартам, а по ряду показателей превышают его.

Специфическими экстерьерными особенностями жеребчиков и кобылок белорусской упряжной породы являются следующие: они имеют ярко выраженный упряжной тип, специфические для породы масти – буланая, гнедая, соловая, мышастая. Для большинства маток характерной является среднего размера, не тяжелая голова, широкие ганаши, средних размеров с невысоким выходом шея, широкая, глубокая грудь, прямая средних размеров спина, короткая поясница, широкий, хорошо обмускуленный, иногда слегка свислый круп, широко расставленные прочные конечности, хорошо развитый сухожильно связочный аппарат.

Кобылки русской тяжеловозной породы недостаточно массивней сверстников. Они имеют относительно укороченное туловище. Голова у кобыл не крупная, пропорциональная, ганаши широкие или среднего размера, холка короткая, обычно низкая, лопатка средняя по длине, относительно косо поставленная; спина чаще всего короткая, также как поясница и круп хорошо обмускуленная. Круп широкий, средний по длине или короткий, часто свислый. Русские тяжеловозы в исследованной группе не имели преимуществ по сравнению со сверстницами белорусской упряжной породы по развитию грудной клетки, они даже незначительно уступали им по этому признаку. Грудной и тазогрудной индексы у кобылок русской тяжеловозной породы были недостаточно хуже развиты, чем у сверстниц белорусской упряжной породы.

Исследована динамика развития молодняка белорусской упряжной и русской тяжеловозной пород (табл. 1).

Таблица 1. Динамика промеров кобылок белорусской упряжной и русской тяжеловозной пород в экспериментальных группах

| Показатель           | Белорусская упряжная порода, n=25 |   | Русская тяжеловозная порода, n=25 |   |
|----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
|                      | абсолютная скорость роста, см     | относительная скорость роста по группе, % | абсолютная скорость роста, см     | относительная скорость роста по группе, % |
| Высота в холке       | 3,3±0,31                          | 2,2                                       | 2,2±0,28                          | 1,4                                       |
| Косая длина туловища | 4,8±0,28                          | 3,2                                       | 3,3±0,57                          | 2,2                                       |
| Обхват груди         | 7,0±0,58                          | 3,9                                       | 7,8±0,44                          | 4,4                                       |
| Обхват пясти         | 1,0                               | 4,8                                       | 1,2±0,09                          | 5,8                                       |
| Ширина груди         | 2,2±0,28                          | 3,8                                       | 1,8±0,38                          | 4,1                                       |
| Глубина груди        | 2,2±0,15                          | 3,5                                       | 2,7±0,31                          | 4,3                                       |
| Ширина крупа         | 2,3±0,19                          | 4,6                                       | 2,3±0,31                          | 4,9                                       |

Приведенные в табл. 1 данные, характеризующие абсолютную и относительную скорости роста молодняка белорусской упряжной и русской тяжеловозной пород, достигнутых за 90-дневный учетный период, свидетельствуют о специфических для каждой из групп качествах. По белорусской упряжной породе ежемесячный прирост высоты в холке составил 1,1 см, косой длине туловища – 1,7 см, обхвату груди – 2,3 см, обхвату пясти – 0,3 см. Скорость роста молодняка русской тяжеловозной породы по отдельным промерам оказалась более низкой, чем сверстников белорусской упряжной породы. За аналогичное время высота в холке увеличилась на 0,7 см, косая длина туловища – на 1,1 см, обхват груди – на 2,6 см, обхват пясти – на 0,4 см.

Оказалось также, что прирост линейных промеров экстерьера, таких как высота в холке, косая длина туловища был более высоким у молодняка белорусской упряжной породы (3,3±0,31 см; 4,8±0,28 см), а показатели прироста обхвата груди, глубины груди были более значительными у кобылок русской тяжеловозной породы (7,8±0,44 см; 2,7±0,31 см), что видимо связано со спецификой породных и типологических характеристик лошадей.

Изменения в индексах телосложения также являются в основном положительными.

Важнейшими промерами, характеризующими выраженность мясных форм телосложения лошадей – глубина груди, ширина груди, ширина крупа, которые, однако, не используются при экспертной оценке конепоголовья.

Исследовали их взаимосвязь с признаками, которые являются обязательными в селекционной работе. Результаты исследований приве-

дены в табл. 2.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между отдельными промерами кобылок белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород в ФХ «Василек» Дзержинского района

| Промеры        | Порода    | Обхват груди | Глубина груди | Ширина груди | Ширина крупа |
|----------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Высота в холке | бел. упр. | 0,38         | 0,51          | 0,19         | 0,26         |
|                | рус. тяж. | 0,13         | 0,07          | 0,55         | -0,06        |
| Обхват груди   | бел. упр. | –            | 0,92          | 0,96         | 0,37         |
|                | рус. тяж. | –            | 0,81          | 0,58         | 0,79         |

Установлено, что у молодняка белорусской упряжной породы наиболее взаимосвязаны высота в холке с обхватом и глубиной груди; обхват груди – с глубиной, шириной груди, шириной крупа. В русской тяжеловозной породе выявлена положительная корреляция между высотой в холке и шириной груди, между обхватом груди и глубиной, шириной груди и шириной крупа.

Приведенные данные подтверждают целесообразность использовать в селекции лошадей продуктивного (мясного) направления не только традиционные промеры – высоту в холке, косую длину туловища, обхват груди и пясти, но и тесно связанных с ними параметров – ширину, глубину груди, ширину крупа, характеризующих степень выраженности мясных форм телосложения жеребцов и кобыл.

Оригинальные данные получены нами при исследовании взаимосвязи параметров отдельных статей экстерьера с их приростом (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты фенотипической корреляции между промерами кобылок белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород и их приростом

| Порода               | Коэффициенты корреляции, r      |                                      |                                |                                 |                               |                               |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                      | Высота в холке – прирост высоты | Косая длина туловища – прирост длины | Обхват груди – прирост обхвата | Глубина груди – прирост глубины | Ширина груди – прирост ширины | Ширина крупа – прирост ширины |
| Белорусская упряжная | 0,71                            | 0,86                                 | 0,55                           | 0,57                            | 0,33                          | 0,49                          |
| Русская тяжеловозная | 0,84                            | 0,94                                 | 0,50                           | 0,67                            | 0,41                          | 0,52                          |

В соответствии с приведенными в табл. 3 данными следует констатировать, что у кобылок белорусской упряжной и русской тяжеловозной пород выявлена положительная корреляция между всеми исследованными промерами и абсолютным приростом каждой стати за учетный промежуток времени.

Особенно значимой была фенотипическая корреляция между такими промерами тела, как высота в холке, косая длина туловища и приростом указанных статей (соответственно,  $r = 0,71-0,84$ ;  $r = 0,86-0,94$ ). Сходные результаты получены и по жеребчикам.

Во всех исследованных группах молодняка белорусской и русской тяжеловозной пород основные промеры, такие, как высота в холке, косая длина туловища, обхват и глубина груди, ширина крупа могут быть использованы в качестве показателей прижизненной характеристики продуктивных качеств лошадей.

Установлено, что индексы телосложения чаще всего отрицательно коррелируют с показателями прироста и развития молодняка, что не позволяет их использовать в качестве дополнительных критериев отбора молодняка по интенсивности роста.

Определили высокую возрастную повторяемость промеров исследованного молодняка ( $r = 0,67-0,98$ ). Это обусловлено, в частности, и генетическими особенностями подконтрольного конеполовья, связанными с использованием преимущественно гомогенных сочетаний родительских пар, снижающих изменчивость величины признаков.

**Заключение.** Установлено, что отобранный в ф/х «Василек» Дзержинского района для формирования экспериментальных групп продуктивного (мясного) направления молодняк белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород удовлетворяет стандартам с оценкой по происхождению, типичности не ниже 7 баллов (кобылки), не ниже 8 баллов (жеребчики). Наиболее соответствуют планируемому качеству кобылки белорусской упряжной породы. Показано также, что выделенный молодняк соответствует стандартам пород и по морфометрическим, экстерьерно-конституциональным особенностям.

Характерным для молодняка белорусской упряжной породы является наличие ярко выраженного упряжного типа с хорошо развитыми линейными показателями экстерьера. Молодняк русской тяжеловозной породы отличается сравнительной укороченностью туловища, хорошо развитыми объемными показателями груди и крупа. Показатели прироста исследованных промеров молодняка соответствуют породным стандартам или превышают их.

Выявлены корреляционные взаимосвязи между исследованными фенотипическими признаками жеребчиков и кобылок. Так, у молодняка белорусской упряжной породы наиболее взаимосвязаны высота в холке с обхватом и глубиной груди, обхват груди – с глубиной, шириной груди, шириной крупа. В русской тяжеловозной породе положи-

тельно коррелируют высота в холке и ширина крупа. Положительно также коррелируют промеры молодняка с их приростом. Это подтверждает целесообразность использования в селекции лошадей мясного направления не только традиционных промеров – высота в холке, косая длина туловища, обхват груди, но и дополнительных – ширина и глубина груди, ширина крупа, характеризующих степень выраженности мясных форм телосложения жеребцов и кобыл.

В связи с установленной положительной корреляцией между промерами молодняка и динамикой их роста предлагается использовать сравнительные данные о высоте в холке, косой длине туловища, обхвату груди, глубине и ширине груди, ширине крупа жеребчиков и кобылок в качестве дополнительного косвенного теста раннего прогнозирования скорости роста, прижизненной характеристики развития признаков мясной продуктивности лошадей белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Практическое коневодство / В. В. Калашников [и др.]. – Москва: Колос, 2000. – 376 с.
2. Барминцев, Ю. Н. Мясное и молочное коневодство / Ю. Н. Барминцев. – Москва: Сельхозиздат, 1963. – 220 с.
3. Манджиева, А. М. Выгодная отрасль животноводства / А. М. Манджиева // Коневодство и конный спорт. – 2016. – №2. – С. 23–25.
4. Абрамов, А. Ф. Мясная продуктивность и качество мяса пород лошадей, разводимых в Якутии / А. Ф. Абрамов, Р. В. Иванов, Н. Д. Алексеев. – Якутск: 2013. – 84 с.
5. Ковешников, В. С. Экономические аспекты развития коневодческой отрасли / В. С. Ковешников // Коневодство и конный спорт. – 2018. – №3. – С. 4–7.
6. Дубежинский, Е. В. Освоение малозатратных приемов создания табунов лошадей продуктивного направления / Е. В. Дубежинский // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2007. – С. 14–19.
7. Нафиков, У. Ф. Мясная продуктивность лошадей башкирской породы различных генотипов: Автореф. дисс.... канд. с.-х. наук / У. Ф. Нафиков. – Уфа, 2008. – 24 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск.: Высшая школа, 1973. – 327 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ЭМБРИОТОКСИЧНОСТИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «КУПРУМ-АКТИВ» НА ЛАБОРАТОРНОМ ОБЪЕКТЕ ДАНИО РЕРИО (*DANIO RERIO*)**

**Н. В. БАРУЛИН, А. О. ВОРОБЬЕВ, А. О. ЖАРИКОВА**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

**И. Н. ДУБИНА**

*РУП Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселского,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220063*

*(Поступила в редакцию 20.01.2021)*

*Целью работы являлась оценка эмбриотоксичности кормовой добавки «Купрум-Актив» на эмбрионы и личинки рыб. Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства в 2020 г., в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Физиология рыб». В ходе исследований тестировалась кормовая добавка «Купрум-Актив» с концентрациями 0,5 мг/л, 2,5 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л, 20 мг/л, 40 мг/л, 80 мг/л, 400 мг/л, 800 мг/л, 1000 мг/л, 5000 мг/л и 10000 мг/л. В исследованиях регистрировались параметры: выживаемость эмбрионов и личинок, поведение личинок (проплываемая дистанция, скорость проплываемой дистанции).*

*Исследования установили, что при концентрации кормовой добавки 20 мг/л и выше наблюдался остротоксический эффект, который выражался в виде 100 % смертности эмбрионов. Наименее токсичными (нетоксичными) концентрациями для эмбрионов были 0,5 мг/л, 2,5 мг/л и 5 мг/л (выживаемость 100 %). Регистрация поведения личинок опытных групп (0,5–5 мг/л) в поведенческом тесте не выявило достоверных отличий от контрольных значений. Дальнейшие наблюдения за выживаемостью личинок также не выявили достоверных отличий от контрольных значений. Концентрация «Купрум-Актив» 10 мг/л оказывает влияние на снижение выживаемости эмбрионов и личинок, а также на поведение личинок рыб.*

*Таким образом, в результате проведенных исследований установили, что кормовая добавка «Купрум-Актив» в концентрации до 5 мг/л не оказывает эмбриотоксического действия на рыб, на примере данлио рерио.*

**Ключевые слова:** *данлио рерио, эмбрионы, личинки, кормовая добавка «Купрум-Актив», поведение рыб, плавательная активность, выживаемость.*

*The aim of the work was to evaluate the embryotoxicity of the feed additive «Cuprum Active» and its effect on fish embryos and larvae. The research was carried out on the basis of the Department of Ichthyology and Fish Farming in 2020, in the student research laboratory "Fish Physiology". During the studies, the feed additive «Cuprum-Active» was tested with concentrations of 0.5 mg/l, 2.5 mg/l, 5 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 40 mg/l, 80 mg/l, 400 mg/l, 800 mg/l, 1000 mg/l, 5000 mg/l and 10000 mg/l. The following parameters were recorded in the studies: the survival rate of embryos and larvae, the behavior of larvae (swimming distance, speed*

during the swimming distance).

Studies have found that at the feed additive concentration of 20 mg/l or higher, toxic effect was acute and resulted in 100 % embryo mortality. The least toxic (non-toxic) concentrations for the embryos were 0.5 mg / l, 2.5 mg / l, and 5 mg / l (100 % survival rate). The behavior record of the larvae from the experimental groups (0.5–5 mg/l) in the behavioral test did not reveal significant differences from the control values. The "Cuprum-Active" concentration of 10 mg / l reduces survival rate of embryos and larvae, as well as has an effect on the behavior of fish larvae.

Thus, it was established that the feed additive "Cuprum-Active" in the concentration of up to 5 mg/l does not have an embryotoxic effect on fish (through the example of zebra fish).

**Key words:** zebra fish, embryos, fish larvae, feed additive «Cuprum-Active», fish behaviour, swimming activity, survival rate.

**Введение.** Медь – важный микроэлемент для животных, необходимый для роста тела, костей и шерсти, пигментации, здоровых нервных волокон и функции лейкоцитов. Однако функции и влияние этого минерала еще предстоит полностью понять, особенно при кормлении сельскохозяйственных животных, где медь используется в качестве «стимулятора роста». Исходя из понимания меди, как кормовой добавки, необходимы дальнейшие исследования основных функций и токсичности меди на организм животного. В большинстве случаев, в организм сельскохозяйственных животных (КРС, коз, овец, лошадей), медь попадает с зелеными кормами, во время выпаса их на пастбищах, которые удобрялись медью, но так же практикуется использование меди в качестве кормовых добавок [7].

Улучшение иммунитета, повышение жизнестойкости и выживаемости рыб, на начальных стадиях развития, играет одну из ведущих целей для изучения [6].

У животных медь участвует в образовании гемоглобина. Недостаток меди в тканях животного может возникать из-за дефицита элемента в кормах. Также недостаток может иметь, т.н. сложный тип, при котором рацион содержит нормальное количество меди, но другие факторы препятствуют некоторым способам усвоения его животными [7].

Однако, превышение концентраций меди, пагубно влияет на центральную нервную систему с дальнейшими осложнениями. Токсичность меди может быть острой и хронической. Овцы очень подвержены хроническому отравлению медью. Крупный рогатый скот и другие жвачные животные реже страдают от хронического воздействия меди в рационе. Животные с однокамерным желудком гораздо лучше переносят избыток меди в рационе, чем жвачные [5].

Медь играет большую роль и в аквакультуре для борьбы с водорослями и паразитами в морских и пресноводных системах, а также для повышения выживаемости и улучшения кроветворения у рыб. Однако

концентрация меди, необходимая для лечения, может быть опасна или летальна для других видов рыб и беспозвоночных. Сублетальные и токсические уровни меди повреждают жабры и другие ткани рыб, а также подавляют иммунную систему [1].

Рыбы являются удобным объектом исследований при изучении влияния различных факторов на физиологические процессы животных.

Данио рерио (*Danio rerio*) – вид лучеперых рыб семейства карповых (*Cyprinidae*) является пресноводной рыбой речных систем Азии, от Пакистана до Индии, в том числе в Юго-Восточной Азии [3].

Этот вид рыбы получил большое распространение в качестве модельного объекта в лабораторных медико-биологических исследованиях. Скорость развития эмбрионов данио зависит от температуры. Лабораторные эмбрионы и личинки рыбок данио обычно содержатся в инкубаторах в течение 7 дней после оплодотворения. В отличие от новорожденных млекопитающих личинка данио в основном поддерживается питательными веществами, полученными из желтка, который не истощается до 7 дней после оплодотворения [2].

Известно, что в развитии личинок рыб медь влияет на ключевые параметры, такие как выживаемость и активность, но медь – это тяжелый металл, превышая концентрации которого приводят к гибели организма [5].

Кормовая добавка «Купрум Актив», разработанная ООО «БИОНОРМ» (г. Витебск) используется в качестве дополнительного источника меди, при кормлении сельскохозяйственных животных и птиц, а также при изготовлении ветеринарных препаратов [2]. При кормлении рыб данная кормовая добавка еще не использовалась.

Целью работы являлось оценка эмбриотоксичности кормовой добавки «Купрум Актив» на эмбрионы и личинки рыб.

**Основная часть.** Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства в 2020 г., в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Физиология рыб» (научный руководитель лаборатории – Барулин Н. В.). В качестве объектов исследований использовали эмбрионов и личинок данио рерио дикого типа, находящиеся на стадии икринки и, впоследствии, перешедших на активное питание. Эмбрионы рыб получались от индивидуального нереста (1 самец – 1 самка). Самец и самка накануне, вечером, отсаживались в 3-литровый лоток-нерестовик (лоток, имеющий нерестовый субстрат), в котором имелась прозрачная перегородка, отделяющая самца от самки. Лоток находился на общем водоснабжении водой из



вивария. Температура воды при нересте составляла 27 °С. Утром, в 9.00, перегородка убиралась, и через 10–15 минут происходило начало естественного нереста. После извлечения эмбрионов из лотка-нерестовика (в 11.00), они промывались от загрязнений, помещались в инкубационную среду. Инкубацию эмбрионов осуществляли в 90 мм полистирольных чашках Петри, которые помещались в охлаждаемые инкубаторы с системой охлаждения и нагревания ST 5 SMART (Pol-Eko-Aragatura, Польша). Температура инкубации эмбрионов составляла 27,5 °С. Объем инкубационной среды в каждой чашке Петри составлял 40 мл. В каждую чашку Петри помещались по 30 экз. эмбрионов спустя 24 часа после оплодотворения. После размещения эмбрионов по чашкам Петри, были созданы следующие экспериментальные группы – контрольная и 12 опытных групп с разными дозировками вещества. Опытные группы имели следующие концентрации кормовой добавки «Купрум-Актив» (мг/л): группа №1 – 0,5, группа №2 – 2,5, группа №3 – 5, опытная группа №4 – 10, опытная группа №5 – 20, опытная группа №6 – 40, группа №7 – 80, группа №8 – 400, группа №9 – 800, группа №10 – 1000, группа №11 – 5000 и группа №12 – 10000 мг/л.

Для анализа поведения личинок в LDT (light dark test) тесте использовали стандартный 96 луночный планшет для ИФА-анализов с круглыми лунками, в каждую лунку которого помещали по 1 личинке даanio рерио. 96 луночный планшет размещался на платформе с инфракрасным освещением и затем накрывался затемненным боксом с поддержанием температуры. Продолжительность адаптации личинок в затемненных условиях составляла 30 минут. Затем осуществлялось последовательное включение и выключение белых светодиодов с 10 минутными интервалами. В ходе LDT теста осуществлялась запись подвижности личинок каждые 2 минуты, в течение 2 минут, при помощи камеры для микроскопа Basler, снабженной инфракрасным фильтром и ПО rylon Viewer с дальнейшим анализом траекторий движения в ПО EthoVision XT (от компании Noldus) в режиме DanioVision.

Результаты исследований установили, выживаемость в опытных группах №5 – №12 составила 0 %, то есть, концентрации 20, 40, 80, 400, 800, 1000, 5000 и 10000,0 мг/л оказались летальными для эмбрионов. В контрольной группе выживаемость эмбрионов составила 100 %, так же в опытных группах №1, №2 и №3 выживаемость составила 100 %. В опытной группе №4 выживаемость составила 50 %. Результаты выживаемости представлены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние «Купрум-Актив» на выживаемость эмбрионов данно рерио в период инкубации

| Группа     | Дозировка, мг / л | Выживаемость, % |
|------------|-------------------|-----------------|
| Контроль   | 0                 | 100             |
| Опытная 1  | 0,5               | 100             |
| Опытная 2  | 2,5               | 100             |
| Опытная 3  | 5                 | 100             |
| Опытная 4  | 10                | 50              |
| Опытная 5  | 20                | 0               |
| Опытная 6  | 40                | 0               |
| Опытная 7  | 80                | 0               |
| Опытная 8  | 400               | 0               |
| Опытная 9  | 800               | 0               |
| Опытная 10 | 1000              | 0               |
| Опытная 11 | 5000              | 0               |
| Опытная 12 | 10000             | 0               |

Исследования скорости подвижности в LDT-тесте, при выключении видимого света, показали следующие результаты максимальных средних значений: в контрольной группе –  $0,43 \pm 0,08$  мм/с,  $0,38 \pm 0,06$  мм/с,  $0,31 \pm 0,04$  мм/с,  $0,29 \pm 0,04$  мм/с,  $0,42 \pm 0,05$  мм/с,  $0,39 \pm 0,03$  мм/с; в исследуемой группе №1 (с концентрацией кормовой добавки 0,5 мг/л):  $0,82 \pm 0,07$  мм/с,  $0,71 \pm 0,05$  мм/с,  $0,60 \pm 0,05$  мм/с,  $0,41 \pm 0,06$  мм/с,  $0,48 \pm 0,05$  мм/с и  $0,60 \pm 0,05$  мм/с. Скорость подвижности свободных эмбрионов в опытной группе №1 была в среднем выше чем в контрольной группе, что можно проследить на рис. 1.

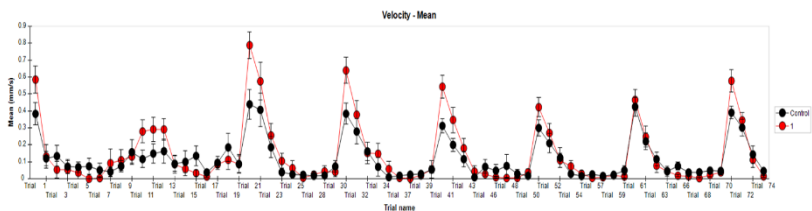


Рис. 1. Результаты влияния «Купрум-Актив» в концентрации 0,5 мг/л на скорость подвижности эмбрионов данно рерио в сравнении с контрольной группой в LDT тесте

Исследования скорости подвижности в LDT-тесте, при выключении видимого света в исследуемой группе №2 (с концентрацией кормовой добавки 2,5 мг/л), показали следующие результаты максимальных средних значений:  $0,75 \pm 0,08$  мм/с,  $0,60 \pm 0,06$  мм/с,  $0,56 \pm 0,05$  мм/с,  $0,44 \pm 0,07$  мм/с,  $0,55 \pm 0,06$  мм/с,  $0,59 \pm 0,07$  мм/с, что также было выше, чем в контрольной группе (рис. 2).

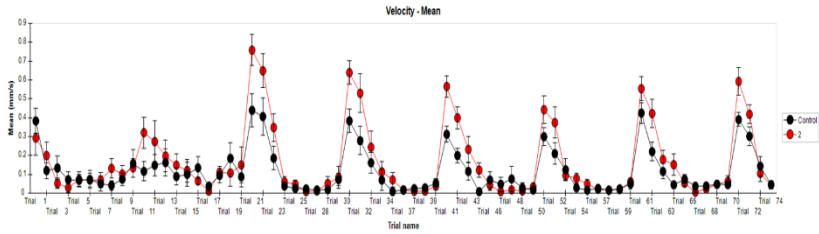


Рис. 2. Результаты влияния «Купрум-Актив», в концентрации 2,5 мг/л на скорость подвижности эмбрионов данио рерио в сравнении с контрольной группой в LDT тесте

Показатели скорости подвижности эмбрионов в опытной группе №3, с концентрацией кормовой добавки 5,0 мг/л, достоверно не отличались от опытной группы №2. Нами были установлены следующие результаты:  $0,77 \pm 0,09$  мм/с,  $0,69 \pm 0,10$  мм/с,  $0,64 \pm 0,09$  мм/с,  $0,62 \pm 0,08$  мм/с,  $0,49 \pm 0,08$  мм/с,  $0,59 \pm 0,09$  мм/с.

Исследования скорости подвижности в LDT-тесте, при выключении видимого света в исследуемой группе №4 (с концентрацией кормовой добавки 10,0 мг/л), показали следующие результаты максимальных средних значений:  $0,28 \pm 0,10$  мм/с,  $0,24 \pm 0,10$  мм/с,  $0,23 \pm 0,10$  мм/с,  $0,26 \pm 0,09$  мм/с,  $0,25 \pm 0,09$  мм/с и  $0,26 \pm 0,09$  мм/с (рис. 3).

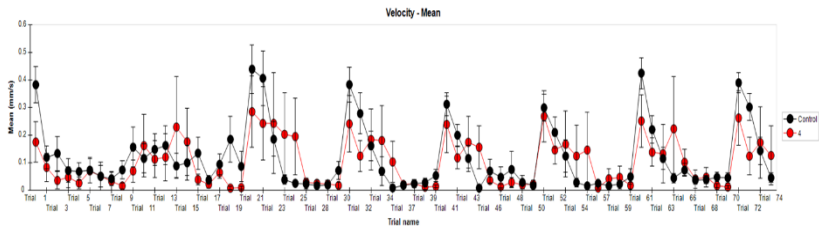


Рис. 3. Результаты влияния «Купрум-Актив», в концентрации 10,0 мг/л на скорость подвижности эмбрионов данио рерио в сравнении с контрольной группой в LDT тесте

Исходя из полученных результатов, нами были рассчитаны общие средние величины скорости подвижности в контрольной и опытных группах (при выключении видимого света): контрольная группа –  $0,16 \pm 0,009$  мм/с, группа №1 –  $0,22 \pm 0,012$  мм/с, группа №2 –  $0,24 \pm 0,012$  мм/с, группа №3 –  $0,26 \pm 0,014$  и группа №4 –  $0,15 \pm 0,015$  мм/с. При включении света: контрольная группа –  $0,05 \pm 0,006$  мм/с, группа №1 –  $0,02 \pm 0,004$  мм/с, группа №2 –  $0,04 \pm 0,005$  мм/с, группа №3 –  $0,04 \pm 0,005$  мм/с и группа №4 –  $0,02 \pm 0,003$  мм/с.

Общие средние показатели проплываемой дистанции у исследуе-

мых групп были следующими (при выключении видимого света): контрольная группа –  $19,5 \pm 1,12$  мм, группа №1 –  $26,6 \pm 1,50$  мм, группа №2 –  $30,1 \pm 1,54$  мм, группа №3 –  $31,9 \pm 1,72$  мм и группа №4 –  $18,3 \pm 1,84$  мм. При включении света: контрольная группа –  $6,22 \pm 0,76$  мм, группа №1 –  $3,34 \pm 0,52$  мм, группа №2 –  $4,93 \pm 0,71$  мм, группа №3 –  $5,16 \pm 0,69$  мм и группа №4 –  $3,44 \pm 0,46$  мм.

Дальнейшее наблюдение за исследуемыми группами установили следующие результаты выживаемости личинки (табл. 2).

Таблица 2. Влияние «Купрум-Актив» на выживаемость 7 суточных личинок данио рерио

| Группа    | Дозировка, мг / л | Выживаемость, % |
|-----------|-------------------|-----------------|
| Контроль  | 0                 | 40              |
| Опытная 1 | 0,5               | 40              |
| Опытная 2 | 2,5               | 40              |
| Опытная 3 | 5                 | 30              |
| Опытная 4 | 10                | 30              |

В дальнейшем мы осуществляли наблюдение за личинками из исследуемых групп. В результате были установлены следующие значения выживаемости 7 суточных личинок данио рерио: контрольная группа – 40 %, опытная группа №1 – 40 %, опытная группа №2 – 40 %, опытная группа №3 – 30%, опытная группа №4 – 30 %.

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования по оценке эмбриотоксичности кормовой добавки «Купрум-Актив» на личинок данио рерио установили, что концентрации кормовой добавки «Купрум-Актив» 0,5 мг/л, 2,5 мг/л, 5,0 мг/л не оказывают достоверного эмбриотоксического эффекта на эмбрионы и личинки данио рерио. Концентрация 10 мг/л оказывает влияние на снижение выживаемости эмбрионов и личинок, а также на поведение личинок. Превышенные концентрации «Купрум-Актив» более 20 мг/л, оказывает остротоксическое влияние на выживаемость эмбрионов и личинок данио рерио.

Вызывает интерес влияние «Купрум-Актив» на дальнейший рост и развитие рыб, однако это тема наших дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yanong, R. Use of Copper in Marine Aquaculture and Aquarium Systems / R. Yanong // FA164. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, 2010 – P. 1–5.

2. Порошок минеральный «Купрум Актив». [Электронный ресурс] / Качество.Бел. Продукция и услуги Республики Беларусь /. – Режим доступа: <https://xn--80aaisxqh1b.xn--90ais/produkcija/item/poroshok-mineralny-kuprum-aktiv-143823> – Дата доступа: 17.01.2021.

2. Sneddon, L. U. NIH Animal Program Director Guidelines for Zebrafish Larvae In-

cubators / L.U. Sneddon // Office of Intramural Research: Office of Animal Care and Use, 2013 – P. 1–4.

3. Dahm, R. Learning from small fry: the zebrafish as a genetic model organism for aquaculture fish species / R. Dahm, R. Geisler / *Mar Biotechnol.* – 2006. – Vol. 8(4). – 329.

4. Daiane da, S. A. Copper at low levels impairs memory of adult zebrafish (*Danio rerio*) and affects swimming performance of larvae / S. A. Daiane // *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 2016 – P. 122–130.

5. Johnson, A. The effects of copper on the morphological and functional development of zebrafish embryos / A. Johnson // *Aquatic Toxicology*, 2007 – P. 431–438.

6. Павлов, Д. С. Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов / Д. С. Павлов // *Российская академия наук. Федеральное агентство научных организаций*, 2015 – С. 11–16.

7. Copper deficiency in sheep and cattle. [Electronic resource] / Department of Primary Industries and Regional Development | Agriculture and Food / – Access mode: <https://www.agric.wa.gov.au/feeding-nutrition/copper-deficiency-sheep-and-cattle> – Date of access: 14.02.2021.

8. Плавский, В. Ю. Роль поляризации и когерентности оптического излучения во взаимодействии со сперматозоидами осетровых рыб / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Белорусский государственный университет ; под. общ. ред. М. М. Радько. – Минск : РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – Вып. 25. – С. 56–63.*

9. Барулин, Н. В. Комплекс диагностического мониторинга физиологического состояния ремонтно–маточных стад осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения / Н. В. Барулин // *Вестник Государственной полярной академии.* – 2014. – № 1 (18). – С. 19–20.

10. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов / Н. В. Барулин [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 204 с.

## **ВЛИЯНИЕ ФУЛЬВОВОЙ КИСЛОТЫ НА ЭМБРИОТОКСИЧНОСТЬ ДАНИО РЕРИО В ЭКСПЕРИМЕНТЕ IN VIVO**

**Н. В. БАРУЛИН, А. О. ЖАРИКОВА, А. О. ВОРОБЬЕВ,**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

**И. Н. ДУБИНА**

*Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220063*

*(Поступила в редакцию 20.01.2021)*

*Целью работы являлось изучение влияния различных дозировок фульвовой кислоты на модельный объект данио рерио и оценка эмбриотоксичности в эксперименте in vivo. Исследования проводились на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства в 2020 г., в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Физиология рыб». В ходе исследований было отобрано четыре опытные группы с различными концентрациями фульвовой кислоты (концентрации 0,1 % (опытная 1), 0,5 % (опытная 2), 1,0 % (опытная 3), 5,0 % (опытная 4)) и одна контрольная, в которую фульвовая кислота не добавлялась. В исследованиях регистрировались следующие параметры: выживаемость (эмбрионов в период инкубации, 7 суточных личинок, которые на стадии эмбрионов подвергались воздействию фульвовой кислоты, личинок перешедших на активное питание), средняя длина личинок, частота сердечных сокращений и активность кровотока в хвостовой вене, подвижность свободных эмбрионов в LDT тесте (общее проплываемое расстояние (мм), скорость подвижности (мм/с) свободных эмбрионов), гидрохимические параметры водной среды.*

*Проведенные исследования установили, что фульвовая кислота при внесении 60 %-го концентрата в инкубационные среды для эмбрионов модельного объекта данио рерио не оказывает эмбриотоксический эффект в дозировках 0,1–1 %. При дозировке 5 % был обнаружен эмбриотоксический эффект, который выражался в снижении выживаемости эмбрионов и личинок, а также в снижении двигательной активности свободных эмбрионов. Дозировки 0,1–0,5 % оказывают стимулирующее влияние личинок данио рерио в тесте на жизнестойкость.*

**Ключевые слова:** *данио рерио, фульвовая кислота, выживаемость, эмбриотоксичность, жизнестойкость, поведение.*

*The aim of the work was to study the effect of various dosages of fulvic acid on zebra fish used as a model and to evaluate the embryotoxicity in an in vivo experiment. The research was conducted on the basis of the Department of Ichthyology and Fish Farming in 2020, in the student research laboratory «Fish Physiology». As part of the study, four experimental groups with different concentrations of fulvic acid were selected (concentrations of 0.1 % (experimental 1), 0.5 % (experimental 2), 1.0 % (experimental 3), 5.0 % (experimental 4)) and one*

control group to which fulvic acid was not added. The following parameters were recorded in the studies: survival (of embryos during incubation, of 7 day-old larvae exposed to fulvic acid at the embryo stage and larvae during initiation of active feeding), average length of larvae, heart rate and blood flow activity in the caudal vein, mobility of free embryos in the LDT test (total swimming distance (mm), mobility rate (mm / s) of free embryos), hydrochemical parameters of the aquatic environment.

The conducted studies have established that fulvic acid, when adding 60 % concentrate to the incubation media for the embryos of zebra fish used as a model, does not have an embryotoxic effect in dosages of 0.1–1 %. At a dosage of 5%, an embryotoxic effect was found. It was represented by a decrease in the survival rate of embryos and larvae, as well as by a decrease in the motor activity of free embryos. Dosages of 0.1–0.5 % have a stimulating effect on the larvae of zebra fish in the viability test.

**Key words:** zebra fish, fulvic acid, survival rate, embryotoxicity, viability, behaviour.

**Введение.** Рыбы являются удобным объектом исследований при изучении влияния различных факторов на физиологические процессы животных [12, 13, 14].

Популярная среди аквариумистов рыба данио [1] (*Danio rerio*, англ. *zebrafish*), получившая свое название благодаря полосатой окраске, в последние годы стала эффективной моделью в генетике, молекулярной биологии, экотоксикологии [2], эмбриологии, фармакологии, нейробиологии [3], аквакультуре [4]. Впервые этим организмом, как лабораторным объектом заинтересовался в 1960-х годах американский биолог Джордж Стрейзингер. Использование данио, как модельного организма (т. е. организма, с помощью которого можно моделировать биологические процессы), имеет множество преимуществ, включая удобство генетических манипуляций, а также свойственные этим рыбам наружное оплодотворение, ускоренное развитие, высокую фертильность и маленький размер (примерно 2,5–3,0 см во взрослом состоянии). Кроме того, они недороги и весьма просты в содержании и разведении в лабораторных условиях [5].

Основные органы у данио развиваются в течение пяти дней после оплодотворения, а уже через три месяца после рождения рыба способна к репродукции – всё это указывает на высокую скорость развития организма. В то же время данио рерио живут дольше, чем мыши. Следовательно, они могут служить отличным и экономным объектом для изучения биологии [5].

Данио рерио демонстрируют высокое физиологическое сходство с человеком в таких важных системах, как метаболическая, кровяная, сердечно-сосудистая и нервная. Столь большое сходство (гомология) позволяет использовать данио для широкого спектра практических задач, например, для создания экспериментальных моделей онкогенеза, васкуляризации, а также для скрининга новых препаратов *in*

*vivo*. Нейрохимические системы человека и данио рерио также поражают своим сходством, и, несмотря на очевидные различия в организации ЦНС, данио имеет много структур, функционально и морфологически сходных со многими зонами мозга грызунов и человека [5].

Если сравнить беспозвоночных (*Drosophila*), рыб данио рерио и мышей – наиболее распространенные объекты исследования в лабораториях – данио – по различным критериям, от сходства их биологии с другими организмами до затратности опытов с ними [5].

Фульвовая кислота (*fulvic acid, FA*) – это один из двух классов натурального кислотного органического полимера, который может быть извлечен (экстрагирован) из гумуса, обнаруженного в почве, осадке или водной среде. Его название происходит от латинского *fulvus*, обозначая его желтый цвет. Это органическое вещество растворимо в сильной кислоте (pH = 1) и имеет усредненную химическую формулу  $C_{135}H_{182}O_{95}N_5S_2$  [6].

Благодаря высокой растворимости и относительно небольшой молекулярной массе фульвовые кислоты являются наиболее активным участником природных гуминовых кислот), молекула фульвовой кислоты может работать как снаружи, так внутри клетки. В её составе порядка 74 органических минералов, 18 аминокислот и 10 витаминов. Все содержащиеся в ней минералы являются мельчайшими ионами, что и позволяет им легко усваиваться [6].

Широкое применение фульвовая кислота получила в медицине благодаря своему влиянию на организм человека. Основными положительными воздействиями являются: детоксикация, антиоксидантная активность, транспорт веществ, пребиотическая функция, защита от аллергенов, помощь в борьбе с вирусами [7].

В промышленном рыбоводстве специалисты часто прибегают к добавкам к воде на основе фульвовых кислот или, к продуктам на основе гуминовых веществ из сектора кормов для животных. Такие продукты особенно привлекательны для профилактики и лечения вторичных инфекций, поскольку выбор разрешенных фармацевтических препаратов в аквакультуре очень ограничен. Отсутствие лечебных и противопаразитарных веществ создало большой спрос на экологические и естественные альтернативы в аквакультуре и рыбоводстве. Один из возможных вариантов – фульвокислоты [8].

Преимущества применения гуминовых и фульвовых кислот в аквакультуре: увеличение выклева личинок за счет профилактической обработки икры и личинок рыб; улучшение роста и использования пищи;



повышение устойчивости к болезням, увеличение жизнестойкости, особенно во время транспортировки; более быстрое заживление зараженных эктопаразитами рыб с помощью терапевтических препаратов; подавление вспышек первичной инфекции с помощью профилактических средств, подавление вторичной инфекции; детоксикация вредных металлов и химикатов в воде; лечение гуминовой кислотой в концентрации 50–90 мг/л уменьшает болезненность и смертность; воздействие гуминовой кислоты в дозе 5 мг/л на икру радужной форели в течение часа защищает от микоза (грибковая инфекция, в основном вызываемая *Saprolegnia* и *Achyla sp.*) [9].

Биологические эффекты комплексных связей гуминовой и фульвовой кислот способны эффективно интенсифицировать обменные процессы в живом организме молоди рыб, ускоряя окислительно-восстановительные процессы, улучшая газообмен в тканях, увеличивая скорость свободно-радикального окисления, относясь к кислотам низкого молекулярного веса и могут активно связывать свободные радикалы, угнетают рост патогенных бактерий в желудочно-кишечном тракте, ускоряют переваривание белка с усвоением кальция, микроэлементов, питательных веществ, имеющих свойство образования пленки из тончайших частиц гуминовой кислоты, защищая воспаленную ткань эпителия и комплекса лимфатических желез – проникая в субэпителиальную ткань и способствуя их восстановлению. Связанные гуминовыми кислотами бактерии и токсины выводятся естественным путем [10].

Несмотря на перспективно положительные характеристики фульвовой кислоты, ее использование в области кормления рыб является малоизученным. Также открытым остается вопрос о дозировании данной кислоты при ее использовании в аквакультуре.

Целью наших исследований являлась оценка эмбриотоксичности различных дозровок фульвовой кислоты в эксперименте *in vivo*.

**Основная часть.** Исследования выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства в 2020 г., в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Физиология рыб» (научный руководитель лаборатории – Барулин Н. В.). В качестве объектов исследований использовали данио рерио на стадии икры и на стадии свободного эмбриона, а также личинки перешедшие на активное питание. В эксперименте использовали 60 % концентрат фульвовой кислоты. Инкубацию эмбрионов осуществляли в 90 мм полистирольных чашках Петри. Температура инкубации эмбрионов составляла 27,5 °С. Объем инкубационной среды в каждой чашке Петри составлял 40 мл. В каждую

чашку Петри помещались по 30 экз. эмбрионов спустя 24 часа после оплодотворения. Дополнительно в инкубационные среды опытных групп перед началом инкубации вносился концентрат фульвово́й кислоты в дозировках, обеспечивающих концентрацию 0,1 % (опытная группа 1); 0,5 % (опытная группа 2); 1,0 % (опытная группа 3); 5,0 % (опытная группа 4) от исходного 60-го % концентрата фульвово́й кислоты. В контрольную группу фульвовая кислота не вносилась. Каждая опытная и контрольная группа имела дополнительно 2 дубликата. После внесения фульвово́й кислоты в опытные группы, ежедневно регистрировали выживаемость эмбрионов. После перехода эмбрионов из стадии икры, в стадию свободного эмбриона, осуществляли регистрацию частоты сердечных сокращений и активность кровотока в хвостовой вене при помощи биологического микроскопа и камеры для микроскопа Basler acA2040-55uc. Захват изображений осуществляли при помощи ПО pylonViewer, с дальнейшим обработкой видео на специализированном ПО DanioScope (Noldus). После перехода свободных эмбрионов на плав, осуществляли тестирование подвижности эмбрионов в LDT тесте (light dark test) в 96 луночном планшете с круглыми лунками. Запись подвижности эмбрионов осуществляли при помощи камеры Basler, снабженной инфракрасным фильтром и ПО pylon Viewer с дальнейшим анализом траекторий движения в ПО EthoVision XT (Noldus) в режиме DanioVision. Для статистической обработки использовали программу R с пакетами RCommander и др. [11]. В дальнейшем осуществляли контроль выживаемости и размерных показателей у личинок, перешедших на активное питание в обычных условиях, и в условиях теста на жизнестойкость (в условиях отсутствия аэрации, подмены воды, высоких концентрациях аммония, аммиака, нитритов, нитратов).

В результате проведенных исследований было установлено, что различные дозировки фульвово́й кислоты способны оказывать как отрицательный, так и положительный эффект на эмбрионы и личинки данио рерио в условия *in vivo*. Так, выживаемость в период инкубации эмбрионов в контрольной и в опытных группах 1–3 составила 100 %. В опытной группе 4 выживаемость эмбрионов составила 40 %. Исследования ЧСС и активности кровотока в хвостовой вене не выявили достоверных различий между исследуемыми группами (контроль, опытные группы 1–3). Исследования ЧСС и активности кровотока в хвостовой вене в опытной группе 4 не осуществлялись по причине задержки их эмбрионального развития.

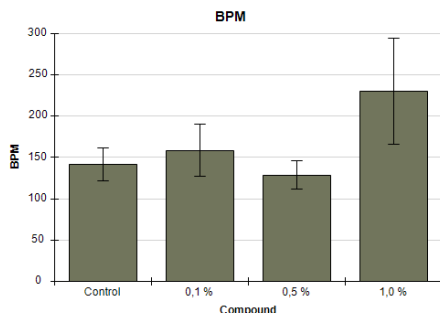
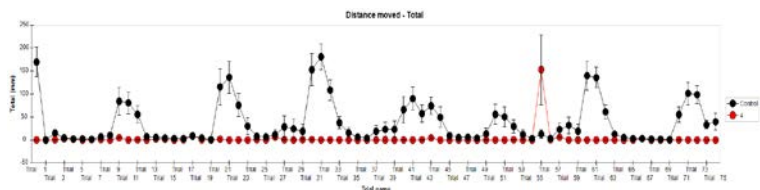


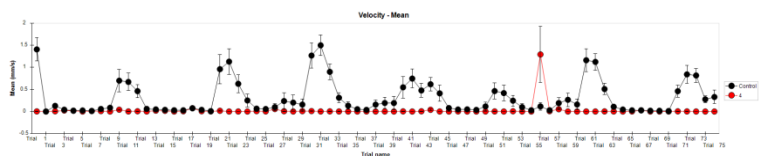
Рис. 1. Влияние фульвовой кислоты на частоту сердечных сокращений свободных эмбрионов данио рерио

Как видно из рис. 1, в опытной группе 3 происходило увеличение ЧСС. Однако статистический анализ не выявил достоверных различий.

Исследования подвижности свободных эмбрионов в LTD тесте установили достоверное снижение общего проплываемого расстояния и средней скорости подвижности в опытной группе 4 (рис. 2). В остальных группах не было установлено достоверных различий по отношению к контрольной группе.



а



б

Рис. 2. Влияние фульвовой кислоты на общее проплываемое расстояние (мм) (а) и скорость подвижности (мм/с) (б) свободных эмбрионов в LTD тесте (сравнение контрольной группы с опытной группой 4)

Как видно из рис. 2, свободные эмбрионы в контрольной группе хорошо реагировали на изменение светового режима. При выключении видимого света подвижность свободных личинок заметно активизировалась, что выражалось в колоколообразных кривых на графике

(trial 11 – 15; 21 – 25; 31 – 35; 41 – 45; 51 – 55; 61 – 65; 71 – 75), в отличие от опытной группы 4, свободные эмбрионы которой практически не реагировали на выключение видимого света.

Средняя скорость подвижности за весь период LTD теста при свете составила  $0,092 \pm 0,016$  мм/с в контрольной группе и  $0,052 \pm 0,026$  мм/с в опытной группе 4. Средняя скорость подвижности за весь период LTD теста в темноте составила  $0,458 \pm 0,029$  мм/с в контрольной группе и  $0,005 \pm 0,001$  мм/с в опытной группе 4 (рис. 3).

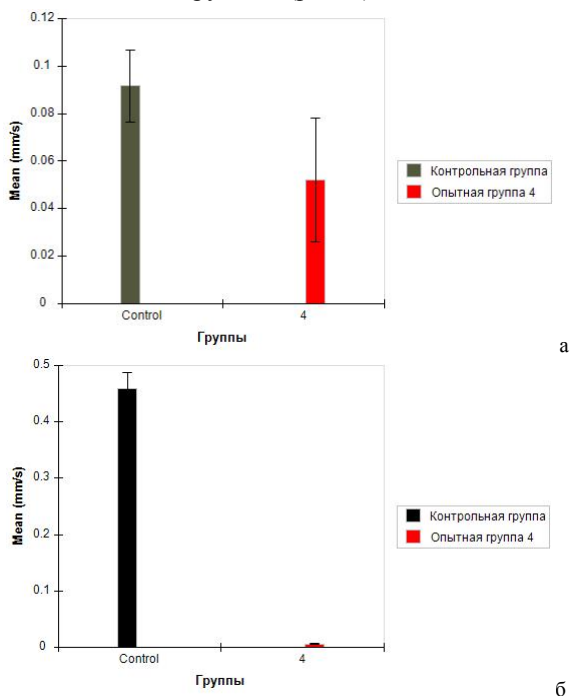


Рис. 3. Влияние фульвово́й кислоты на среднюю скорость подвижности (мм/с) при свете (а) и темноте (б) в LTD тесте (за весь период эксперимента)

Дальнейшие наблюдения за личинками, перешедшими на активное питание установили, что в опытной группе 4 происходило достоверное снижение выживаемости по отношению к контрольной группе, которое составило 30 % (75 % в контрольной группе). При этом в опытных группах 1 и 2 происходило достоверное повышение выживаемости, относительно контрольной группы – 90 и 85 %, соответственно

(табл. 1).

Таблица 1. **Выживаемость 7 суточных личинок данно рерио, которые на стадии эмбрионов подвергались воздействию фульвовой кислоты**

| Группа    | Дозировка, % | Выживаемость, % |
|-----------|--------------|-----------------|
| Контроль  | 0            | 75              |
| Опытная 1 | 0,1          | 90              |
| Опытная 2 | 0,5          | 85              |
| Опытная 3 | 1,0          | 75              |
| Опытная 4 | 5,0          | 30              |

Достоверных отличий между исследуемыми группами по средней длине обнаружено не было.

С целью исследования влияния фульвовой кислоты на жизнестойкость личинок, перешедших на активное питание в условиях отсутствия аэрации, подмены воды и высоких концентрациях азотных веществ (по причине использования сухих кормов), нами были сформированы исследуемые группы: контрольная, опытная 1 (внесение в воду 0,05 % фульвовой кислоты), опытная 2 (внесение в воду 0,1 % фульвовой кислоты), опытная 3 (внесение в воду 0,5 % фульвовой кислоты). В тесте на жизнестойкость, в опытных группах с дозировками внесения концентрата фульвовой кислоты 0,1 и 0,5 %, были продемонстрированы наибольшие показатели выживаемости личинок – 50 и 55 %, соответственно (достоверной разницы между этим группами обнаружено не было), тогда как в контрольной группе, а также в опытной группе с дозировкой концентрата 0,05 %, наблюдалась 100 % смертность личинок. В опытных группах в которых выжили личинки, достоверной разницы по средней длине не наблюдалось (табл. 2).

Таблица 2. **Средняя длина личинок данно рерио, перешедших на активное питание в конце теста на жизнестойкость (в условиях отсутствия аэрации, подмены воды, высоких концентрациях аммония, аммиака, нитритов) под влиянием фульвовой кислоты**

| Группа   | Mean±SE, мг | SD   | CV, % |
|----------|-------------|------|-------|
| Группа 2 | 4,52±0,26   | 0,52 | 0,11  |
| Группа 3 | 4,59±0,42   | 1,11 | 0,24  |

Примечание: Mean – среднее значение длины, SE – стандартная ошибка среднего, SD – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации, %.

Такие результаты жизнестойкости под влиянием фульвовой кислоты можно объяснить ее потенциальными токсикорезистентными свойствами. Кроме того, повышение жизнестойкости опытных групп 2 и 3 в условиях высокой концентрации азотных веществ относительно контрольной группы и опытной группы 1 (0,05 %) можно объяснить тем, что под влиянием фульвовой кислоты происходило снижение рН, что

снижало долю  $\text{NH}_3$  в соединении  $\text{NH}_3\text{--NH}_4$ .

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования установили, что фульвовая кислота при внесении 60 %-го концентрата в инкубационные среды для эмбрионов модельного объекта данио рерио не оказывает эмбриотоксического эффекта в дозировках 0,1–1 %. При дозировке 5 % нами был обнаружен эмбриотоксический эффект, который выражался в снижении выживаемости эмбрионов и личинок, а также в снижении двигательной активности свободных эмбрионов. Дозировки 0,1–0,5 % оказывают стимулирующее влияние на личинок данио рерио в тесте на жизнестойкость. Мы полагаем, что такой эффект можно объяснить тем, что при добавлении фульвовой кислоты в воду происходило снижения токсичности азотных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nusslein-Volhard, C. The zebrafish issue of Development / C. Nusslein-Volhard. – Development. – 2012. – Vol. 139 (22). – P. 4099–4103.
2. Bioavailability of a natural lead-contaminated invertebrate diet to zebrafish / D. Boyle [et al.] – Environ Toxicol Chem. – 2010. – Vol. 29 (3). – P. 708–714.
3. Arrenberg, A. B. Integrating anatomy and function for zebrafish circuit analysis / A. B. Arrenberg, W. Driever // Front Neural Circuits. – 2013. – Vol. 7. – P. 74.
4. Learning from small fry: the zebrafish as a genetic model organism for aquaculture fish species / R. Dahm, R. Geisler / Mar Biotechnol. – 2006. – Vol. 8 (4). – 329–345.
5. Троицкий вариант – Наука [Электронный ресурс] / Зебраданию потеснили мышшей и дрозофил в биомедицине. – Режим доступа: <https://trv-science.ru/2018/02/zebradanio-v-biomedicine/> – Дата доступа: 13.02.2021.
6. Britannica [Electronic resource]: Fulvic acid chemical compound. – Mode of access: <https://www.britannica.com/science/fulvic-acid>. – Date of access: 18.01.2021.
7. Арт Лайф [Электронный ресурс] / Чем полезна фульвовая кислота для человека. – Режим доступа: <https://www.artlife.ru/blog/zdorove/chem-polezna-fulvovaya-kislota-dlya-cheloveka?> – Дата доступа: 18.01.2021.
8. German technology. Humic substances based products [Electronic resource]: What fulvic acids do for your aquarium. – Mode of access: <https://www.humintech.com/livestock-breeding/blog/what-fulvic-acids-do-for-your-aquarium>. – Date of access: 20.01.2021.
9. Humic Substances (review series). Part 1: Dissolved humic substances (HS) in aquaculture and ornamental fish breeding / T. Meinelt [et al.] // EnvSci Pollut. – Res. 15 (1). – P. 17–22.
10. Попов, В. И. Биологическая активность и биохимия гуминовых веществ. Часть 2. Медико-биологический аспект (обзор литературы) / В. И. Попов, В. Н. Зеленков, Т. В. Тепляков // Вестник Российской академии естественных наук. – 2016. – 16 (5). – 9–15.
11. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. – 2017. – URL <https://www.R-project.org>.
12. Плавский, В. Ю. Роль поляризации и когерентности оптического излучения во взаимодействии со сперматозоидами осетровых рыб / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Белорусский государственный университет; под. общ.

ред. М. М. Радько. – Минск : РУП «Институт рыбного хозяйства», 2009. – Вып. 25. – С. 56–63.

13. Барулин, Н. В. Комплекс диагностического мониторинга физиологического состояния ремонтно-маточных стад осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения / Н. В. Барулин // Вестник Государственной полярной академии. – 2014. – № 1 (18). – С. 19–20.

14. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов / Н. В. Барулин [и др.]. – Горки : БГСХА, 2016. – 204 с.

УДК: 575:636.2

## ANALYSIS OF BETA-CASEIN GENE (CSN2) IN POPULATIONS OF GRAY UKRAINIAN BREED OF CATTLE

N. B. МОКНАЧОВА

### АНАЛИЗ ГЕНА БЕТА-КАЗЕИНА (CSN2) В ПОПУЛЯЦИЯХ СЕРОЙ УКРАИНСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Н. Б. МОХНАЧЕВА

*Institute of Animal Breeding and Genetics Zubitsia M. V. (Chubynske, Ukraine)  
e-mail: nm82@i.ua, natalia.mokhnachova82@gmail.com*

*(Поступила в редакцию 21.01.2021)*

*Ukrainian gray breed of cattle is one of the oldest resident breeds of cattle in Ukraine. Advances of modern molecular genetics make it possible to identify genes that control economically useful features, including milk productivity. One of the genes in milk proteins is beta-casein (CSN2), which has a direct effect on the quality of milk, in particular on the synthesis of  $\beta$ -casein in milk. The most common variants of  $\beta$ -casein in dairy breeds of cattle are A1 and A2. Option CSN2<sup>A1</sup> causes serious abnormalities in the human body, namely a number of pathological disorders of the intestine, coronary heart disease, diabetes, autism in case of children. Analysis of scientific publications shows that the beta-casein gene (CSN2) has not been studied in aboriginal breeds of cattle in Ukraine, which are carriers of specific gene complexes and rare alleles. We conducted molecular genetic studies of polymorphism at the locus of the beta-casein gene in populations of aboriginal gray Ukrainian breed from the main breeders of this breed in Ukraine.*

*Genomic DNA taken from the whole blood of 66 buffaloes was amplified using primers that are based on the basis of sequence of gene CSN2 of cattle. Amplified fragment of CSN2 with the length 121 bp was treated with DdeI restriction enzyme. All three genotypes were detected in the analyzed populations: homozygous CSN2<sup>A2A2</sup>, CSN2<sup>A1A1</sup> and heterozygous CSN2<sup>A1A2</sup>. The analysis of the results showed that the cows of the SE DG "Markevo" are dominated by carriers of the heterozygous genotype CSN2<sup>A1A2</sup> (94.2 %), the genotype CSN2<sup>A2A2</sup> was absent. The results of genotyping of SE Polyvanivka revealed that 20 % of animals are carriers of the CSN2<sup>A2A2</sup> genotype, which give A2 beta-casein milk. The CSN2<sup>A1A2</sup> genotype predominated in 53 % of cows. In general, the analyzed breed shows a fairly high level of the "desired" allele A2 - 0.471 (SE EF «Markeyvo») and 0.465 (SE «Polyvanivka»), the splitting of which does not produce  $\beta$ -casoformin 7 (BSM7).*

**Key words:** *Ukrainian gray breed, cows, PCR-RFLP, polymorphism, gene, A2-milk, allele, genotype.*

*Серая украинская порода крупного рогатого скота – одна из старейших аборигенных пород крупного рогатого скота Украины. Достижения современной молекулярной генетики позволяют идентифицировать гены, контролирующие хозяйственно-полезные свойства, в том числе молочную продуктивность. Одним из генов молочных белков*



является бета-казеин (CSN2), который оказывает прямое влияние на качество молока, в частности, на синтез  $\beta$ -казеина в молоке. Наиболее распространенными вариантами  $\beta$ -казеина у молочных пород крупного рогатого скота являются A1 и A2. Вариант CSN2A1 вызывает серьезные отклонения в организме человека, а именно ряд патологических нарушений кишечника, ишемическую болезнь сердца, диабет, аутизм у детей. Анализ научных публикаций показывает, что ген бета-казеина (CSN2) не изучался у аборигенных пород крупного рогатого скота в Украине, которые являются носителями специфических генных комплексов и наиболее редких аллелей. Нами проведены молекулярно-генетические исследования полиморфизма в локусе гена бета-казеина в популяциях аборигенной серой украинской породы от основных репродукторов этой породы в Украине.

Геномная ДНК, взятая из цельной крови 66 буйволов, была амплифицирована с использованием праймеров, основанных на последовательности гена CSN2 крупного рогатого скота. Амплифицированный фрагмент CSN2 длиной 121 п.н. обрабатывали рестриктазой DdeI. В анализируемых популяциях выявлены все три генотипа: CSN2<sup>A2A2</sup>, гомозиготный CSN2<sup>A1A1</sup> и гетерозиготный CSN2<sup>A1A2</sup>. Анализ результатов показал, что среди коров ГП ЭХ «Маркеево» преобладают носители гетерозиготного генотипа CSN2<sup>A1A2</sup> (94,2 %), генотип CSN2<sup>A2A2</sup> отсутствовал. По результатам генотипирования ГП «Поливановка» установлено, что 20 % животных являются носителями генотипа CSN2<sup>A2A2</sup>, которые дают молоко с бета-казеином A2. Генотип CSN2<sup>A1A2</sup> преобладал у 53 % коров. В целом анализируемая порода показывает достаточно высокий уровень «желаемого» аллеля A2 – 0,471 (ГП ЭХ «Маркеево») и 0,465 (ГП «Поливановка»), при расщеплении которого не образуется  $\beta$ -казоформин 7 (BCM7).

**Ключевые слова:** украинская серая порода, коровы, ПЦР-ПЦРФ, полиморфизм, ген, A2-молоко, аллель, генотип.

## **Introduction.**

Ukrainian gray breed of cattle is one of the oldest resident breeds of cattle in Ukraine characterized by extremely valuable economic and biological qualities: high resistance to diseases and extreme environmental factors, unpretentious to the keeping and feeding conditions, strength of the constitution, the long term of productive use, high fat and protein content in milk, high fattening and meat signs, high meat quality. This is a natural domestic gene pool object that is on the edge of extinction, which has been assigned the status of the first category of protection (Pic.1).



Fig. 1. Ukrainian gray breed of cattle

Breed preservation is impossible without integrated systems of inspection, estimation and forecast of changes in the state of the genetic structure of the populations. The greatest attention deserves the genetic variability, which is ensured by the diversity of genes associated with the formation of economic-useful features.

Advances of modern molecular genetics make it possible to identify genes that control economically useful features, including milk productivity. One of the potential markers of milk productivity are milk protein genes: kappa-casein gene (*CSN3*), beta-lactoglobulin gene (*βLG*), beta-casein (*CSN2*). Analysis of scientific publications shows that the beta-casein gene (*CSN2*) has not been studied in aboriginal breeds of cattle in Ukraine, which are carriers of specific gene complexes and rarest alleles [1, 2].

Milk proteins casein are the predominant components of milk of cattle. Their part in the total amount of milk proteins is over 75 %. In fresh milk, casein is associated with calcium and is represented by a micellar form, which is destroyed during milk processing. There are four types of casein:  $\alpha S1$ ,  $\alpha S2$ ,  $\beta$  and  $\kappa$ . Their coding genes are located on chromosome 6 and are grouped into a *CN* cluster [3].

The *CSN2* gene is responsible for the synthesis of  $\beta$ -casein in milk, made up of 209 amino acids and accounting for 25–35 % of total milk protein [4, 5, 6, 7]. *CSN2* has 13 genetic variants: *A1*, *A2*, *A3*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *H1*, *H2*, *I*, *G*, *A4*, which differ by structures. The most common variants of  $\beta$ -casein among dairy breeds of cattle are *A1* and *A2*.

It is believed that initially all domesticated cows produced milk that contained only A2  $\beta$ -casein. However, probably due to a point mutation, 5000–10000 years ago in European herds *Bos. Taurus* codon of CAT, which encodes histin, was formed by changing the nucleotide base in the CST codon, which encodes Proline, at the 67th position of  $\beta$ -casein [7, 8, 9]. Thus, European cows have got one of the  $\beta$ -casein variants, variant A1 [10].

The high frequency of variant A1 is usually found in purebred breeds or crossed breeds of European origin [11]. The frequency of the *CSN2*<sup>A1</sup> allele in black-spotted cows is higher than in brown. Asian and African cattle do not have A1 beta-casein at all [12]. Animals of Holstein, Holstein-Friesian, Jersey breeds usually produce A1-milk [13]. One of the reasons for the high prevalence of the mutant A1 allele among cattle breeds is high milk yield, so all commercial cattle breeds are affected by the *CSN2*<sup>A1</sup> mutation. The main source of the mutant A1 allele is carrier bulls, although cows are also suppliers of the A1 allele, but to a lesser extent [14, 15].

A2-milk is milk obtained from cows carrying the *CSN2*<sup>A2A2</sup> genotype  $\beta$ -casein (beta-casein, *CSN2*). The *CSN2* gene has two common alleles: A1 and A2, so any cow can have a beta-casein genotype: *CSN2*<sup>A1A1</sup>, *CSN2*<sup>A1A2</sup> and *CSN2*<sup>A2A2</sup> [16]. Protein A1 is increasingly called the main cause of intolerance to dairy products [17]. When the enzymes of the gastrointestinal tract split milk containing A1  $\beta$ -casein (obtained from cows with genotypes *CSN2*<sup>A1A1</sup> and *CSN2*<sup>A1A2</sup>), the opioid peptide  $\beta$ -casomorphin 7 (BCM7) is formed in a much larger amount of milk than milk with A2  $\beta$ -casein (from cows *CSN2*<sup>A2A2</sup>). It is with the effect of BCM7 on the human body, various chronic inflammatory reactions are associated: allergies, skin manifestations, mucin secretion [18]. A1  $\beta$ -casein can also cause type 1 diabetes, coronary heart disease and autism [19], while variant A2 lowers cholesterol and reduces the risk of inflammatory reactions in the gut [20].

In the present study, the PCR-RFLP technique was used to detect the genetic polymorphism of the *CSN2* (beta-casein) gene which associated with milk trait in populations of Ukrainian gray breed of cattle.

**Materials and methods of research.** There were analyzed blood samples (n = 173) from cows of gray Ukrainian breed from the farms of State enterprise experimental farm «Markeyevo» «Institute of Animal steppe regions named after M.F. Ivanov» Askania Nova «National Science Selection and Genetics center vivchars» (133 goals) and State enterprise experimental farm «Polyvaniivka» Institute of Agriculture steppe zone Academy of Agricultural Sciences Ukraine (40 heads). Molecular genetic research was conducted on the basis of the laboratory of genetics of the Institute of Breeding and Genetics of Animals named after M.V. Zubtsia of NAAS. Blood for DNA isolation was taken from the jugular vein in a volume of 5 ml in vacu-

um tubes with dry EDTA. Isolation of DNA from whole blood was performed using a standard commercial set «DNA-sorb-B» (manufactured by AmpliSens, Russia).

The polymorphism of the CSN2 gene was investigated by PCR-RFLP [21], using the method of Mc Lachlan (2006) [22]. The following primers were used for amplification:

5'- CCTTCTTTCCAGGATGAACTCCAG-3`;

5'- GAGTACGAGGAGGGATGTTTTGTGGGAGGCTCT-3`.

The PCR mixture consisted of: 2 µl of DNA polymerase buffer, 1 µl of a mixture of three phosphates, 1 µl of the appropriate primer, 0.2 µl of DNA polymerase ("Fermentas" Lithuania). Genomic DNA was added in an amount of 2 µl. The total volume of the DNA mixture was adjusted with H<sub>2</sub>O to 10 µl. Amplification of total DNA with primers was performed on a programmed four-channel thermocycle «Tertsyk» according to the following program: 95 °C, 5 minutes – 30 cycles: 95 °C for 10 seconds, 58 °C for 30 seconds, 72 °C for 30 seconds. The last step is 72 °C for 5 minutes. The PCR reaction products were electrophoresed on 2 % agarose gel stained with ethidium bromide to test the amplification success.

The 121 bp PCR product was treated with *DdeI* restriction enzyme according to the scheme: H<sub>2</sub>O – 3.5 µl, enzyme buffer – 1.0 µl, restriction enzyme – 0.5 µl and 10 µl of amplification per 15 µl of the working mixture. The reaction mixture was incubated at 37 °C in thermostat. After restriction digestion, visualization of the results was performed by electrophoretic distribution of DNA fragments in 3 % agarose gel with ethidium bromide in 1xTBE buffer [23] at 180 V for 15 minutes, followed by detection using a transilluminator TUV-1 in ultraviolet light 312 nm.

The size of the products obtained in PCR or as a result of restriction were detected using molecular weight markers: O'GeneRuler Ultra Low Range DNA Ladder, Ready-to-Use, «Thermo Scientific». Detection of the results was performed by photographing the gels with a digital camera.

Statistical analysis was performed using the software package Statistica 6.0 and Excel (Microsoft Office 2007).

**Research results.** The amplification obtained by us was analyzed by restriction analysis. After the split of the obtained amplification by the appropriate restriction endonuclease, in the presence or absence of restriction sites, the presence of two alleles A1 and A2 and three genotypes were detected: *CSN2*<sup>A1A1</sup> – 121 bp, *CSN2*<sup>A1A2</sup> – 121, 86 and 35 bp. and *CSN2*<sup>A2A2</sup> genotype – 86 and 35 bp. Figure 1 shows an example of an electrophoregram obtained by determining the genotypes of animals at the studied locus.

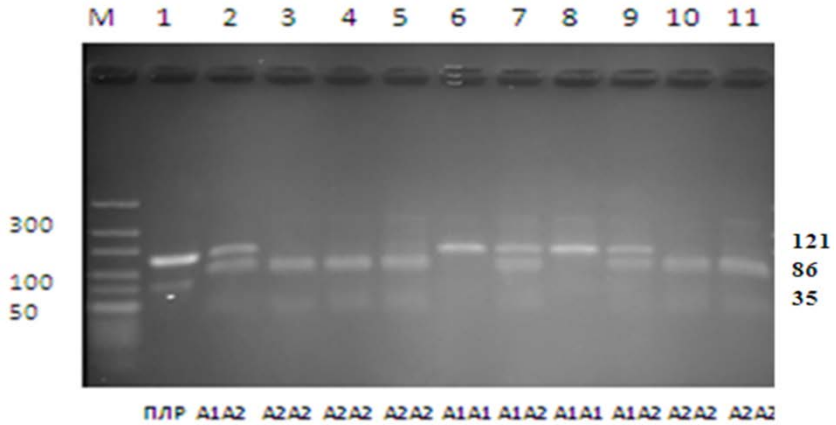


Fig. 1. Electrophoretic analysis of restriction products in the determination of genotypes by CSN2: M – molecular weight marker; the genotypes of the samples are shown in the photo

Analysis of the obtained results of allele frequencies and genotypes of the beta-casein gene in cows of SE EF «Markeyevo» ITSR. M.F. Ivanov NAAS «Askania-Nova» – showed (Table 1) that among cows dominated by carriers of the heterozygous genotype  $CSN2^{A1A2}$  (94.2 %) and only 8 animals were homozygous for the A1 allele (5.8 %).

Table 1. Frequency of alleles and genotypes by the locus of the beta-casein gene among animals of the gray Ukrainian breed of cattle of SE RF « Markeyevo» (133 goals)

| n   | Генотип | Частота генотипів | Частота алелів |       | $H_0$ | $H_e$ | $\chi^2$ | $F_{is}$   |
|-----|---------|-------------------|----------------|-------|-------|-------|----------|------------|
|     |         |                   | A1             | A2    |       |       |          |            |
| 133 | A1A1    | 0,058             | 0,529          | 0,471 | 0,942 | 0,498 | 0,4      | –<br>0,890 |
|     | A1A2    | 0,942             |                |       |       |       |          |            |
|     | A2A2    | –                 |                |       |       |       |          |            |

Note:  $H_0$  – actual heterozygosity;  $H_e$  – expected heterozygosity;  $\chi^2$  – criterion of conformity;  $F_{is}$  – wright fixation index.

The frequency of allele A1 was 0.529, allele A2 – 0.471. Animals with the  $CSN2^{A2A2}$  genotype were absent. As a result, the actual heterozygosity ( $H_0 = 0.942$ ) significantly exceeded the expected ( $H_e = 0.498$ ), which indicates a shift in genetic equilibrium in the studied gene.

The results of genotyping of animals of SE «Polyvanivka» SI IZK NAAS (table 2) found that among cows in the locus of beta-casein was dominated by the following genotypes:  $CSN2^{A1A2}$ -53%,  $CSN2^{A1A1}$ -27 %. The fewest animals were carriers of the  $CSN2^{A2A2}$  genotype (20 %), which

give A2 beta-casein milk.

Table 2. Frequency of alleles and genotypes at the locus of the beta-casein gene in animals of the gray Ukrainian breed of cattle SE «Polyvanivka» (40 heads)

| n  | Генотип | Частота генотипів | Частота алелів |       | H <sub>0</sub> | H <sub>e</sub> | χ <sup>2</sup> | F <sub>is</sub> |
|----|---------|-------------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|    |         |                   | A1             | A2    |                |                |                |                 |
| 40 | A1A1    | 0,270             | 0,535          | 0,465 | 0,530          | 0,498          | 0,002          | -0,065          |
|    | A1A2    | 0,530             |                |       |                |                |                |                 |
|    | A2A2    | 0,20              |                |       |                |                |                |                 |

Note: H<sub>0</sub> – actual heterozygosity; H<sub>e</sub> – expected heterozygosity; χ<sup>2</sup> – criterion of conformity; F<sub>is</sub> – Wright fixation index.

Accordingly, allele frequencies were determined at the level of A1-0.535 and A2-0.465. A small difference between the actual (H<sub>0</sub> = 0.530) and expected (H<sub>e</sub> = 0.498) heterozygosity indicates a slight (F<sub>is</sub> = -0.065) predominance of heterozygotes.

The results of the study of the beta-casein gene (*CSN2*) indicate a high level of genetic diversity in the studied animals of the gray Ukrainian breed of cattle. The predominance of the *CSN2*<sup>A1</sup> allele (0.529 and 0.535) and the *CSN2*<sup>A1A2</sup> genotype (0.942 and 0.530) was revealed. Respectively, the *CSN2*<sup>A2</sup> allele occurred with a frequency of 0.471 (SE «Markeevo») and 0.465 (SE «Polyvanivka»), and the desired *CSN2*<sup>A2A2</sup> genotype was found in only 20% of SE «Polyvanivka» animals. The detected predominance of the *CSN2*<sup>A1</sup> allele is consistent with the results of the study of beta-casein polymorphism in animals of the aboriginal Bestuzh breed of cattle – the frequency of the A1 allele is 0.76. Similar data were found in the study of the genetic structure of Simmental cows – allele A1 (0.660) [24]. According to the results of genotyping of Holstein cattle, the frequency of alleles A1 and A2 for the beta-casein gene (*CSN2*) was 0.819 and 0.181, respectively [25].

Among other studied breeds, the frequency of the desired *CSN2*<sup>A2A2</sup> genotype of β-casein was also low in populations of black-spotted cattle, in 6 of 8 populations this genotype is not found [26, 27]. In such meat breeds as Hereford, Limousin, Simmental frequency of the desired genotype *CSN2*<sup>A2A2</sup> – is also not high (2.6-3.3%) [28,29]. The highest frequency of the desired *CSN2*<sup>A2</sup> allele was found in the Jersey breed (0.219) [30] and the Guernsey breed of cattle. These rare for Ukraine breeds of island origin have the highest indicators in terms of *CSN2*<sup>A2A2</sup> content [31].

**Conclusion.** For the first time, the polymorphism of three genotypes formed by normal *CSN2*<sup>A2</sup> and mutant *CSN2*<sup>A1</sup> alleles of the beta-casein gene was studied using PCR-RFLP. The frequency of genotypes and alleles in the locus of beta-casein in the studied cows of aboriginal gray Ukrainian

breed from the main breeders of this breed in Ukraine was determined.

A large genetic discrepancy was established for the beta-casein gene (*CSN2*) in the studied populations of the gray Ukrainian breed of cattle, which indicates a different system of selection measures of SE EF «Markeyevo» ITSR. M.F. Ivanova NAAS «Askania-Nova» – NNSGTsV and SE «Polyvanivka» SI IZK NAAS. In general, the studied breed shows a fairly high level of the «desired» allele A2 – 0.471 (SE «Markeyevo») and 0.465 (SE «Polivanivka»), the split of which does not produce  $\beta$ -casoformin 7 (BSM7).

#### BIBLIOGRAPHY

1. Супрович, Т. М. Поліморфізм генів господарсько-корисних ознак сірої української породи ВРХ / Т. М. Супрович, Н. Б. Мохначева // Біологія тварин. – 2017. – Том 19. – №1. – С. 111–119.

2. Копылов, К. В. Особенности изменчивости генома крупного рогатого скота серой украинской породы по цито- и ДНК-маркерам / К. В. Копылов, Л. Ф. Стародуб, Н. Б. Мохначева, Н. П. Супрович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2019. – Часть 1. – №22. – С. 60–70.

3. Шевцова, А. А. Обзор вариабельности генов, связанных с молочной продуктивностью крупного рогатого скота / А. А. Шевцова, Е. А. Климов, С. Н. Ковальчук // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 11-1. – С. 194–200.

4. Farrell, Jr. H. Nomenclature of the proteins of cows` milk-Sixth revision / Jr. H. Farrell, R. Jimenez-Flores, G. Bleck, E. Brown, J. Butler, L. Creamer, C. Hicks, C. Hollar, K. H. Ng-Kwai-Hang. // Swaisgood Journal of Dairy Science. – 2004. – Vol. 87. – №6. – P. 1641–1674.

5. Szwajkowska, M. Bovine milk proteins as the source of bioactive peptides influencing the consumers` immune system / M. Szwajkowska, A. Wolanciuk, J. Barłowska, J. Krol, Z. Litwinczuk // Anim. Sci. Pap. Rep. – 2011. – Vol. 29. – P. 269–280.

6. Eigel, W. O. Nomenclature of proteins of cow's milk: Fifth revision1 / W. Eigel, J. Butler, C. Ernstrom, H. Jr. Farrell, V. Harwalkar, R. Jenness, R. M. Whitney // Journal of Dairy Science. – 1984. – Vol. 67. – №8. – P. 1599–1631.

7. Roginski, H. Encyclopedia of dairy sciences / H. Roginski, J. W. Fuquay, F. F. Patrick – Academic Press. – London, 2003. – 2500 p.

8. Ho, S. (2014). Comparative effects of A1 versus A2 beta-casein on gastrointestinal measures: a blinded randomised cross-over pilot study / S. Ho, K. Woodford, S. Kukuljan & S. Pal // European Journal of Clinical Nutrition. – 2014. – Vol. 68. – №9. – P. 994–1000.

9. Jaiswal, K. P., De S & Sarsavan A. Review on bovine beta-casein (A1, A2) gene polymorphism and their potentially hazardous on human health / K. P. Jaiswal, S. De & A. Sarsavan // International Journal of Environment & Animal Conservation. – 2014. – Vol. 03. – № 01. – P. 1–12.

10. Şahin, Ö. A1 and A2 Bovine Milk, the Risk of Beta-casomorphin-7 and Its Possible Effects on Human Health:(II) Possible Effects of Beta-casomorphin-7 on Human Health / Ö. Şahin, S. Boztepe, İ. Aytekin // Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. – 2018. – Vol. 32. – № 3. – P. 632–639.

11. Mishra, B. Status of milk protein, b-casein variants among Indian milch animals / B. Mishra, M. Mukesh, B. Prakash, M. Sodhi, R. Kapila, A. Kishore, R. Kataria, B. Joshi, V. Bhasin & T. Ra-sool // Indian J. Anim. Sci. – 2009. – Vol. 79. – P. 722–725.

12. Ng-Kwai-Hang, K. Genetic polymorphism of milk proteins / K. Ng-Kwai-Hang & F. Grosclaude // *Advanced Dairy Chemistry*. – 2003. – P. 739–816.
13. Clemens, R. A. Milk A1 and A2 peptides and diabetes / R. A. Clemens. – *Milk and Milk Products in Human Nutrition*, Eds: Karger Publishers, 2011. – P. 187–195.
14. Марзанов, Н. С. Характеристика российских молочных пород крупного рогатого скота по встречаемости генотипов и аллелей в локусе бета-казеина / Н. С. Марзанов, Д. А. Девришов, С. Н. Марзанова, Д. А. Абылкасымов, Н. В. Коновалова, И. С. Либет // *Ветеринария Зоотехния Биотехнология*. – 2020. – № 1. – С. 47–52.
15. Марзанова, С. Н. Разработка генодиагностики комплекса аномалий позвоночника [CVM] и иммунодефицита [BLAD] у животных черно-пестрого голштинизированного скота: дисс... кандидата биол. наук. Москва, 2012. – 142 с.
16. Ковалюк, Н. В. Производство молока А2-перспективное направление повышения рентабельности отрасли молочного скотоводства / Н. В. Ковалюк, В. Ф. Сацук // *Генетика и племенное дело. Эффективное животноводство*. – 2018 – №5. – С. 22–23.
17. De, S. Indian Breed Cow Milk-Powerhouse of Health / S. De, P. Paradkar & A. Vaidya // *J. Pharm. Res.* – 2015. – №1. – P. 573–591.
18. Haq, M. R. Impact of milk derived  $\beta$ -casomorphins on physiological functions and trends in research: A Review / M. R. Haq, R. Kapila, U. K. Shandilya and S. Kapila // *Internat. J. Food Prop.* – 2014. – Vol. 17. – № 8. – P. 1726–1741.
19. Elliott, R. B. Dietary prevention of diabetes in the non-obese diabetic mouse / R. B. Elliott, S. N. Reddy, N. J. Bibby and K. Kida // *Diabetologia*. – 1988. – Vol. 31. – P. 62–64.
20. Panicke L. Effects of milk protein genotypes on milk production *traits*: 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production am 25–28.08.1997 in Vienna/Austria / L. Panicke, G. Freyer, G. Erhardt – Wageningen Academic Publishers; 3rd ed. Edition. – Vienna, 1997. – P. 514.
21. Zinov'eva, N. A. DNA diagnostics polymorphisms gene-proteins of milk bovine / N. A. Zinov'eva, O. V. Kostjunina E. A. Gladyr' // *Methods of research in biotechnology livestock*. – 2004. – P. 7–22.
22. McLachlan, C. N. Breeding and milking cows for milk free of  $\beta$ -casein A1, United States Patent 7094949, 2006.
23. Brody, R. J. Sodium boric acid: a Tris-free, cooler conductive medium for DNA electrophoresis / R. J. Brody and S. E. Kern // *Biotechnique*. – 2004. – Vol. 36. – P. 214–216.
24. Валитов, Ф. Р. Ассоциация полиморфизма гена бета-казеина с молочной продуктивностью коров плановых пород Республики Башкортостан / Ф. Р. Валитов // *Известия Оренбургского ГАУ*. – 2017. – № 1 (63). – С. 207–209.
25. Беган, М. А. Полиморфизм генов лептина (LEP), тиреоглобулина (TG) и бета-казеина (CSN2) у голштинских коров / М. А. Беган, Я. А. Хабибрахманова, Л. А. Калашникова, В. Г. Труфанов. – сб. науч. тр. ВНИИ овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 3. – № 7. – С. 487–491.
26. Кадиев, А. К. Генетический мониторинг полиморфизма белков крови и молока крупного рогатого скота и использование его в селекции : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук: 06.02.07 / Кадиев Абакар Кадиевич. – п. Лесные Поляны, Московская область, 2013. – 43 с.
27. Кадиев, А. К. Популяционный анализ полиморфизма белковых фракций молока крупного рогатого скота / А. К. Кадиев // *Юг России: экология, развитие*. – 2009. – № 1. – С. 115–121.
28. Камалдинов, И. Н. Белковый состав молока у мясных пород скота, его связь с признаками экстерьера и развития животных : автореф. дис. ... канд. биол. наук :



06.02.07 / Камалдинов Ильнур Наилевич. – Казань, 2014. – 22 с.

29. Хаертдинов, Р. А. Генетическая структура по белкам молока, у мясных пород скота, разводимых в условиях Республики Татарстан / Р. А. Хаертдинов, И. Н. Камалдинов, Р. Р. Исламов // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2014. – Т. 219. – С. 319–324.

30. Lien, S. Comparison of milk protein allele frequencies in Nordic cattle breeds / S. Lien, J. Kantanen, I. Olsaker, [et al.] // Anim. Genet. – 1999. – Vol. 30. – P. 85–91.

31. Kaminski, S. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health / S. Kaminski, A. Cieslinska, E. Kostyr // J. Appl. Genet. – 2007. – Vol. 48. – №3. – P. 189–198.

## МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА КОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Г. МАРУСИЧ, А. П. ПАВЛОВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 21.01.2021)*

*В статье представлены результаты исследований по оценке 50 быков-производителей голштинской породы по качеству потомства, используемых для осеменения коров в Минской области. Изучались следующие показатели: распределение по линиям быков-производителей, молочная продуктивность дочерей и сверстниц по 1-й и последующим лактациям, качество молока (% жира, % белка); индексы племенной ценности, экономическая эффективность производства молока при использовании быков-производителей разных линий. В результате исследований установлено, что абсолютная племенная ценность по удою наивысшая у быков-производителей линии Рефлексин Соверинг 198998 (801,7±312 кг), у животных линии Вис Айдиал 933122–566,2±174,4 кг, Пабст Говернера 882933 – 545,0±166,0 кг, Монтивик Чифтейн 95679–514,9±180,8. Среднее по линиям – 653,2±252,8 кг. Таким образом, все быки-производители являются улучшателями по удою. В отношении абсолютной племенной ценности по жиру быки-производители всех линий являются улучшателями данного показателя. В отношении абсолютной племенной ценности по белку быки-производители линии Рефлексин Соверинг 198998 являются ухудшателями – этот показатель у них составляет – 0,01±0,035. Быки-производители остальных линий являются улучшателями содержания белка в молоке на 0,01 %.*

*Комплексный индекс племенной ценности быков-производителей достаточно высокий. Только у быков линии Монтивик Чифтейн 95679 самый низкий – 108,3 баллов. Лидируют быки-производители линии Рефлексин Соверинг 198998 – 114,9 баллов.*

**Ключевые слова:** быки-производители, племенная ценность, удои, жир, белок.

*The article presents the results of studies on the assessment of 50 stud bulls of the Holstein breed according to the quality of the offspring used for insemination of cows in Minsk region. The following indicators were studied: distribution along the lines of bull sires, milk productivity of daughters and herd mates for the 1st and subsequent lactations, milk quality (fat %, protein %); estimated breeder values, economic efficiency of milk production when using bulls from different lines. The studies found that the absolute breeding value in terms of milk yield is the highest in breeding bulls of the Reflection Sovering line 198998 (801.7 + 312 kg), in animals of the Vis Aiydial line 933122 – 566.2 + 174.4 kg, Pabst Governer 882933 – 545.0 + 166.0 kg, and Montvik Chieftain 95679 – 514.9 + 180.8. Average value with respect to the lines – 653.2 + 252.8 kg. Thus, all breeding bulls are milk yield improvers. With regard to the absolute breeding value for fat, bull sires of all the lines improve this indicator. In terms of the absolute breeding value for protein, sires of the Reflection Sovering 198998 line are deteriorators – this indicator for them is -0.01 + 0.035. Bull sires of the other lines improve the protein*

content in milk by 0.01 %.

*The complex estimated breeding value of bull sires is quite high. Only in the bulls of the Montvik Chieftain 95679 line it is the lowest – 108.3 points. Sires of Reflection Sovering 198998 line take the lead – 114.9 points.*

**Key words:** stud bulls, breeding value, milk yield, fat, protein.

**Введение.** Главной целью животноводства является получение высокоценных продуктов питания, в которых люди нуждаются каждый день. Из этого можно сделать вывод, что продукция, получаемая нами от сельскохозяйственных животных, имеет большое значение в жизни людей.

Продуктивность животных и качество животноводческой продукции зависят от их генетических особенностей (принадлежность к определенной породе, заводской линии или маточному семейству, индивидуальные наследственные особенности и т. д.), пола, возраста, физиологического состояния организма, а также от условий внешней среды (характера кормления, ухода, содержания и использования) [1].

**Основная часть.** Молочная продуктивность является наиболее высокоэффективной по сравнению с другими видами продуктивности сельскохозяйственных животных. И значит увеличение производства молока высокого качества одна из главных задач работников агропромышленного комплекса страны.

Поэтому к животным для формирования стад молочных комплексов и ферм промышленного типа резко повышаются требования по продуктивным качествам. При этом, наряду с такими продуктивными признаками, как уровень удоя и качество молока, резко возрастают требования и к технологическим признакам, скорости молокоотдачи, объему вымени, равномерности развития долей вымени и другое, а также выравненность стада по наиболее важным экстерьерным признакам.

Молочное скотоводство одна из наиболее важных отраслей животноводства Республики Беларусь. Значение отрасли определяется, прежде всего, высокими питательными свойствами его продукции. По пищевым достоинствам молоко занимает первое место среди всех животноводческих продуктов. Молоко является практически незаменимой основой питания в детском возрасте как людей, так и животных. В нем содержатся все необходимые питательные вещества [2].

Достаточное производство молока обеспечивает продовольственную безопасность страны относительно молочной продукции. Одновременно молочная отрасль ежедневно поставляет на рынок молокопродукты, что дает возможность субъектам хозяйствования укреплять

свое финансовое и экономическое положение. Отрасль обеспечивает земледелие органическими удобрениями (навозом), с чем связано повышение плодородия почв, интенсификация отрасли растениеводства и увеличение производства продовольственной и технической продукции, кормов для животноводства, а в конечном итоге – развитие производительных сил всего сельского хозяйства.

Молочное скотоводство – одна из ведущих отраслей животноводства Республики Беларусь. Здесь используется 1/3 затрачиваемых материальных и денежных средств, более 55 % заготавливаемых объемов молока поставляется на внешний рынок в виде молочной продукции. Производство молока является основным источником дохода большинства сельхозпредприятий, продукция переработки молока – основной экспортный продукт отрасли животноводства [3].

Эффективность интенсивного ведения молочного скотоводства определяется уровнем генетического потенциала животных и степенью его реализации при возможно минимальных затратах труда и материальных средств на единицу продукции. При этом повышение потенциала продуктивности достигается селекционной работой, а снижение затрат обеспечивается применением промышленных методов производства.

Результатом эффективности ведения молочной отрасли является грамотно сформированная генеалогическая структура разводимой породы скота, а следовательно, и дойных стад. За период независимого государственного развития Республики Беларусь (с 1992 г. по настоящее время) формирование популяции молочного скота осуществлялось на плановой основе. Благодаря отечественной селекции в породе сформированы 8 заводских линий и три родственных группы, выведенных в племхозах республики. Заводские линии и родственные группы позволяют обеспечивать системное использование быков-производителей в товарном массиве скота путем научно обоснованной ротации линий и повышения генетического потенциала молочной продуктивности коров, а также способствуют дальнейшему совершенствованию породы с использованием лучших мировых и отечественных генетических ресурсов. Выявлено, что актуальной проблемой в настоящее время является выведение и использование производителей отечественной селекции не менее 80 % от их общего количества. Быки-производители отечественной селекции обеспечивают не только повышение продуктивного долголетия потомства, но и способствуют оптимизации генеалогической структуры популяции [4].

Рациональное использование генетического материала от высококлассных быков имеет для животноводства Республики Беларусь большое экономическое значение, так как позволяет повысить темпы качественного улучшения стад крупного рогатого скота. Использование быков-лидеров обеспечивает генетический прогресс и увеличение продуктивности дойного стада. В основу используемых в настоящее время в Республике Беларусь методов отбора и оценки быков-производителей положено качество их потомства. При этом уровень репродуктивной функции быков учитывается незначительно. Оплодотворяющая способность спермы изучается в начале использования производителя и на окончательную оценку его племенной ценности, практически, не влияет. Однако уровень плодовитости быков в значительной степени наследуется. По данным зарубежных авторов величина коэффициента наследования ( $h^2$ ) 0,6 и выше [5].

Данное направление требует системного подхода к конкретным стадам с учетом их генофонда, генеалогической структуры, селекционных мероприятий, системы разведения и методов оценки племенной ценности животных [6, 7, 8].

Цель работы – изучение молочной продуктивности коров и качества молока в зависимости от линий быков-производителей, используемых в Минской области.

Материалом для исследований являлись результаты оценки 50 быков-производителей голштинской породы по качеству потомства, используемых для осеменения коров в Минской области.

Изучались следующие показатели:

- распределение по линиям быков-производителей;
- молочная продуктивность дочерей и сверстниц по 1-й и последующим лактациям;
- качество молока (% жира, % белка);
- экономическую эффективность производства молока при использовании быков-производителей разных линий.

Данные обрабатывались с помощью методов статистики на ПК при помощи пакета программ Microsoft Excel.

В Минской области для осеменения коров используются быки 4 линий голштинской породы. Наибольшее количество составляют быки-производители линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Вис Айдиал 933122 – по 22 гол. Животных линии Монтвик Чифтейна 95679 и Пабст Говернера 882933 – 3 гол.

Характеристика матерей быков-производителей по молочной продуктивности в разрезе линий представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Характеристика матерей быков-производителей по молочной продуктивности**

| Линия                   | Средний удой по матери, кг | Количество оцененных дочерей, гол. | Количество дочерей на 01.05.2020 г., гол. |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| Рефлекшн Соверинг198998 | 5803,3+1023,1              | 1920                               | 11064                                     |
| Вис Айдиал 933122       | 5673,2+783,4               | 1054                               | 3040                                      |
| Монтвик Чифтейн 95679   | 6694,7+398,9               | 515                                | 1617                                      |
| Пабст Говернер 882933   | 6249,7+1408,2              | 545                                | 221                                       |
| Среднее по всем линиям  | 5826,3+913,7               | 3523                               | 15942                                     |

Средний удой по первой лактации у коров матерей линии Рефлекшн Соверинг 198998 составил 5803,3+1023,1 кг, коров линии Вис Айдиал 933122 – 5673,2+783,4 кг, Монтвик Чифтейн 95679 – 6694,7+398,9 кг, коров линии Пабст Говернер 882933 – 6249,7+1408,2кг. Средняя продуктивность по линиям – 5826,3+913,7 кг.

Характеристика быков-производителей по абсолютной племенной ценности по удою и качественным показателям молока в разрезе линий представлена в табл. 2.

**Таблица 2. Характеристика быков-производителей по абсолютной племенной ценности по удою и качественным показателям молока**

| Линия                   | АПЦУ, кг    | АПЦЖ, %      | АПЦБ, %      |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Рефлекшн Соверинг198998 | 801,7+312   | 0,01+0,006   | -0,01+0,035  |
| Вис Айдиал 933122       | 566,2+174,4 | 0,02+0,005   | 0,01+0,003   |
| Монтвик Чифтейн 95679   | 514,9+180,8 | 0,02+0,004   | 0,01+0,03    |
| Пабст Говернер 882933   | 545,0+166,0 | 0,02+0,004   | 0,01+0,03    |
| Среднее по линиям       | 653,2+252,8 | 0,0078+0,005 | 0,0076+0,003 |

Как видно из данных табл. 2 абсолютная племенная ценность по удою наивысшая у быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998 (801,7+312 кг), у животных линии Вис Айдиал 933122 – 566,2+174,4 кг, Пабст Говернера 882933 – 545,0+166,0 кг, Монтвик Чифтейн 95679 – 514,9+180,8. Среднее по линиям – 653,2+252,8 кг. Таким образом, все быки-производители являются улучшателями по удою.

В отношении абсолютной племенной ценности по жиру быки-производители всех линий являются улучшателями данного показателя.

В отношении абсолютной племенной ценности по белку быки-производители линии Рефлекшн Соверинг 198998 являются ухудшателями – этот показатель у них составляет -0,01+0,035. Быки-производители остальных линий являются улучшателями содержания белка в молоке на 0,01 %.

Качество молока матерей различных линий быков-производителей

представлено в табл. 3.

Таблица 3. Характеристика матерей быков по качеству молока

| Линия                   | Жир, %    | Молочный жир, кг | Белок, %  | Молочный белок, кг |
|-------------------------|-----------|------------------|-----------|--------------------|
| Рефлекшн Соверинг198998 | 3,77+0,11 | 218,7            | 3,33+0,04 | 193,2              |
| Вис Айдиал 933122       | 3,87+0,13 | 219,5            | 3,31+0,05 | 187,8              |
| Монтвик Чифтейн 95679   | 3,82+0,12 | 255,7            | 3,38+0,03 | 187,8              |
| Пабст Говернер 882933   | 3,77+0,11 | 210,4            | 3,28+0,04 | 205,0              |
| Среднее по линиям       | 3,81+0,12 | 222              | 3,32+0,05 | 193,4              |

Данные табл. 3 показывают, что у коров матерей линии Вис Айдиал 933122 жирность молока была наивысшей и составила 3,87+0,13, что выше, чем жирность молока матерей коров линии Рефлекшн Соверинг198998 на 0,1 %, Монтвик Чифтейна 95679 на 0,05 %, а по сравнению с жирностью молока матерей коров линии Пабст Говернера 882933 – на 0,1 %.

Выход молочного жира за лактацию у матерей коров линии Монтвик Чифтейн 95679 был наивысшим – 255,7 кг, что выше по сравнению с другими линиями на 35,5–45,3 кг.

Аналогичная ситуация наблюдается и по молочному белку. У коров-матерей быков линии Пабст Говернер 882933 выход молочного белка был наивысшим – 205,0 кг.

Комплексный индекс племенной ценности быков-производителей, используемых для осеменения коров в Минской области, достаточно высокий. Только у быков линии Монтвик Чифтейн 95679 самый низший – 108,3 баллов. Лидируют быки-производители линии Рефлекшн Соверинг198998 – 114,9 баллов.

Экономическая оценка племенной ценности быков-производителей различной линейной принадлежности показывает (табл. 4), что прибавка дополнительной продукции в пересчете на базисную жирность по отношению к контрольной линии Рефлекшн Соверинг 198998 по линии Вис Айдиал 933122 составляет 21 кг (или +0,3 %), по линии Пабст Говернера 882933 – 467 кг на 1 корову (или + 7,7 %), по линии Монтвик Чифтейн 95679 – 1026 кг (+ 16,8 %). В стоимостном выражении это составляет соответственно 16,3, 800,3 и 364,3 руб.

В расчете на 1 голову по линии Вис Айдиал 933122 получено прибыли в количестве 0,06 руб., по линии Пабст Говернера 882933 – 35,2 руб., по линии Монтвик Чифтейн 95679 – 77,4 руб.

Таблица 4. Экономическая оценка племенной ценности быков-производителей различной линейной принадлежности

| Показатель                                | Линия                    |                   |                       |                        |
|---|--------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
|   | Рефлекшн Соверинг 198998 | Вис Айдиал 933122 | Монтвик Чифтейн 95679 | Пабст Говернера 882933 |
| Количество животных, гол                  | 22                       | 22                | 3                     | 3                      |
| удой на корову, кг                        | 5803                     | 5673              | 6694                  | 6249                   |
| жирность молока, %                        | 3,77                     | 3,87              | 3,82                  | 3,77                   |
| удой в пересчете на базисную жирность, кг | 6077                     | 6098              | 7103                  | 6544                   |
| получено дополнительной продукции, кг     |                          | 21                | 1026                  | 467                    |
| стоимость дополнительной продукции, руб.  |                          | 16,3              | 800,3                 | 364,3                  |
| дополнительные затраты – всего, руб.      |                          | 14,9              | 568,2                 | 258,6                  |
| получено прибыли на 1 гол, руб.           |                          | 0,06              | 77,4                  | 35,2                   |

**Заключение.** В Минской области для осеменения коров используются быки 4 линий голштинской породы. Наибольшее количество составляют быки-производители линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Вис Айдиал 933122 – по 22 гол. Животных линии Монтвик Чифтейна 95679 и Пабст Говернера 882933 – 3 гол.

Средний удой по первой лактации и старше у коров-матерей быков линии Рефлекшн Соверинг 198998 составил  $5803,3 \pm 1023,1$  кг, коров линии Вис Айдиал 933122 –  $5673,2 \pm 783,4$  кг, Монтвик Чифтейн 95679 –  $6694,7 \pm 398,9$  кг, коров линии Пабст Говернер 882933 –  $6249,7 \pm 1408,2$  кг. Средняя продуктивность по линиям –  $5826,3 \pm 913,7$  кг.

Абсолютная племенная ценность по удою наивысшая у быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998 ( $801,7 \pm 312$  кг), у животных линии Вис Айдиал 933122 –  $566,2 \pm 174,4$  кг, Пабст Говернера 882933 –  $545,0 \pm 166,0$  кг, Монтвик Чифтейн 95679 –  $514,9 \pm 180,8$ . Среднее по линиям –  $653,2 \pm 252,8$  кг. Таким образом, все быки-производители являются улучшателями по удою.

В отношении абсолютной племенной ценности по жиру быки-производители всех линий являются улучшателями данного показателя. В отношении абсолютной племенной ценности по белку быки-производители линии Рефлекшн Соверинг 198998 являются ухудшателями – этот показатель у них составляет  $-0,01 \pm 0,035$ . Быки-производители остальных линий являются улучшателями содержания белка в молоке на  $0,01$  %.

У коров матерей линии Вис Айдиал 933122 жирность молока была



наивысшей и составила 3,87+0,13, что выше, чем жирность молока матерей коров линии Рефлекшн Соверинг198998 на 0,1 %, Монтвик Чифтейна 95679 на 0,05 %, а по сравнению с жирностью молока матерей коров линии Пабст Говернера 882933 – на 0,1 %. Выход молочного жира за лактацию у матерей коров линии Монтвик Чифтейн 95679 был наивысшим – 255,7 кг, что выше по сравнению с другими линиями на 35,5–45,3 кг. Аналогичная ситуация наблюдается и по молочному белку. У коров-матерей быков линии Пабст Говернер 882933 выход молочного белка был наивысшим – 205,0 кг.

Комплексный индекс племенной ценности быков-производителей достаточно высокий. Только у быков линии Монтвик Чифтейн 95679 самый низший – 108,3 баллов. Лидируют быки-производители линии Рефлекшн Соверинг198998 – 114,9 баллов.

В расчете на 1 голову по линии Вис Айдиал 933122 получено прибыли в количестве 0,06 руб., по линии Пабст Говернера 882933 – 35,2 руб., по линии Монтвик Чифтейн 95679 – 77,4 руб.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Шляхтунов, В. И. Скотоводство: учебник / В. И. Шляхтунов, А. Г. Марусич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 480 с.
2. Шляхтунов, В. И. Скотоводство и технология производства молока и говядины / В. И. Шляхтунов. – Минск: Беларусь, 2005. – 392 с.
3. Шалак, М. В. Технология переработки продукции животноводства: учебное пособие / М. В. Шалак, М. С. Шашков. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 176 с.
4. Организационно-методические приемы, используемые при формировании оптимальной структуры белорусской популяции черно-пестрого скота / Н. В. Казаровец [и др.][Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-4-454-469> – Дата доступа 17.03.2021.
5. Коршун, С. И. Племенная ценность быков-производителей различных линий / С. И. Коршун // Пятая международная конференция студентов и аспирантов: тез. докл. – Гродно, 2004. – С. 225–226.
6. Мордань, Г. Г. Оплодотворяющая способность спермы быковпроизводителей различной плодовитости / Г. Г. Мордань // Сб. науч. трудов: Наука производству: пятая международная научно-практическая конференция. – Гродно, 2002. – С. 178–179.
7. Танана, Л. А. Сравнительная оценка генетического потенциала быков-производителей голштинской и черно-пестрой породы / Л. А. Танана, Н. Г. Минина // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов. – Гродно, 2004. – Т. 3, Ч. 4. – С. 196–197.
8. Курашев Ж. Х. Сравнительная оценка племенной ценности быков разного генотипа / Ж. Х. Курашев, В. М. Гукеев // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=8986>. – Дата доступа 17.03.2021.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ПЛЕМЕННЫХ КОРОВ К ВЫСТАВКАМ И СЕЛЕКЦИОННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ГП «ЧАЙКА»**

**И. В. ГОНЧАРЕНКО**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
з. Київ, Україна, 03041*

**С. И. ГРИШКО**

*Государственное предприятие «Чайка»,  
с. Дударков, Украина, 08330*

*(Поступила в редакцию 25.01.2021)*

*В статье в историческом аспекте приведена информация о проведении выставок-аукционов племенных коров на Международном и региональном уровнях. Целью всех этих выставок является обмен практическим опытом работы по разведению крупного рогатого скота разных пород, пропаганда селекционных достижений лучших хозяйств, выявление коров-чемпионок по комплексной оценке. Выставка животных – это еще и шоу, где проходят различные развлекательные мероприятия, конкурсы, в том числе – для детей. Тут есть, где отдохнуть с семьей, пообщаться, перекусить, купить сувениры и т.п.*

*Обобщен накопленный и приобретённый опыт на международных выставках коров в зарубежных странах. На примере Королевской выставки «The Royal» (Торонто, штат Онтарио, Канада), раскрыты некоторые особенности подготовки коров к выставке или тонкости коровьего стайлинга.*

*В Украины уже традиционно в начале июня месяца на территории Национального комплекса «Экспоцентр Украины» в Киеве проходит Международная агропромышленная выставка «АГРО». Одним из основных тематических направлений выставки является экспозиция Animal EX – демонстрация и аукцион племенных животных. Постоянным участником коровьих выставок является государственное предприятие «Чайка» Бориспольского района, Киевской области. За десятилетний период (2011–2019 гг.) по выставочным коровам проанализирована их молочная продуктивность за высушую лактацию (как за первые 305 дней лактации, так и за всю лактацию), в т.ч. в поколениях. Кроме того, за этот период выставочные животные выбывали из стада, поэтому по ним подсчитана их пожизненная продуктивность и воспроизводительная способность.*

*Делается вывод, что выставки крупного рогатого скота – это один из основных инструментов селекционно-племенной работы. Подобные мероприятия необходимы для успешного развития отрасли молочного скотоводства, для обмена опытом, для разработки новых методов селекции, технологий содержания и кормления животных, расширения информационного поля в этой области.*

**Ключевые слова:** *животноводческие выставки-ярмарки, племенные коровы, комплексная оценка, молочная продуктивность, селекционные достижения.*

*The article provides an overview of breeding cow trade fairs at the international and regional levels in a historical context. Purpose of all such exhibitions is exchange of practical experience in breeding cattle of various breeds, promotion of selection achievements of the best farm businesses, identification of champion cows based on comprehensive assessment. An animal exhibition is also a show consisting of various entertainments, contests, including events for children. This is a place for spending time with one's family, for communication, having meals, buying souvenirs, etc.*

*The paper offers a description of the summarized experience accumulated and acquired at international cow exhibitions in foreign countries. Using The Royal exhibition as an example (Toronto, Ontario, Canada), an insight is provided into certain features of preparing cows for exhibition or subtle details of cow styling.*

*It has become customary in Ukraine to hold AGRO International Agroindustrial Exhibition in early June on the premises of the Expocentre of Ukraine, National Complex in Kyiv. One of the major topical events of this exhibition is Animal EX display – demonstration and auction of breeding animals. CHAIKA State-Owned Company (Boryspil District, Kyiv Region) is a permanent participant of cow exhibitions. The paper provides an analysis of milk productivity of show cows during higher lactation (both in the first 305 days of lactation and in the entire lactation period), including per generation, within a decade (2011–2019). In that period show animals also withdrew from the herd, so their lifetime production and breeding capacity were also assessed.*

*It is concluded that cattle exhibitions are one of the main tools for selection and pedigree breeding. Such events are necessary for successful development of dairy cattle breeding, for exchange of experience, development of new methods of selection, animal management and feeding technologies, extension of information field in that sphere.*

**Key words:** *livestock trade fairs, breeding cows, comprehensive assessment, milk productivity, selection achievements.*

**Введение.** Выставки и выводки демонстрируют лучшие достижения в животноводстве. Это и высокоценные племенные животные, и лучшие продуктивные и племенные качества животных в хозяйствах, и передовые методы, приемы, технологии, способствующие увеличению продуктивных и племенных качеств животных. Выводки устраиваются для показа лучших племенных животных и нередко используются также для их аукционной продажи [9].

Первая известная сельскохозяйственная выставка была проведена Сельфордским сельскохозяйственным обществом в Ланкашире (Англия) в 1768 году. С XIX века сельскохозяйственные выставки дают местным жителям возможность отпраздновать достижения и отдохнуть от повседневной рутины. Ежегодные шоу, сочетающие серьезную конкуренцию и легкие развлечения, признавали и вознаграждали упорный труд и навыки производителей первичной продукции, и предоставляли сельским семьям возможность пообщаться. Городские шоу также оказывали горожанам возможность напрямую участвовать в сельской жизни и производстве продуктов питания. Часто сельские шоу оживленно сочетались с национальными соревнованиями, в т. ч. конкурсом, приготовлением продуктов питания и тентпеггингом. Дерби

и родео очень популярны в США.

Самая первая выставка домашнего скота в России состоялась 14–16 сентября 1843 года близ подъема на возвышенность Севериновской дороги под Одессой. На выставку допускались лошади, волы, быки, коровы, бараны и свиньи только из Новороссийских губерний. Первые два дня посвящались испытанию возовых волов, жеребцов и кобыл на крутой возвышенности и на горизонтальной, но очень ухабистой дороге. По окончании трех дней состязания комиссары Общества сельского хозяйства Южной России подводили итоги и распределяли награды. Как писал журнал «Мир выставок»: «Увенчанные животные при объявлении наград проходили поочередно, под звуки музыки. По окончании раздачи наград все эти животные, украшенные лентами и цветами, обведены были вокруг ярмарки и потом проведены по главным улицам города, сопровождаемые музыкой» [12].

Очевидцы этой первой в России выставки домашних животных так описывали свои впечатления: «Жители Одессы и приезжие с живейшим удовольствием присутствовали при этом сельском торжестве, первом еще в своем роде в нашем крае. На эту первую выставку представлено было еще немного скота; но нет сомнения, что новороссийские помещики и земледельцы скоро ознакомятся с этим чрезвычайно полезным учреждением и что оно не замедлит получить надлежащее свое развитие и принести ту пользу, которой ожидает от него благодетельное правительство, столь заботливо пекущееся об усовершенствовании всех отраслей сельской промышленности нашего края» [7].

Из выставок, на которых был представлен весь скот, постепенно начали выделяться более узкоспециализированные мероприятия, посвященные молочному хозяйству, коневодству, скотоводству, птицеводству и другим отраслям сельского хозяйства. Эти выставки устраивались в основном научными обществами, возникшими во второй половине XIX столетия в России.

Ныне сельскохозяйственные выставки (Agricultural show) в зарубежных странах с высокоразвитым молочным скотоводством – важная часть культурной жизни маленьких деревенских городков и популярное мероприятие в больших городах. В маленьких провинциальных городах шоу варьируются от небольших мероприятий, где они обычно длятся два дня, до средних трехдневных мероприятий, до крупных шоу, которые могут длиться до двух недель и сочетают в себе элементы парка развлечений с элементами сельскохозяйственного шоу. Хотя во многих странах сельскохозяйственные выставки все чаще испытывают финансовое давление, во многих городах или районах есть шоу-клубы, а в некоторых районах несколько городов и деревень в этом

районе проводят ежегодные выставки. Более крупные шоу часто включают живые выступления и фейерверки на главной арене.

Крупные международные животноводческие выставки-ярмарки проводятся в США («World Beef Expo», Милуоки, штат Висконсин), Канаде (The Royal Agricultural Winter Fair (RAWF) известная как «The Royal», Торонто, штат Онтарио), Германии («Euro Tier», Ганновер; «Grüne Woche», Берлин), Франции («Sommet de l'Élevage – Саммит животноводов», Клермон-Ферран; SPACE (Salon de la production agricole — Carrefour Europeen, Ренн)), Швейцарии («Tier & Technik», Сент-Галлен), Финляндии (ELMA, Хельсинки) и других странах [3–6, 11, 13].

В отдельных случаях парады коров проводятся в виде всевозможных фигур. Так, в Риме Италия фигуры коров одеты в костюмы древнеримских воинов, игроков в соккер, астронавтов, коров-официантов, коровы в образе человека-паука и других персонажей. Все это яркое зрелище посвящено первому в истории города параду коров. Целые «стада» коров из стекловолокна «гуляют» по улицам и площадям города в рамках популярной теперь акции благотворительности, которая прошла уже в 40 городах мира, включая Париж, Нью-Йорк, Токио и Лондон.

Многие выставки-выводки крупного рогатого скота уже стали традиционными и ежегодно проводятся в государствах пост советского пространства. Так, в Российской Федерации приобрели популярность такие выставки племенных животных, как «Белые Ночи» в рамках Международной агропромышленной выставки-ярмарки «Агро Русь» (Ленинградская область), «Золотая осень» (на ВДНХ, г. Москва), «Звёзды Подмосковья» (Московская область), «Владимирские Зори» (Владимирская область) «БайкалАгро» (Республика Бурятия), в Воронежской области (с. Новая Усмань на базе АО «Племпредприятие «Воронежское»») на территории выставочного комплекса АО «Липецкплем» в рамках областного праздника День животновода; в Беларуси «Белагро»; в Грузии – «Cattle Expo» (Тбилиси); в Украине – Международная агропромышленная выставка «АГРО» (Киев), Агро-Expo (Кропивницкий) и многие другие [1, 2, 7, 10, 12].

Однако целью всех выставок является обмен практическим опытом работы по разведению крупного рогатого скота разных пород, пропаганда селекционных достижений лучших хозяйств, выявление коров-чемпионок по комплексной оценке.

**Цель исследований** – обобщить накопленный и приобретённый опыт на международных выставках коров в зарубежных странах и охарактеризовать выставочных коров племенного стада ДП «Чайка»,

которые были представлены на Международных агропромышленных выставках «АГРО» в 2011–2019 гг.

**Основная часть.** Особенности подготовки коров к выставкам, в основном, строились на личном посещении выставки «The Royal» в Канаде, предоставленной информации и секретах фермеров, которые делились с нами. Кроме того, использованы литературные материалы о проводимых выставках коров в разных странах [8, 12, 13].

Постоянным участником Международных агропромышленных выставок АГРО, ежегодно проводимых на Выставочном центре в Киеве, является Государственное предприятие (ГП) «Чайка». ГП «Чайка» – многоотраслевое сельскохозяйственное предприятие, имеющее 3 филиала (отделения – Дударков, Лесное, Чемер) и расположено в Киевской и Черниговской областях. Часть животноводческой продукции предприятия перерабатывает в собственных цехах и реализует молочные и колбасно-мясные изделия торговой марки «Чайка «ЭКОПРОДУКТ». поголовье крупного рогатого скота насчитывает около 1900 голов, из них коров 850 голов.

Филиал Дударков является племенным заводом по разведению крупного рогатого скота голштинской породы (европейской селекции). Кормление животных в хозяйстве соответствует современным стандартам по питательным веществам и макроэлементами. В основном, технология содержания коров обеспечивает реализацию наследственно-обусловленного потенциала продуктивности. При указанных условиях среднегодовой удой по стаду чистопородных голштинов чернопестрой масти в 2010–2018 годах составлял 6928, 7698, 7733, 7739, 7825, 7399, 8086, 7808, 7840 кг молока соответственно. Благодаря своим селекционным достижениям именно с этого отделения отобранные лучшие коровы принимают участие в выставках.

Так, собранные материалы с Международных агропромышленных выставок за 2011–2019 гг. позволяют констатировать, что в 2011 году были представлены племенные коровы Любава UA 2300162004 и Руда UA 2300162606; в 2012 г. – Незгода UA 2300162597, Кубинка UA 3201032106 и Карета UA 2300162800; в 2014 г. – Ливия UA 3201032144 и Чубарка UA 3201079913; в 2015 г. – Азалия UA 3201032065 и Ливия UA 3201032144; в 2016 г. – Ливия UA 3201032144 и Нива UA 3201114762; в 2017 г. – Нива UA 3201114762 и Англия UA 3201114680; в 2018 г. – Англия UA 3201114680 и Малютка UA 2600372967; в 2019 г. – Кава UA 8010352559 и Бавовна UA 3201114766. Таким образом, за исследуемый период в выставках принимало участие 13 высокопродуктивных коров, причем Ливия выставлась трижды, а Нива и Англия – дважды.

Обработка собранных материалов по выставочным коровам проводилась по высшей и пожизненной молочной продуктивности с помощью программного обеспечения Excel. Дополнительно по каждой корове рассчитаны коэффициенты воспроизводства (KB) по формуле:

$KB = (\text{количество родившихся живых телят} : \text{возраст коров в годах}) \cdot 100.$

Для математического отображения возраста коровы в десятых частях года количество месяцев умножали на 0,083.

Выставка домашнего скота – это мероприятие, на котором скот выставляется и оценивается по определенным фенотипическим признакам породы, как указано в их стандартах породы. Виды сельскохозяйственных животных, которые могут быть показаны, включают свиней, крупный рогатый скот, овец, коз, лошадей, кроликов, лам и альпаков. В соревнованиях также участвуют такие птицы, как куры, гуси, утки, индейки и голуби. Также проводятся соревнования для собак, овчарок и кошек. Призеры сельскохозяйственных выставок, как правило, награждаются именными медалями, кубками, розетками или лентами. В Национальном музее Австралии есть редкая коллекция медалей, документирующих историю сельскохозяйственных выставок и сельской промышленности по всей Австралии. 111 медалей датируются периодом с середины XIX до начала XX века, и многие из них связаны со знаменитыми людьми и организациями.

Ежегодной сельскохозяйственной выставкой, которая проходит в Канаде (г. Торонто, Онтарио) в течение первых двух недель ноября, является Королевская выставка – «The Royal» (The Royal Agricultural Winter Fair – RAWF). Сюда прибывают более 6000 животных, в том числе более 4900 голов крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, кроликов и причудливых птиц, а также более 900 лошадей и пони, а также выставка сельскохозяйственных культур и овощей, образовательные выставки и различные достопримечательности. Посетив эту выставку в 2016 году и побывав на выставке племенных коров, хочется поделиться своими впечатлениями и организационными моментами по подготовке животных к выставке [9].

Выставку организует селекционная компания SEMEX. Проходит это мероприятие раз в год, в течение нескольких дней. Съезжаются на нее множество фермеров со своими животными. В первый день проводится оценивание племенных коров. Во второй день оценивают телят от лучших коров, продают молодняк на аукционе. Потом демонстрируют лучших быков-производителей – отцов этого молодняка. Желаящие сразу же могут зарезервировать их сперму. На выставке в последнее время представлены коровы голштинской породы красно-пестрой и черно-пестрой масти, джерсейской, а из мясного скота –

черные абердин-ангусы.

Выставка – серьезное зоотехническое мероприятие. Еще до его начала издается каталог с изображениями животных-участников, основными сведениями о них. Специалисты-селекционеры проводят бонитировку коров. Кроме того, оценивают так называемый баланс этих животных. Или, проще говоря, насколько гармонична корова. Для этого берут мерную ленту, измеряют косую длину туловища и фиксируют результат. Потом складывают ленту вдвое и измеряют высоту в холке. То есть, высота в холке должна оказаться ровно вдвое меньше косой длины туловища. Потом ленту опять складывают вдвое и делают следующий промер. И так повторяют несколько раз со всеми основными промерами. Последним измеряют копыто – оно завершает серию промеров. У гармоничного животного каждый из них должен быть ровно вдвое меньше предыдущего.

В современном животноводстве используется много высокотехнологичного оборудования, все стандартизовано. И коровы должны иметь такие параметры, которые подходят для содержания, доения и т.д. на таких высокотехнологических фермах. Поэтому для племенного использования отбирают коров с соответствующими параметрами. И выбрать таких животных помогают выставки, где коров, в том числе, оценивают и по их балансу.

*Особенности подготовки коров к выставке или тонкости коровье-го стайлинга.* На выставку отбирают коров типичных для породы. Молочный тип животного хорошо выражен при этом коров оценивают по комплексу статей: остроте холки, нежности кожи, строению головы и шеи, плоскости и постановке ребер, межреберному расстоянию, крепости и глубине тела. Спина должна быть достаточно ровная и крепкая [8].

Коров к выставкам готовят не менее тщательно, чем девушек к конкурсам красоты. Существуют специальные расчески, шампуни, даже накладные шиньоны. Походку коров по подиуму начинают проводить за полгода до выставки. Особенно много времени и внимания уделяют вымени коровы, оно должно быть чистым и сухим и не беспокоить корову.

Готовиться к выставке фермеры начинают заранее, месяца за два. В это время коров начинают два раза в день обливать ледяной водой. Под воздействием холода у животных начинает отрастать подшерсток. Дело в том, что каждый фермер хочет показать свою корову в самом выгодном свете. И чтобы скрыть какие-то мелкие недостатки или, наоборот, подчеркнуть достоинства, коров стригут. Точнее, выстригают шерсть в определенных местах, да еще ее по-особому начесывают,



лакируют. Но гладкую коровью шерсть не очень-то пострижешь. Поэтому нужен подшерсток. Вот ледяной водой и стимулируют его рост.

Перед тем, как показать корову эксперту, также натирают ее в определенных местах мелом. Таким образом делают акцент на строении костяка, отдельных мышц: их тогда лучше видно. Конечно, животное должно быть чистым. Поэтому каждая корова выкупана с шампунем, вычесана, ее хвост красиво расчесан. Когда корове нужно опорожниться, ей под хвост сразу подставляют ведро, и после этого ее сразу обмывают в соответствующих местах.

При необходимости животных моют полностью, просушивая затем феном, чтобы коровы не простудились на сквозняке. Хвосты и челки моют шампунем и расчесывают – это придает образу завершенный вид. Рога и копыта также специально чистят и полируют.

Кстати, правильная подготовка одного животного занимает не меньше часа даже у профессионала.

Особое внимание уделяют вымени (рис. 1). Железистое вымя должно обладать достаточным объемом, быть подтянутым, крепко прикрепленным спереди и широко сзади, с крепкой поддерживающей связкой вымени и правильно расположенными (по центру доли) сосками. За несколько дней до выставки корову перестают доить. За это время вымя наполняется, напрягается, приобретает идеальную форму, хорошо прорисовываются молочные вены. Если подойти к такой корове и дотронуться до сосков, из них так и брызжет молоко.



Рис. 1. Отселекционированное вымя коров к машинному доению и молочная продуктивность – главные признаки при оценке животного (фото с сайта <https://www.royalfair.org/>)

Это отрицательно влияет на продуктивность животного. После выставки коровы снижают удои. А путешествия на большие расстояния

сказываются на их самочувствии и внешнем виде не самым лучшим образом, однако любой фермер знает, что никакие описания экстерьера и промеров на бумаге не заменят «личного знакомства». Потому животных и привозят на выставки и конкурсы с разных концов страны.

Зачем такие вынужденные меры? Фермеры идут на это, потому что, если их корова получит высокую оценку на выставке, особенно – если войдет в число лучших, они заработают на ней больше, чем на молоке. Так, от этих коров можно выгодно продать телят. Но, кроме того, в Канаде очень развита трансплантация эмбрионов крупного рогатого скота. И эмбрионы от лучших коров резервируют прямо на выставке. Вернувшись домой, фермер будет использовать свою корову-победительницу как источник эмбрионов. Для этого при помощи специальных препаратов стимулируют множественную овуляцию, осеменяют корову спермой лучших быков и получают за один раз до десяти эмбрионов. Их вымывают, замораживают и продают. Причем, происходит это не на каких-то опытных станциях, а на обычных фермах. Насколько это выгодно, можно судить по тому, что за одну дозу спермы лучших быков-производителей фермер платит 50–80 долларов. А эмбрионы стоят намного дороже.

Внешний вид – далеко не единственное, на что обращают внимание посетители и жюри выставок племенного скота. Ведь животные, которых разводят на племя, в первую очередь должны обладать высокопродуктивными товарными качествами: удоями, жирностью молока или выходом мяса (если порода мясная). Хоть и кажется сперва, что главное – внешние параметры, итоговое решение зависит от того, какова корова по характеру и молочности.

В Канаде внедрена государственная селекционная программа, действует соответствующий институт, сотрудники которого помогают фермерам в селекционно-племенной работе, контролируют ее, дают консультации. Компания SEMEX – активный участник программы, содержит племенных быков, обеспечивает фермеров спермой, помогает в ветеринарном обслуживании, реализации телят, трансплантации эмбрионов и т. д.

Есть интересная система оценки быков – не по потомству, а по ДНК. Обычно широкое использование быка-производителя начинается, когда его дочери уже доятся и показывают хорошую продуктивность. Но ждать результатов оценки по потомству надо несколько лет. В Канаде широкое распространение в последнее время получает использование так называемых геномных быков. В разведении их начинают использовать еще до того, как их дочки начнут доиться – по результатам исследований ДНК. Кроме того, популярны быки линейки

«Immunity+»: это производители, способные передать своему потомству крепкий иммунитет, что очень важно в условиях высокотехнологичных животноводческих ферм. Таких быков также отбирают по результатам исследований ДНК.

Таким образом комплексная оценка коров включает экстерьер (отличное анатомическое строение), материнские качества (регулярную плодовитость), продуктивность, продолжительность хозяйственного использования в комбинации с балльной оценкой генома.

Есть еще проблемы в улучшении экстерьера коров, недостаточно отселекционированном вымени, порой слабо выраженном молочном типе. Но это исправить не так просто. Чтобы вести целенаправленную селекцию по улучшению экстерьера, от крепости которого зависит и продолжительность продуктивного использования коровы в стаде, необходимо накопление данных по оценке производителей по экстерьеру его дочерей.

Нужно еще поучиться самой манере выводки животных, организовать подготовку водил, правильно вести корову. Она не должна бежать, ее шаги должны быть мелкими. У нас над этим нужно еще работать. Такую информацию можно видеть на сайтах зарубежных ассоциаций по разведению крупного рогатого скота, в репортажах с выставок животных.

Необходимо также подготовить квалифицированных специалистов по оценке животных. Хотелось бы обратить внимание на то, что мало вырастить красивое, крепкое и продуктивное животное. Его нужно умело подготовить и достойно вывести. Для подготовки коров к выводке уже и сейчас много делается. Коров не просто моют и стригут, но и завивают, покрывают лаком копыта и натирают специальными средствами волосяной покров до блеска. На подиум коровы выходят нарядными.

И все же выставка еще и шоу. Животные там чистые, красивые, нежирные, но и не слишком худые – как картинки. Лучшие из них получают награды, призы. Во время выставки проходят различные развлекательные мероприятия, конкурсы, в том числе – для детей.

В Украине уже традиционно в начале июня месяца на территории Национального комплекса «Экспоцентр Украины» в Киеве проходит Международная агропромышленная выставка «АГРО» – крупнейшая агропромышленная выставка в Украине и Восточной Европе. Одним из основных тематических направлений выставки является экспозиция Animal EX – демонстрация и аукцион племенных животных. Жюри или судейская коллегия определяет лучших коров-представительниц отдельных государственных или фермерских хозяйств, которые при-

няли участие в выставке.

Выставки и выводки в зоотехнической практике регламентированы законодательством Украины и многих других стран как обязательный элемент племенной работы. Ведь специалисты отрасли только на таких мероприятиях воочию могут увидеть лучшие достижения и скоординировать свой вектор движения в будущее скотоводства.

Весомые селекционные достижения, показатели развития животноводства и близкое расположение к месту проведения выставки позволяют ежегодно принимать участие ГП «Чайка» и выставлять лучших коров стада. Филиал «Дударков» является племенным заводом по разведению коров голштинской породы, поэтому в выставке принимают участие представительницы именно этой породы.

Учитывая накопленный материал за десятилетний период по выставочным коровам, было целесообразно проанализировать их продуктивность за высшую лактацию (как за первые 305 дней лактации, так и за всю лактацию), в т.ч. в поколениях, и воспроизводительную способность. Кроме того, за этот период выставочные животные выбывали из стада, поэтому по ним подсчитана их продолжительность жизни, сумма дойных дней, пожизненный удой и количество молочного жира, удой на 1 день хозяйственного использования (жизни). Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

При анализе данных этих таблиц следует отметить, что все представленные животные имели характерные для высокопродуктивных коров голштинской породы признаки: отличный молочный тип, выровненные формы экстерьера и хорошую упитанность. Молочная продуктивность выставочных коров за первые 305 дней лактации достаточно высокая 10-12,4 тыс. кг молока, причем такие удои наблюдались на третьей-четвертой лактации в то время, как у матерей этих коров удои были 9-11 тыс. кг молока и на второй лактации. Качество молока при смене поколений практически не изменялось с тенденцией уменьшения белкомолочности.

За время наблюдения за выставочными коровами из 13 еще 3 оставались в стаде и лактировали, причем корова Ливия UA 3201032144, которая трижды выставлялась на выставках, находилась на VII лактации. Продолжительность хозяйственного использования (от рождения до выбытия из стада) у выставочных коров колебалась от 2200 до 3650 дней. За это время животные имели по 3,1–6,5 лактаций. Шесть коров из десяти имели пожизненный удой больше 50 тонн, а Азалия UA 3201032065 больше всех – 68323 кг молока и 2514 кг молочного жира.

При очень многих положительных качествах выставочных коров

они имели и недостатки: длительный период лактаций и низкую воспроизводительную способность (КВ = 32,6–78,0 %).

Ежегодно организационный комитет Международных агропромышленных выставок «АГРО» в 2011–2019 гг. признавал выставленных коров с ГП «Чайка» чемпионками по голштинской породе с вручением Дипломов I степени. Отдавая должное руководству ГП «Чайка», всей селекционной и зооветеринарной службе хозяйства, хочется отметить доярку Лаврук Надежду Владимировну, которая сопровождала и ухаживала за коровами во всех выставках.

**Таблица 1. Молочная продуктивность выставочных коров и их матерей на Международных агропромышленных выставках «АГРО 2011–2019»**

| Кличка, инв. №, дата рождения выставочной коровы | Молочная продуктивность за высшую лактацию             |  |
|--|--|--|
|  | выставочной коровы (дочери)                            | матерей (за первые 305 дней лактации)    |
| Любава UA 2300162004<br>10.05.2007 р.            | III – 491 – 14114 – 10908 –<br>3,65 – 398 – 3,11 – 339 | IV – 14028 – 3,49 – 490                  |
| Руда UA 2300162606<br>17.05.2007 р.              | III – 450 – 14678 – 11696 –<br>3,62 – 423 – 3,05 – 357 | II – 11723 – 3,45 – 405 –<br>3,13 – 367  |
| Незгода UA 2300162597<br>28.04.2007 р.           | II – 444 – 12562 – 10374 –<br>3,52 – 365 – 3,01 – 312  | Нет данных                               |
| Кубинка UA 3201032106<br>17.07.2009 р.           | II – 341 – 10407 – 9945 –<br>3,83 – 380 – 3,16 – 315   | II – 10961 – 3,70 – 405 –<br>3,15 – 345  |
| Карета UA 2300162800<br>11.03.2008 р.            | IV – 471 – 13421 – 10097 –<br>3,80 – 384 – 3,18 – 321  | II – 9088 – 3,61 – 328 –<br>3,17 – 288   |
| Ливия UA 3201032144<br>17.09.2009 р.             | IV – 637 – 19362 – 12156 –<br>3,76 – 457 – 3,08 – 375  | III – 7277 – 3,53 – 257 –<br>3,04 – 221  |
| Чубарка UA 3201079913<br>19.03.2010 р.           | IV – 349 – 12036 – 11109 –<br>3,59 – 398 – 3,08 – 342  | III – 10625 – 3,70 – 393 –<br>3,16 – 336 |
| Азалия UA 3201032065<br>10.06.2009 р.            | VI – 440 – 14485 – 11610 –<br>3,77 – 437 – 3,12 – 362  | IV – 9012 – 3,69 – 444 –<br>3,18 – 286   |
| Нива UA 3201114762<br>15.10.2011 р.              | IV – 357 – 12708 – 11572 –<br>3,65 – 422 – 3,04 – 351  | II – 8828 – 3,54 – 312 –<br>3,09 – 272   |
| Англия UA 3201114680<br>31.07.2011 р.            | III – 582 – 18554 – 11025 –<br>3,80 – 419 – 3,08 – 339 | III – 10078 – 4,13 – 416 –<br>3,18 – 321 |
| Малютка UA 2600372967<br>07.08.2013 р.           | II – 415 – 15201 – 11967 –<br>3,65 – 437 – 3,11 – 372  | IV – 10951 – 3,77 – 413 –<br>3,10 – 339  |
| Кава UA 8010352559<br>02.09.2014 р.              | II – 667 – 18398 – 11311 –<br>3,57 – 404 – 3,02 – 341  | III – 10486 – 3,84 – 403 –<br>3,07 – 322 |
| Бавовна UA 3201114766<br>01.11.2011 р.           | IV – 416 – 14873 – 12358 –<br>3,65 – 451 – 3,04 – 376  | IV – 10143 – 3,78 – 383 –<br>3,06 – 310  |

Таблица 2. **Пожизненная продуктивность выставочных коров**

| Кличка, инвентарный № выставочной коровы | Продолжительность хозяйственного использования |          | Сумма дойных дней | Пожизненный удой, кг | Пожизненное количество молочного жира, кг | Удой на 1 день хозяйственного использования, кг | КВ, % |
|--|--|----------|-------------------|----------------------|---|---|-------|
|  | дней   | лактаций |                   |                      |   |   |       |
| Любава<br>UA 2300162004                  | 2281   | 3,3      | 1310              | 34443                | 1228                                      | 15,1  | 64,5  |
| Руда<br>UA 2300162606                    | 2700   | 4,0      | 1592              | 46238                | 1680                                      | 17,12   | 54,1  |
| Незгода<br>UA 2300162597                 | 2161   | 3,1      | 1056              | 30417                | 1050                                      | 14,07   | 67,8  |
| Кубинка<br>UA 3201032106                 | 3351   | 5,0      | 2251              | 52427                | 2010                                      | 15,65   | 32,6  |
| Карета<br>UA 2300162800                  | 3635   | 4,0      | 1847              | 47596                | 1745                                      | 13,10   | 50,2  |
| Ливия*<br>UA 3201032144                  | находится в стаде                              |          |                   |                      |   |   |       |
| Чубарка<br>UA 3201079913                 | 3084   | 6,1      | 1985              | 60288                | 2290                                      | 19,55   | 95,2  |
| Азалия<br>UA 3201032065                  | 3310   | 6,5      | 2116              | 68323                | 2514                                      | 20,64   | 77,2  |
| Нива<br>UA 3201114762                    | 3356   | 6,0      | 2174              | 62628                | 2392                                      | 18,7  | 43,5  |
| Англия<br>UA 3201114680                  | 2816   | 5,0      | 1924              | 57380                | 2123                                      | 20,4  | 78,0  |
| Малютка*<br>UA 2600372967                | находится в стаде                              |          |                   |                      |   |   |       |
| Кава*<br>UA 8010352559                   | находится в стаде                              |          |                   |                      |   |   |       |
| Бавовна<br>UA 3201114766                 | 3033   | 5,2      | 1886              | 59238                | 2181                                      | 19,53   | 60,2  |

Примечание: \* – коровы из стада еще не выбрали и продолжают лактировать.

Таким образом, выставка крупного рогатого скота – это один из основных инструментов селекционной работы. Сейчас создаются новые внутрипородные типы, новые породы животных с улучшенными качествами роста, привеса, удойности. Выставки молочного скота призваны помочь в решении новых технологий, новых селекционных достижений, с использованием генетических и биоинженерных методов. Выставки призваны помочь в этом аспекте и обеспечить ежегодный осмотр имеющегося поголовья и определить направления ведения селекционной работы. Неудивительно, что выставки крупного рогатого скота привлекают повышенное внимание и с каждым годом оно будет

все увеличиваться (с улучшением качества поголовья, конечно).



Рис 2. Корова Ливия UA 3201032144 – чемпионка голштинской породы на XXVIII Международной агропромышленной выставке АГРО–2016

Подобные мероприятия необходимы для успешного развития отрасли молочного скотоводства, для обмена опытом, для разработки новых методов селекции, технологий содержания и кормления животных, расширения информационного поля в этой области.

Кроме того, благодаря таким проектам, происходит реклама непосредственно самих товаропроизводителей. Потенциальные покупатели могут оценить не только продукт, который они хотят приобрести, к примеру, коров, но и телочек, нетелей, предшествующих их получению. Практика проведения выставок, выводок, аукционов в настоящее время широко распространена во всех развитых странах. Надеемся, что в недалеком будущем подобного рода проекты получат широкое распространение и в Украине.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Виставка племінних тварин та птиці. – Режим доступа: URL: <https://www.ukragroexpo.com/vystavka-pleminnykh-tvaryn-ta-ptytsi>.
2. Выставка племенных животных «Звезды Подмосковья-2019» проводится в регионе 23-й раз. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/561/1571.php>.
3. Выставка-продажа коров world beef expo. – Режим доступа: <https://expo-america.ru/exhibitions/beefexpo2020ml>.
4. Кеменэр Анн-Мари. Юбилей SPACE – событие не только для фермеров страны / Животноводство России. – 2016. – Июль. – С. 72–73.
5. Лебедько, Е. Я. Выставки, выводки и аукционы племенных сельскохозяйственных животных и птицы: учебное пособие / Е. Я. Лебедько. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 140 с.

6. Необычная «Плюшевая» корова. – Режим доступа: URL: <https://agrostory.com/info-centre/knowledge-lab/unusual-plush-cow/>.
7. Никитин, Ю. Первые сельскохозяйственные выставки в России / Ю. Никитин // Мир выставок. – 2015. – № 67. – Сентябрь-октябрь. – С. 10–12.
8. Правила отбора животных для участия в выставке «Белые Ночи 2016». – Режим доступа: URL: <https://pandia.ru/text/80/561/1571.php>.
9. Прокопенко, О. А. А вы бывали на выставке коров? / О. А. Прокопенко // Режим доступа: URL: <https://agrostory.com/info-centre/knowledge-lab/have-you-been-to-the-exhibition-of-cows/>
10. Республиканский конкурс «Лучшая племенная корова молочной породы-2020». – Режим доступа: URL: <https://www.vsavm.by/2020/10/09/respublikanskij-konkurs-luchshaya-plemennaya-korova-molochnoj-porody-2020/>.
11. Соболев, Н. SPACE 2019: космические технологии на планете животноводства / Н. Соболев // Животноводство России. – 2019. – Ноябрь. – С. 56–60.
12. Чернышова, Е. Выставка коров / Е. Чернышова // Режим доступа: URL: <https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/tehnologi/vystavka-korov.html>.
13. Supreme Dairy Champion Polls. – Режим доступа: URL: <https://www.royalfair.org/agriculture/champions-showdown/dairy/>.



# КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ

УДК 636.4.084

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДКИСЛИТЕЛЯ В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ

Н. А. САДОМОВ, Л. А. ШАМСУДДИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 11.01.2021)

*В статье проведен обзор известных органических кислот, применяемых в животноводстве. Их использование в кормлении животных получило широкое распространение. Органические кислоты с различной эффективностью влияют на организм животного. А значит перед выбором необходимо изучить форму кислоты и механизм ее действия. Подкислители на основе органических кислот используются в кормлении и являются для животных обычными, которые образуются в пищеварительном тракте и в процессе обмена веществ. В корма можно добавлять смеси этих кислот, чтобы полнее использовать разносторонний спектр их действия против патогенных микроорганизмов. Названы комбинированные добавки, содержащие органические кислоты, применяемые в профилактике болезней желудочно-кишечного тракта молодняка. В данной статье описан опыт изучения и использования в условиях производства препарата «Ватер Трит® жидкий».*

**Ключевые слова:** поросята, профилактика, желудочно-кишечный тракт, органические кислоты.

*The article provides an overview of the known organic acids used in animal husbandry. Their use in animal feeding has become widespread. Organic acids affect the body of animals with various efficiency. So, before choosing, you need to study the form of the acid and the mechanism of its action. Acidifiers based on organic acids are used in feeding. These acids are common for animals as they are formed in the digestive tract and in the process of metabolism. Mixtures of these acids can be added to the feed to make full use of the versatile spectrum of their action against pathogenic microorganisms. The combined additives containing organic acids used in the prevention of gastrointestinal diseases of young animals are named. This article describes the experience of studying and using the drug «Water Trit® liquid» in the production environment.*

**Key words:** young pigs, prevention measures, digestive tract, organic acids.

**Введение.** Основными заболеваниями, снижающими продуктивность молодняка, являются расстройства желудочно-кишечного тракта, спровоцированные нарушениями технологических требований и обусловленные физиологическими особенностями пищеварения в этот

период. Рациональная профилактика и лечение животных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта особенно актуальны в связи с широким распространением этой патологии в хозяйствах республики [4].

Органические кислоты с различной эффективностью влияют на организм животного. А значит перед выбором необходимо изучить форму кислоты и механизм ее действия.

Фумаровая (трансэтилен-1,2-дикарбоновая) кислота представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, кисловатого вкуса, плохо растворимый в воде, негигроскопичный, устойчивый к окислению и колебаниям температуры. Фумаровая кислота практически нетоксична. Кислота участвует в ряде ключевых реакций энергетического, структурного и ферментного обеспечения. Прежде всего она является незаменимой частью цикла трикарбоновых кислот – универсального звена в аэробном процессе образования биологической энергии. Энергетические емкости молекулы фумаровой кислоты и глюкозы равны. Поэтому, учитывая более короткий путь фумаровой кислоты к энергообразованию по сравнению с глюкозой, ее можно использовать для экстренного синтеза АТФ при стрессовых воздействиях и критических состояниях (В.С. Бузлама и др.).

Академик В. И. Фисинин в своих исследованиях доказал положительное влияние фумаровой кислоты на усвоение азота и жира, которые повышались соответственно на 4,7 и 2,72 % соответственно. Отложение обменной энергии в продукцию по результатам опытов повышалось на 3,03–3,99 %. Соответственно потери энергии в виде теплотпродукции уменьшались на 6,14–8,31 %. В зависимости от дозировок и продолжительности применения ее можно использовать в животноводстве как антистрессовый препарат, стимулятор продуктивности [7].

В своих исследованиях по использованию фумаровой кислоты в рационах поросят R. Fallon получил на 7,9 % выше прирост живой массы в опытной группе, чем в контроле. Поросята получавшие добавку лучше использовали питательность рациона [12].

Как отмечают зарубежные ученые, включение в рацион поросят отъемышей фумаровой кислоты оказывает более выраженное действие в рационах с низким содержанием молока, так как молочные продукты содержат лактозу, которая в желудке сбраживается до молочной кислоты, уменьшая рН содержимого кишечника. D. Giesting и соавторы установили, что увеличение потребления корма и привесов на включение фумаровой кислоты наилучшим образом сказывается в первые две недели после отъема. Наилучшие результаты применения органиче-

ских кислот именно в этот период объясняется недостаточной выработкой соляной кислоты, а затем их эффективность постепенно снижается при формировании полноценного пищеварения у свиней после отъема [13].

С. Савченко, Д. Дрожжачих в опытах по использованию органических кислот установили, что на 1 кг прироста живой массы поросят опытной группы расходовалось на 1,9 % меньше корма, чем в контроле. Благодаря высокой сохранности поросят в опытной группе и снижению затрат кормов снизилась себестоимость 1 кг прироста на 3,2 % [6].

Молочная кислота – сиропообразная, бесцветная или слегка желтоватая жидкость, имеет очень кислый вкус и слабый специфический запах. Ее можно смешивать в любых соотношениях с водой, плотность кислоты 1,22 г/см<sup>3</sup>. По токсикологическим параметрам молочная кислота относится к четвертому разряду токсичности (малотоксичная). Механизм деструктивного действия молочной кислоты на патогенную микрофлору – это блокирование репликации (размножения) бактерий вследствие повреждения синтеза ДНК, посредством диссоциации кислотных остатков. Существенная роль молочнокислых бактерий заключается в расселении на слизистой оболочке желудка и тонкой кишки. Молочная кислота полностью усваивается организмом. По сравнению с другими кислотами она имеет существенные преимущества, поскольку не исключает прямое действие метаболита на гипофиз по типу гормонов и адаптогенов [5].

Бензойная кислота обладает высокой бактерицидной и бактериостатической активностью, резко возрастающей с уменьшением pH среды. Благодаря этим свойствам, а также нетоксичности ее применяют как консервант в пищевой промышленности, как антисептик в медицине. Бензойная кислота и ее соли подавляют в микробных клетках активность ферментов, влияющие на окислительно-восстановительные реакции, а также ферментов, расщепляющих жиры и крахмал. Этот консервант подавляет рост дрожжей и бактерий маслянокислого брожения. На бактерии уксуснокислого брожения они влияют несколько меньше и совсем незначительно на молочнокислую флору и плесень [11, 15].

В организме бензойная кислота дает два метаболита, которые выделяются с мочой – гипуровую и бензоилглюкуроновую кислоты. Гипуровая является биологическим детоксикантом печени. Когда микрофлора кишечника действует на азотные субстраты, в кишечнике создается большое количество аммиака. Он попадает в вену, потом в печень. В печени аммиак детоксицируется (биосинтез карбамида) и вы-

деляется как неядовитое соединение через почки. Бензойнокислый натрий связывает аминокислотный и свободный азот, снижает токсическое воздействие аммиака на организм и уменьшает выделение его с мочой в окружающую среду [8].

С 2003 года бензойная кислота была одобрена ЕС в качестве кормовой добавки для выращивания свиней в дозе 0,5–1,0 % [16].

Зарубежными учеными было изучено влияние бензойной кислоты в рационах с повышенным содержанием клетчатки. Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что включение в рацион 5 грамм бензойной кислоты на килограмм корма помогает лучше усваивать корма с высоким содержанием клетчатки [11].

В результате опытов проведенных Б. Эббинге на свиньях было установлено, что бензойная кислота накапливается в желудке и тонкой кишке. Вероятно, она диссоциирует не так быстро, как другие органические кислоты [9, 10].

Д. Васильев и Д. Головачева в ходе апробации исследований установили, что при включении в рацион препаратов на основе бензойной кислоты повышается живая масса на 2,5–14 % и снижаются затраты кормов на 0,05 кг в опытных группах по сравнению с контрольной [1].

В ходе исследований Т. Клименко изучала использование лимонной кислоты в животноводстве. Она описала ее действие в качестве синергиста антиоксидантов, который связывает соли тяжелых металлов, образуя комплексные хелатные соединения, и тем самым, помогает антиоксидантам более полно проявлять свое действие.

Зарубежные ученые также проводили исследования [14] по использованию лимонной кислоты в кормлении свиней. При введении ее в рацион поросят увеличивались среднесуточные приросты, улучшалась конверсия корма и переваримость питательных веществ.

Группа ученых установила связь электролитного баланса кормов с величиной кислотосвязывающей способности. Кислотосвязывающая способность – это свойство, характеризующее буферность ингредиентов. Некоторые компоненты комбикормов способны понижать общую кислотность корма и нейтрализовывать соляную кислоту при попадании в желудок. Изменение кислотосвязывающей способности корма влияет на продуктивность гораздо больше, чем добавление в него отдельных кислот. Высокая кислотосвязывающая способность корма может исключать проявления действия добавок органических кислот и даже снижать продуктивность животных, то есть повышение продуктивности под влиянием органических кислот зависит от кислотосвязывающей способности корма [3].

На основе полученных знаний созданы кормовые добавки для регуляции обмена веществ, но эффективность их не одинакова, поскольку принципы их разработки, критерии оценки и цели создания были разными. В большинстве случаев предлагаемые продукты позитивно влияют на продуктивность, однако исследования продолжаются, так как имеющиеся знания не обеспечивают устойчивого получения ожидаемых результатов [2].

Цель работы – определить влияние подкислителя на продуктивные качества поросят на дорастивании.

**Основная часть.** В условиях ОАО «Агрокомбинат Восход» Могилевского района было проведено две серии опытов. По принципу аналогов на участке № 9-1 с учетом породы, возраста и физиологического состояния были сформированы четыре группы свиней на дорастивании по 20 голов в каждой. Животные всех групп содержались в условиях технологии, принятой в хозяйстве. В период проведения опыта поросята в качестве основного рациона получали комбикорм КД-С-11 МГЛ-10 Б до 42 дней в состав которого входили (%): пшеница 4 кл. – 20, ячмень 2 кл. – 10,3, ячмень шелушенный экструдированный – 41,5, шрот соевый СП 44-46 % – 3,5, «микромель» – 13, мука рыбная СП 65–60 % – 5, масло подсолнечное – 3, монокальцийфосфат – 0,5, мел кормовой – 0,7, токсфин – 0,2, ДКС 3 А 1202024 – 2. В период от 43 дней и до конца проведения опыта поросята получали комбикорм КД-С-16 МГЛ-29 в состав которого входили (%): пшеница 4 кл. – 35,5, ячмень 2 кл. – 25,4, ячмень шелушенный экструдированный – 13,1, шрот соевый СП 40-44 % – 5, «микромель» – 8, мука рыбная СП 65–60 % – 5, масло подсолнечное – 3, монокальцийфосфат – 0,7, мел кормовой – 0,4, токсфин – 0,4, ДКС 3 А 1603025 – 3.

Вводили препарат в основной рацион двумя курсами по 14 дней с перерывом 2 недели между ними. Животные контрольной группы получали основной рацион.

Выращивание поросят – очень сложный технологический процесс в свиноводстве. После отъема молодняк не обладает еще стойкой иммунной системой, поэтому еще очень восприимчив к заболеваниям. Именно в этот стрессовый период поросята особенно нуждаются в сбалансированном питании и оптимальных условиях микроклимата. В табл. 1 представлены результаты интенсивности роста молодняка.

Таблица 1. Интенсивность роста свиней на дорастивании при использовании подкислителя «Ватер Трит® жидкий»

| Группы     | Среднесуточный прирост, г | В % к контролю | Затраты корма на 1 кг прироста, к.ед. |
|------------|---------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1-контроль | 506±67,4                  | 100,0          | 3,52                                  |
| 2-опыт     | 519±63,4                  | 102,56         | 3,60                                  |
| 3-опыт     | 574±87,3*                 | 113,44         | 3,42                                  |
| 4-опыт     | 549±63,2                  | 108,50         | 3,71                                  |

\* – P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001.

Проведенный анализ состояния выращивания свиней на дорастивании в ОАО «Агрокомбинат «Восход» показывает, что введение в рацион подкислителя имеет положительное влияние на прирост живой массы. Как видно из табл. 1 в начале опыта разница по живой массе контрольной и опытных групп была незначительной и составляла от 9,20 кг до 9,40 кг в опытных, 9,30 кг – в контрольной группе. В конце исследований разница по живой массе между поросятами этих групп была более существенная: 28,60 кг, 30,50 кг, 29,50 кг в опытных группах и 28,05 кг в контрольной. Использовании «Ватер Трит® жидкий» в опытных группах повысило среднесуточные приросты: на 2,56 п. п. во второй, на 13,44 п. п. (P<0,05) в третьей и на 8,50 п. п. в четвертой по отношению к контрольной группе. Наименьшими затратами кормов на производство 1 кг прироста характеризуются свиньи третьей опытной группы, значение этого показателя составило 3,42 к. ед.

К числу микроэлементов, постоянно входящих в состав органов и тканей животных относят железо, марганец, цинк, медь, кобальт, из макроэлементов – кальций, фосфор, магний и другие.

Кальций и его соединения один из основных элементов строения организма животных. Практически весь кальций связан с фосфором и участвует в формировании скелета. Причем в регулировке концентрации кальция непосредственное участие принимает витамин Д. Содержание кальция в крови соответствует содержанию в сыворотке крови, где его и определяют.

Фосфор наряду с кальцием является составной частью тканей организма и принимает участие в белковом, углеводном, жировом и водно-солевом обмене. В плазме крови фосфор пребывает в виде органических и неорганических соединений. Определенное физиологическое соотношение между кальцием и фосфором должно поддерживаться независимо от изменения концентрации в сыворотке крови каждого элемента.

Результаты исследований минерального обмена в организме свиней на дорастивании представлены в табл. 2.

Таблица 2. Биохимические показатели крови поросят на дорастивании

| № п/п      | Общ. кальций, ммоль/л | Неорг. фосфор, ммоль/л | Резерв. щелочность, мг% | Холестерин, ммоль/л |
|------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1-контроль | 2,70±0,09             | 2,87±0,11              | 242±4,56                | 2,38±0,14           |
| 2-опыт     | 2,62±0,11             | 2,33±0,21              | 242±4,56                | 2,12±0,06           |
| 3-опыт     | 2,61±0,10             | 3,01±0,85              | 245±4,26*               | 2,18±0,12           |
| 4-опыт     | 2,72±0,11             | 2,84±0,13              | 239±8,67                | 1,82±0,08           |

P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001.

После введения двух курсов подкислителя самое высокое значение общего кальция наблюдалось в четвертой опытной группе, что на 0,74 % выше контроля. Необходимо отметить, что содержание кальция в сыворотке крови поросят на дорастивании не выходило за пределы физиологической нормы 2,25–3,7 ммоль/л. Практически аналогичная ситуация по количеству содержания неорганического фосфора, только в 70-дневном возрасте наибольший показатель имели животные третьей опытной группы, что на 4,88 % выше чем в контрольной группе. По содержанию неорганического фосфора некоторые значения превышали порог физиологической нормы (1,6–2,6 ммоль/л), что может указывать на передозировку витамина Д, высококонцентрированный тип кормления, острую форму остеодистрофии. В сыворотке крови, полученной через 16–20 часов со времени отбора проб, уровень неорганического фосфора, повышается за счет расщепления органических соединений, поэтому его определение рекомендуется проводить в цельной крови, белки которой осаждены сразу после отбора проб.

Показатель резервной щелочности был достоверно выше в третьей опытной группе на 1,24 % (P<0,05), чем значение в контрольной группе.

К основным показателям липидного обмена относят триглицериды или нейтральные жиры, свободный холестерин и эфиры холестерина, фосфолипиды, незтерифицированные жирные кислоты. Холестерин – компонент жирового обмена, участвует в построении мембран клеток, синтезе половых гормонов и витамина Д. К концу проведения научно-хозяйственного опыта в возрасте 70 дней самая высокая концентрация холестерина была в контрольной группе, а самый низкий показатель в четвертой опытной группе.

**Заключение.** Таким образом, по большинству зоотехнических показателей использование подкислителя «Ватер Триг® жидкий» на всем протяжении опыта имело положительное влияние на рост и развитие животных. Использование этой кормовой добавки оказало положительное влияние на обменные процессы в организме свиней, о чем свидетельствуют полученные результаты исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Д. Антибактериальный препарат с бензойной кислотой / Д. Васильев, Д. Головачев // Комбикорма. – 2007. – №1. – С. 90–91.
2. Кормление сельскохозяйственных животных. Пер. с немецкого / Под редакцией и с предисловием Ибатуллина И. И., Проваторова Г. В. – Винница, 2003. – 384 с.
3. Крюков, В. С. Управление кислотосвязывающей способностью и электролитным балансом в кормах для свиней / Крюков В. С., Глебова И. В., Зиновьев С. В. // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2018. – №4. – С. 87–97.
4. Макаревич, Г. Ф. Использование органических кислот в профилактике болезней молодняка крупного рогатого скота / Г. Ф. Макаревич и др. // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2019г. – Т. 55, вып. 1. – С. 62–67.
5. Миколайчик, И. Н. Использование молочнокислой кормовой добавки при выращивании поросят / И. Н. Миколайчик, И. А. Никулина // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – №7. – С. 22–30.
6. Савченко, С. Подкислители кормов – опыт использования в условиях ОАО «Омский бекон» / С. Савченко, Д. Дрожжачих // Свиноводство. – 2003. – №3. – С. 14–16.
7. Фисинин, В. И. Применение фумаровой кислоты в животноводстве / В. И. Фисинин, Т. М. Околенова / Зоотехния. – 1989. – №11. – С. 35–38.
8. Шилов, А. В. Стимуляция роста поросят с использованием параамибензойной кислоты / А. В. Шилов, В. В. Стеньшин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – №3. – С. 59–63.
9. Эббинге, Б. Органические кислоты в рационах свиней при выращивании и откорме / Б. Эббинге // Комбикорма. – 2005. – №3. – С. 63–64.
10. Эббинге, Б. Подкислители улучшают корма / Б. Эббинге // Животноводство России. – 2004. – №9. – С. 34–35.
11. Buhler, K. Influence of benzoic acid in high fibre diets on nutrient digestibility and VFA production in growing / finishing pigs / K. Buhler [et al.] // Archives of Animal Nutrition. – 2009. – Vol. 63, № 2. – P. 127–136.
12. Fallon, R. Acidification – the natural way to health / R. Falon // Feed Compounder. – 1987. – Vol.7. – №8. – P. 33–35.
13. Giesting, D. Response of starter pigs to supplementation of corn-sogbean meal diets with organic acids / D. Giesting, R. Easter // Journal of Animal Science. – 1985. – Vol. 60. – №5. – P. 1288–1294.
14. Grella, E. The influence of citrus acid addition on the performance and carcass fatness of fattening pigs fed diets supplemented with lupin or horse bean seeds / E. Grella // Livestock Environment. – 1988. – Vol. 3. – P. 399–403.
15. Guingand, N. Effect of benzoic acid on pig performance and ammonia / N. Guingand, J. Broz // Feed Tech. – 2005. – Vol. 9. – № 8. – P. 26–27.
16. Partanen, K. H. Organic acids for performance enhancement in pig diets / K. H. Partanen, Z. Mroz // Nutrition Research Rev. – 1999. – Vol. 12. – P. 117–145.



## **СИСТЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ АКТИВИЗАЦИЮ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ, ВЫСОКУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ**

**В. Ф. РАДЧИКОВ, В. П. ЦАЙ, Г. В. БЕСАРАБ,**

*РУП «Научно практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160*

**А. Я. РАЙХМАН, И. С. СЕРЯКОВ, В. А. ГОЛУБИЦКИЙ**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 14.01.2021)*

*Изучена эффективность выращивания телят в возрасте 10–65 дней с использованием заменителя цельного молока. Различия в кормлении заключались в следующем – телятам контрольной группы выпаивали молоко цельное, а молодняку опытной группы – заменитель цельного молока. Изучение поедаемости кормов показало, что включение в рационы телят молока цельного и заменителя цельного молока оказало положительное влияние на потребление корма. В 1 кг молочного продукта содержалось обменной энергии 16,6 МДж, сырого протеина – 200 г, сырого жира – 160 г, сырой клетчатки – 15 г. В рационах содержалось 2,52 и 2,49 корм.ед., где на 1 кг сухого вещества приходилось 1,54–1,72 корм. ед., на 1 кормовую единицу находилось 119,4–116,7 г переваримого протеина. По количеству сырого протеина между группами значительных различий не установлено. Данный показатель находился в пределах 345,6–353,5 граммов.*

*На основании анализа установлено, что в крови опытных животных увеличено содержание лейкоцитов на 7,7 %, гемоглобина – на 2,9 %, общего белка – на 2,8 %. В то же время концентрация мочевины, эритроцитов снизилась на 4,3 и 1,6 % по отношению к контрольным значениям. Результаты исследований показали, что наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие рацион с цельным молоком, в связи с чем, валовой прирост молодняка I группы за опыт оказался выше на 2,5 % по отношению к животным II группы. Скармливание заменителя цельного молока телятам в возрасте 10–65 дней обеспечило снижение стоимости суточного рациона на 38,28 рублей, что способствовало снижению себестоимости прироста живой массы телят на 16,3 %.*

**Ключевые слова.** *молодняк крупного рогатого скота, цельное молоко, заменитель цельного молока, заменитель сухого обезжиренного молока, заменитель обезжиренного молока, рационы, кровь, продуктивность, экономическая эффективность.*

*The effectiveness of raising calves aged 10–65 days using a calf milk replacer was studied. The differences in feeding were as follows – the calves of the control group were given whole milk, and the young animals of the experimental group were given a calf milk replacer. The study of feed preference showed that the inclusion of whole milk and calf milk replacer in the calves' diets had a positive effect on feed consumption. 1 kg of dairy product contained 16.6 MJ of metabolic energy, 200 g of crude protein, 160 g of crude fat, and 15 g of crude fiber. The diets contained 2.52 and 2.49 feed units, where 1 kg of dry matter accounted for 1.54–1.72 feed units, and 1 feed unit contained 119.4–116.7 g of digestible protein. There were*

no significant differences in the amount of crude protein between the groups. This indicator was in the range of 345.6–353.5 grams.

The analysis revealed that the content of white cells in the blood of experimental animals was increased by 7.7 %, that of hemoglobin and total protein – by 2.9 % and 2.8 %, respectively. At the same time, the concentration of urea and red blood cells decreased by 4.3 and 1.6 % compared to the control values. The results of the studies showed that calves that consumed a diet with whole milk had the greatest growing power, and therefore, the gross increment of young animals from group I over the course of the experiment was higher by 2.5 % compared to animals from group II. Feeding the calf milk replacer to calves aged 10–65 days provided a reduction in the cost of the daily ration by 38.28 rubles, which contributed to a reduction in the cost of the live weight gain of calves by 16.3 %.

**Key words:** young animals of the cattle, whole milk, calf milk replacer, non-fat milk solids replacer, cream-free milk replacer, rations, blood, fecundity, economic efficiency.

**Введение.** Система выращивания молодняка крупного рогатого скота на мясо разделяется на три технологических цикла: выращивание, доразщивание, откорм которые включают в себя молочный и послемолочный период, период интенсивного роста, заключительный откорм [1–3].

Правильное выращивание телят имеет решающее значение для успешного молочного или мясного скотоводства. Только здоровые телята могут полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности. Пищеварительная система новорожденных телят отличается незавершенностью развития: у них слабо развиты преджелудки: в первые три недели жизни теленка соотношение объемов рубца и сычуга составляет 1:2; у 6-недельного – 2:3; у 8-недельного – 3:2; у 10-недельного – 2:1. А у взрослого животного на сычуг приходится только 8 % общей емкости желудка, тогда как на рубец – 80 % [4, 5].

При скармливании телятам жидкого корма в больших количествах, а этот вид корма для телят младшего возраста наиболее привлекателен по вкусу, животные поедают относительно меньше сухих кормов. Со второго месяца телят постепенно приучают к растительным кормам [6–10].

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 и биологически активных веществ.

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.

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 [11–15].

Цель исследований – изучить эффективность выращивания телят в возрасте 10–65 дней с использованием заменителя цельного молока.

**Основная часть.** Для выполнения поставленной цели отобраны образцы кормов, используемые в кормлении телят (молочные корма, комбикорм КР-1, зерносмесь, сено злаково-бобовое, соевый шрот). Анализ химического состава кормов проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Исследования проведены по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

| Группа        | Кол-во животных, голов | Продолжительность опыта, дн. | Характеристика кормления  |
|---------------|------------------------|------------------------------|---|
| I контрольная | 10                     | 55                           | Основной рацион (ОР) – цельное молоко, мюсли, сено, сенаж, комбикорм КР-1 |
| II опытная    | 10                     | 55                           | ОР + ЗЦМ  |

Для научно-хозяйственного опыта отобрано две группы телят средней живой массой 44,3–45,6 кг. Животные находились индивидуально в домиках. Продолжительность учетного периода составила 55 дней. Кормление телят в течение опыта осуществлялось дважды в сутки, поение из ведер. ЗЦМ приготавливали перед каждой выпойкой в соотношении 1:9. Приучение к потреблению осуществляли постепенно, в течение 5 дней.

Различия в кормлении заключались в следующем – телятам контрольной группы выпаивали молоко цельное, а молодняку опытной группы – заменитель цельного молока. Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях: кормление осуществлялось два раза в сутки, поение из автопоилок, содержание животных беспривязным.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы. Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel. Для проведения исследований разработан опытный заменитель цельного молока (табл. 2).

Таблица 2. Состав и питательность опытного ЗЦМ

| Ингредиент, %                  | ЗЦМ   |
|--------------------------------|-------|
| Молочные белки                 | 36,99 |
| Сывороточно-жировой концентрат | 32,0  |
| Растительные белки             | 30,0  |
| Витаминно-минеральный комплекс | 1,0   |
| Ароматическая добавка          | 0,01  |
| В 1 кг содержится:             |       |
| Обменной энергии, МДж          | 16,6  |
| Сырого протеина, г             | 200   |
| Сырого жира, г                 | 160   |
| Сырой клетчатки, г             | 15    |

В 1 кг молочного продукта содержалось обменной энергии 16,6 МДж, сырого протеина – 200 г, сырого жира – 160 г, сырой клетчатки – 15 г. К высококрахмалистым концентратам (мюсли, комбикорм КР-1) телят начинали приучать с 14-дневного возраста. Именно эти твёрдые корма в данный момент наилучшим образом стимулируют развитие ворсинок и абсорбирующую способность рубца, ускоряя развитие преджелудочного пищеварения (в отличие от молока и его заменителей в жидком виде, минуя рубец), а впоследствии и его целлюлолитическую активность. Включение в рационы телят молока цельного и заменителя цельного молока оказало положительное влияние на потребление корма (табл. 3).

Таблица 3. Рационы подопытных животных (по фактически съеденным кормам)

| Корма и питательные вещества | Группа |      |        |      |
|------------------------------|--------|------|--------|------|
|                              | I      |      | II     |      |
|                              | кг     | %    | кг     | %    |
| Молоко цельное               | 6,00   | 64,3 | –      | –    |
| Заменитель цельного молока   | –      | –    | 0,75   | 66,3 |
| Комбикорм КР-1               | 0,46   | 21,6 | 0,45   | 21,3 |
| Мюсли                        | 0,20   | 9,0  | 0,17   | 7,6  |
| Сено злаковое                | 0,20   | 4,0  | 0,18   | 3,3  |
| Сенаж разнотравный           | 0,15   | 1,1  | 0,13   | 1,5  |
| В рационе содержится         |        |      |        |      |
| Кормовых единиц              | 2,52   |      | 2,49   |      |
| Обменной энергии, МДж        | 22,90  |      | 20,61  |      |
| Сухого вещества, кг          | 1640,0 |      | 1448,8 |      |
| Сырого протеина, г           | 353,5  |      | 345,6  |      |
| Переваримого протеина, г     | 301,0  |      | 291,0  |      |
| Сырого жира, г               | 236,0  |      | 149,0  |      |
| Сырой клетчатки, г           | 95,9   |      | 93,7   |      |
| Крахмала, г                  | 64,1   |      | 54,7   |      |
| Сахара, г                    | 270,1  |      | 240,5  |      |
| Кальция, г                   | 16,6   |      | 16,3   |      |
| Фосфора, г                   | 10,6   |      | 9,5    |      |
| Магния, г                    | 1,6    |      | 1,3    |      |
| Калия, г                     | 14,0   |      | 14,9   |      |
| Серы, г                      | 2,5    |      | 2,8    |      |
| Железа, мг                   | 179,0  |      | 192,0  |      |
| Меди, мг                     | 10,9   |      | 12,4   |      |
| Цинка, мг                    | 83,0   |      | 97,4   |      |
| Марганца, мг                 | 90,0   |      | 113,0  |      |
| Кобальта, мг                 | 2,1    |      | 2,7    |      |
| Иода, мг                     | 0,7    |      | 1,3    |      |
| Каротина, мг                 | 10,8   |      | 5,9    |      |
| Витамина Д, тыс. МЕ          | 164,9  |      | 84,0   |      |
| Витамина Е, мг               | 114,3  |      | 135,5  |      |

В рационах содержалось 2,52 и 2,49 корм.ед., где на 1 кг сухого вещества приходилось 1,54–1,72 корм. ед., на 1 кормовую единицу находилось 119,4–116,7 г переваримого протеина.

По количеству сырого протеина между группами значительных различий не установлено. Данный показатель находился в пределах 345,6–353,5 граммов.

Концентрация обменной энергии рационов не имела существенных различий между группами и в 1 кг сухого вещества находилась в пределах 20,90 и 20,61 МДж. На 1 МДж ОЭ приходилось 13,1 и 14,1 г пептида протеина.

Скармливание ЗЦМ в составе рациона не оказало отрицательного влияния на состав крови опытных животных, все изучаемые показатели находились в пределах физиологических норм (табл. 4).

Таблица 4. Морфо-биохимический состав крови телят

| Показатель              | Группа      |             |
|-------------------------|-------------|-------------|
|                         | I           | II          |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 7,66±0,1    | 7,54±0,15   |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 5,73±0,13   | 6,17±1,22   |
| Гемоглобин, г/л         | 103±0,88    | 106±1,2     |
| Общий белок, г/л        | 58,67±1,36  | 60,33±1,24  |
| Глюкоза, ммоль/л        | 5,83±0,29   | 5,33±0,54   |
| Мочевина, ммоль/л       | 4,87±0,53   | 4,66±0,29   |
| Тромбоциты, $10^9/л$    | 397,81±1,58 | 386,14±1,81 |
| Гематокрит, %           | 17,83±0,31  | 16,8 ±1,08  |

В крови опытных животных отмечено увеличение содержания лейкоцитов на 7,7 %, гемоглобина – на 2,9 %, общего белка – на 2,8 %. В тоже время концентрация мочевины, эритроцитов снизилась на 4,3 и 1,6 % по отношению к контрольным значениям.

Результаты исследований показали, что наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие рацион с цельным молоком, в связи с чем, валовой прирост их оказался на 2,5 % выше.

Среднесуточный прирост живой массы телят в контрольной группе составил 683,6 г, в опытной – 663 г, что на 2,9 % ниже аналогов. Затраты кормов на получение приростов у животных контрольной группы незначительно снизились на – 1,6 % в сравнении с опытным молодняком.

По результатам исследований установлено, что скармливание заменителя цельного молока телятам в возрасте 10–65 дней опытной группы обеспечило снижение стоимости суточного рациона на 38,28 рублей, что способствовало снижению себестоимости прироста живой массы телят на 16,3 %.

**Заключение.** Выпаивание заменителя цельного молока телятам в возрасте 10–65 дней, с продолжительностью молочного периода 65 дней, оказало положительное влияние на поедаемость кормов, физиологическое состояние животных и состав крови опытных животных, все изучаемые показатели находились в пределах физиологиче-

ских норм. В крови опытных животных увеличилось содержание лейкоцитов на 7,7 %, гемоглобина – на 2,9 %, общего белка – на 2,8 %, в тоже время концентрация мочевины, эритроцитов снизилась на 4,3 и 1,6 %. В результате за период опыта у животных опытной группы получено 663 г среднесуточного прироста, что на 2,9 % ниже контрольного показателя. Выпаивание телятам ЗЦМ позволяет снизить стоимость рациона на 18,8 % и себестоимость прироста на 16,3 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ганущенко, О. Ф. Эффективность новых заменителей цельного молока при выращивании телят / О. Ф. Ганущенко // Зоотехническая наука Беларуси. – 2010. – Т. 45. – № 2. – С. 35–43.
2. Истранин, Ю. В. Продуктивность пайзы и использование ее для заготовки силоса / Ю. В. Истранин, А. Л. Зиновенко // Ученые записки учреждения образования Витебского ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2009. – Т. 45. – № 1–2. – С. 34–37.
3. Рациональное использование кормовых ресурсов и профилактика нарушений обмена веществ у животных в стойловый период / В. Б. Славещкий [и др.]. – Витебск, 2002.
4. Богданович, Д. М. Переваримость, использование питательных веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании биологически активной добавки / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // В сборнике: 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.
5. Богданович, Д. М. Эффективность включения в рацион бычков новой кормовой добавки / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // В сборнике: 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. 75–80.
6. Богданович, Д. М. Микробиологические показатели и количество соматических клеток при хранении молока коз-продуцентов RHLF второго и третьего года лактации / Д. М. Богданович, А. И. Будевич, Е. В. Петрушко // Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. И. Ф. Горлова. – Жодино, 2018. – С. 135–140.
7. Яковчик, С. Г. Новый концентрат в составе заменителей цельного молока при выращивании телят / С. Г. Яковчик, О. Ф. Ганущенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – № 4. – С. 89–94.
8. Богданович, Д. М. Эффективность скармливания телятам кормовой добавки «ПМК» / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // 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. 401–405.
9. Ганущенко, О. Ф. Современные подходы к оценке качества кормов / О. Ф. Ганущенко, Н. П. Разумовский // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 46.
10. Какой заменитель молока нужен телёнку / Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: материалы 83-й международной научно-практической конференции. – Жодино, 2018. – С. 130–136.
11. Эффективность использования кормов с углеводной основой при выращивании ремонтантного молодняка крупного рогатого скота / Е. И. Приловская [и др.] // От инер-

ции к развитию: научно-инновационное обеспечение развития животноводства и биотехнологий: сборник материалов международной научно-практической конференции «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение АПК». – 2020. – С. 164–167.

12. Богданович, Д. М. Природный микробный комплекс в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Д. М. Богданович, Н. П. Разумовский // Инновационное развитие аграрно-пищевых технологий: материалы Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией И. Ф. Горлова. – 2020. – С. 22–26

13. Лапотко, А. М. Формируем из телки корову с «большой карьерой» / А. М. Лапотко, А. Л. Зиновенко, Н. И. Песоцкий // Наше сельское хозяйство. – 2009. – № 8. – С. 23.

14. Микроэлементы в органической форме в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков [и др.] // В сборнике: Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности. Сборник научных статей по материалам 82-й Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 197–202.

15. Ганущенко, О. Ф. Эффективность использования новых вариабельно-возрастных видов заменителей цельного молока при выращивании телят / О. Ф. Ганущенко, Л. С. Боброва, В. В. Славецкий // Зоотехническая наука Беларуси. – 2012. – Т. 47. – № 2. – С. 31–40.

## ЭНЕРГИЯ РОСТА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАТУРАЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АЛЬГАВЕТ»

Н. А. САДОМОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

Л. В. ШУЛЬГА, К. Л. МЕДВЕДЕВА,  
А. В. ЛАНЦОВ, Ю. БУЕВА

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступило в редакцию 28.01.2021)

Одним из важнейших направлений повышения продуктивности птицы является применение в рационах ферментных препаратов, пробиотиков, кормовых добавок и т.д. Их использование увеличивает выход продукции и положительно влияет на повышение эффективности производства птицеводческой продукции. Для увеличения рентабельности реализации продукции птицеводства наряду с классической разделкой тушек птицы в последние несколько лет применяются новые технологии для выпуска диетических продуктов. Намечилась тенденция к повышению интереса конечного потребителя к мясным полуфабрикатам и росту объемов потребления.

Использование натуральной кормовой добавки «АльгаВет» позволило увеличить массу тушки в опытной группе на 138,9 г или 6,2 %. При исследовании выхода полуфабрикатов установлено, что по массе грудки, бедра и голени показатели опытной группы были выше контрольной соответственно на 6,8 %, 5,8 и 8,4 %. Различия по массе в отношении таких частей как крыло и спинка, где наибольшее содержание костей, были минимальны.

Использование кормовой добавки «АльгаВет» в рационе цыплят-бройлеров способствует повышению сохранности поголовья на 1,8 п.п. и увеличению выхода тушек первого сорта.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, биологически активная добавка, мясная продуктивность, сохранность, масса тушки, мясные полуфабрикаты.

One of the major ways to increase the productivity of poultry is the use of enzyme preparations, probiotics, feed additives, etc. in their rations. Their use leads to an increase in output and has a positive effect on improving the efficiency of poultry production. To increase the profitability of sales of poultry products along with the classic cutting of poultry carcasses, new technologies for the production of dietary products have been used in the last few years. There is a tendency to increase the interest of the end-consumer in convenience meat products and related growth in consumption.

The use of the natural feed additive «Algavet» allowed increasing carcass weight in the experimental group by 138.9 g or 6.2 %. When studying the yield of semi-finished products, it was found that the indicators by weight of the breast, thigh and lower leg of the experimental



group were higher than those of the control group by 6.8 %, 5.8 % and 8.4 %, respectively. The differences in weight with respect to such parts as the wing and back, where the bone content is the highest, were minimal.

The use of the feed additive «Algavet» in the ration of broiler chickens contributes to an increase in the survival rate of birds by 1.8 percentage points and an increase in the yield of first-class carcasses.

**Key words:** broiler chickens, bioactive additive, meat productivity, survival rate, carcass weight, convenience meat products.

**Введение.** Птицеводство является наукоёмкой и динамично развивающейся отраслью агропромышленного производства, является важнейшим источником производства продуктов питания.

Птицеводческая продукция обладает высокими потребительскими свойствами, но при этом отличается от других продуктов животного происхождения своей доступностью. За счёт чего получила широкое распространение в большинстве стран мира. Всё это оказывает влияние на развитие птицеводства, увеличение объёмов производства, улучшение технологии производства и последующей переработки мяса птицы [2, 4].

Одним из важнейших направлений повышения продуктивности птицы является применение в рационах ферментных препаратов, пробиотиков, кормовых добавок и т.д. Их использование увеличивает выход продукции и положительно влияет на повышение эффективности производства птицеводческой продукции [2].

Рыночный подход в подготовке кормов для птицы требует широкого применения более дешёвых компонентов – ржи, ячменя, овса, подсолнечного шрота и др. Однако, у данных составляющих низкая питательность и калорийность, поэтому бесконтрольное и необоснованное включение их в рацион ведет к снижению переваримости питательных веществ и в целом продуктивности птицы. С целью повышения эффективности использования переваримости и усвояемости комбикормов, приготовленных из указанных ингредиентов, в последние годы, используют различные биологически активные добавки как отечественного, так и зарубежного производства.

Внедрение ресурсосберегающих технологий неотъемлемая часть интенсификации птицеводства. Основопологающим моментом является оптимизация не только условий содержания, но и кормления. Применение биомассы хлореллы позволяет пересмотреть подходы к применению витаминов и минералов в кормлении, а также отказаться от дорогостоящих лекарственных препаратов [2, 3, 4, 5].

Кормовые добавки – это препараты на основе органических и неорганических кислот, их солей и дополнительных компонентов, усили-

вающих их действие. Кормовые добавки выпускаются в двух формах: сухие, предназначенные для обработки кормов, и жидкие – для подкисления воды. Кормовые добавки применяются для достижения следующих целей: снижения кислотосвязывающей способности кормов; подавления развития патогенных микроорганизмов в кормах и питьевой воде; для очистки оборудования в присутствии животных.

Все эти цели взаимосвязаны и, в конечном итоге, направлены на стимуляцию роста и нормализацию обменных процессов в организме животных [5, 6].

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь рост производства продуктов питания в 2019 по отношению к 2018 году увеличился на 2,1 %, в том числе мяса и мясопродуктов – на 1 процент, молочных продуктов – на 5 %. Основным экспортирующим товаром агропромышленного комплекса являются продукты животноводства. Уровень производства мяса в Беларуси в расчете на одного жителя в убойном весе в 2019 году достиг 132 кг, что выше уровня 2018 года на 3 кг. Увеличение объемов экспорта в 2019 году мяса птицы составил 14,5 млн. долл. США при средней экспортной цене реализации 1604,1 долл. США/тонну (иные страны 1545,6 долл. США/тонну).

Однако в Российской Федерации резко возросло производство свинины и мяса птицы и потребность в экспорте этих продуктов отпало. В связи с этим производство свинины и мяса птицы будут ориентированы на удовлетворение собственных потребностей. Самый высокий уровень рентабельности получают от реализации продукции мясного птицеводства [7].

Данное преимущество обосновано тем, что бройлеры в отличие от всех остальных видов выращиваемых для производства мяса животных обладают высокой скоростью роста и низким расходом кормов на единицу прироста. Мясо птицы отличается высоким оптимальным содержанием протеина и низким уровнем жира. Также его преимуществом является цена.

За счет модернизации птицеводческих организаций рентабельность производства и реализации мяса птицы увеличилось на 3 процентных пункта, и составила в 2019 году 7 %. Увеличение производства данной продукции к заданию Государственной программы составило 115,1 %, а к уровню 2018 года – 102,6 %.

Мясные полуфабрикаты являются одним из важнейших элементов рациона питания человека. Они богаты полноценными легкоусвояе-

мыми белками и животными жирами, биологически активными веществами, микроэлементами и витаминами.

Рынок диктует жесткие условия к качеству товаров, и только овладев современными технологиями, предприятие может достигнуть необходимого уровня производства. Качество продукции становится приоритетным направлением развития мясной отрасли. Об этом свидетельствуют принятые и разработанные законы и нормативные документы, регламентирующие работу мясной отрасли [2, 8].

Стремительные темпы развития во многом обязаны такому росту благодаря научно-техническому прогрессу. Производятся многочисленные научные исследования, внедрение которых на производство и переработку мяса птицы позволяет сократить издержки производства, а следовательно, поднять рентабельность производства.

Для увеличения рентабельности производства мяса птицы многие производители снизили реализацию цельной куриной тушки, а вместо нее стали реализовывать полуфабрикаты, требующие минимальной обработки. При этом потребитель сам выбирает какая часть тушки ему более подходит для приготовления того, либо иного блюда. Стоит отметить и то, что при ежегодном увеличении спроса на данную продукцию до 15 %, производитель расширяет ассортимент и улучшает качество производимой продукции. Производители меняют технологии, приобретают современное оборудование. Чтобы стать успешным на рынке, прежде всего, необходимо грамотно подобрать ассортимент выпускаемых продуктов [9, 10].

**Основная часть.** Цель работы – определение эффективности применения натуральной кормовой добавки «АльгаВет» при выращивании цыплят-бройлеров и производстве мясных полуфабрикатов из мяса птицы.

Кормовая добавка «АльгаВет» вырабатывается на основе штамма *Chlorella vulgaris* и является концентрированной биомассой микродоросли *Chlorella vulgaris*. Добавка предназначена для использования в рационе кормления сельскохозяйственной птицы с целью увеличения продуктивности, сохранности и стимуляции обменных процессов.

Объектом исследования явились цыплята-бройлеры кросса «Кобб-500» в течение всего технологического периода их выращивания. Птица находилась в одинаковых зоотехнических условиях. Содержали птицу контрольной и опытной групп в одном птичнике. Отопление птичника централизованное. Приточно-вытяжная вентиляция поддерживала необходимый микроклимат в помещении. Кормление осу-

щественными полнорационными комбикормами, сбалансированными по основным питательным элементам согласно возрасту. Второй опытной группе в основной рацион добавляли кормовую добавку «АльгаВет» в расчете 1 мл на 1 кг живой массы.

Получение максимального уровня продуктивности первостепенная задача современного птицеводства. Главной составляющей, кроме продуктивности, является сохранность птицы, что способствует раскрытию ее потенциала и получению максимальной продуктивности за счет повышения жизнеспособности в условиях интенсивной эксплуатации.

Сохранность поголовья характеризуется количеством птицы отправленной на переработку. Этот показатель в производственных условиях выражается в процентах и определяется отношением сохранившегося поголовья к поголовью, предназначенному для эксплуатации в начале периода [1].

Анализ сохранности цыплят-бройлеров свидетельствует о том, что использование кормовой добавки «АльгаВет» в рационе кормления позволило увеличить сохранность птицы во второй опытной группе на 1,8 п.п. В дальнейшем при проведении убоя птицы установлено, что различие массы тушек бройлеров контрольной и опытной групп между первым сортом составила 98,3 г или 4,6 %, вторым – 76,8 или 3,6 % соответственно.

После убоя птицы около 80 % всех тушек подвергается глубокой разделке, что позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции и улучшить ее качество. Производство мясных полуфабрикатов из мяса птицы способствует увеличению рентабельности производства переработки до 30 %.

С целью изучения влияния натуральной добавки «АльгаВет» был проведен комплекс исследований тушек цыплят-бройлеров, убитых в возрасте 41 день. Анатомическую разделку тушек из каждой группы проводили в соответствии с СТБ 1945-2010 «Мясо птицы. Общие технические условия».

Части тушек цыплят отличаются по пищевой и биологической ценности. При этом у них разное кулинарное предназначение. Если в грудке максимальное содержание мышечной ткани, то в окорочке и бедре ее содержание снижается, а в крыле и спинке превосходит костная ткань над мышечной [3, 4].

При разделке тушек птицы разделяют следующие части: грудная часть тушки (грудка); окорочок; бедро; спинка; голень; крыло.

Использование натуральной добавки «АльгаВет» позволило увеличить массу тушки в опытной группе на 138,9 г или 6,2 %. При исследовании выхода полуфабрикатов установлено, что по массе грудки, бедра и голени показатели опытной группы были выше контрольной соответственно на 6,8 %, 5,8 и 8,4 %. Различия по массе в отношении таких частей, как крыло и спинка, где наибольшее содержание костей, были минимальны.

**Заключение.** Использование кормовой добавки «АльгаВет» в рационе кормления цыплят-бройлеров способствует повышению сохранности поголовья на 1,8 п.п. и увеличению выхода тушек первого сорта.

Включение натуральной добавки «АльгаВет» в рационах кормления цыплят-бройлеров способствует увеличению выхода таких ценных полуфабрикатов, как грудка, задняя четвертина и окорочок.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Ефремов, И. Д. Влияние кормовой добавки. «Альгавет» на продуктивность бройлеров / И. Д. Ефремов; науч. рук. Л. В. Шульга // Студенты – науке и практике АПК: [Электронный ресурс] материалы 105-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 20–21 мая 2020 г. / УО ВГАВМ; редкол.: Н. И. Говриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – С. 267–269.
2. Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств: материалы международной научно-практической конференции, 7–8 февраля 2019г. – Периановский: Донской ГАУ, 2019. – 318 с.
3. Комлева, М. С. Производство полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров / М. С. Комлева, Л. В. Шульга // Студенты – науке и практике АПК: материалы 104-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 23 мая 2019 г. / УО ВГАВМ ; редкол: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.] – Витебск, 2019. – Ч. 2: Экономика АПК. Зоотехния. Экология – С. 300–301.
4. Крысько, В. Н. Влияние возраста убоя цыплят-бройлеров на качество тушек / В. Н. Крысько; науч. рук. Л. В. Шульга // Сборник научных статей по материалам XVII Международной студенческой научной конференции (Гродно, 24 марта, 30 марта, 2 июня, 18 мая, 12 мая 2016) Агротехника. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Ветеринария, Зоотехния. – Гродно: ГГАУ, 2016. – С. 309–312 с.
5. Садо́мов, Н. А. Применение биологически активных веществ для повышения продуктивности и естественной резистентности организма птицы и свиней: Монография. / Н. А. Садо́мов, Л. В. Шульга. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 155 с.
6. Садо́мов, Н. А. Продуктивность родительского стада кур-несушек кросса «Росс-308» при использовании натуральной кормовой добавки «Асидо Био-Цид» / Н. А. Садо́мов, Ю. М. Майорова // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник науч. трудов. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 31–39.
7. Национальный статистический комитет [Электронный ресурс]. – Точка доступа: <https://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 13.01.2021.
8. Шульга, Л. В. Продуктивные и качественные показатели при производстве полуфабрикатов из мяса птицы / Л. В. Шульга, Г. А. Гайсенко // Ученые записки учрежде-

ния образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал / ред. А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 2016. – Т. 52, вып. 1. – С. 153–157.

9. Шульга, Л. В. Влияние мультиэнзимных ферментных препаратов на показатели естественных защитных сил организма кур-несушек / Л. В. Шульга // Исследования молодых ученых: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрное производство и охрана природы», (г. Витебск, 26–27 мая 2011 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2011. – С. 164–165.

10. Шульга, Л. В. Влияние ферментного препарата на качество мяса кур-несушек / Л. В. Шульга, Н. А. Садовов, М. А. Гласкович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник науч. тр.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТЕИНА В ОРГАНИЗМЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПУТЕМ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФЕРМЕНТИРОВАНИЯ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ И УГЛЕВОДОВ КОРМОВ**

**А. Н. КОТ, Г. Н. РАДЧИКОВА, Т. Л. САПСАЛЁВА**

*РУП «Научно практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160*

**А. Я. РАЙХМАН, И. С. СЕРЯКОВ В. А. ГОЛУБИЦКИЙ**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 28.01.2021)*

*Изучено влияние экструдированной смеси концентратов с высоким содержанием расщепляемого протеина и неструктурных углеводов на показатели рубцового пищеварения, продуктивность и эффективность использования кормов рационов. Установлено, что в среднем в сутки подопытный молодняк получил 4,3–4,4 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытной группы составило 10,1 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 11,9 %. Количество клетчатки в сухом веществе не превышало 26 %. Экструдирование концентрированных кормов способствует увеличению количества нерасщепляемого протеина в рационе на 23 %. Скармливание бычками черно-пестрой породы в возрасте 3–6 месяцев зерносмеси, подвергнутой баротермической обработке, приводит к повышению численности инфузорий в рубцовой жидкости на 4,4 %, общего азота – на 8,3 %, снижению концентрации аммиака и летучих жирных кислот на 8,7 и 3,5 % соответственно.*

*Скармливание экструдированной смеси оказало определённое влияние на состав крови животных. Так, у бычков опытной группы отмечено повышение содержания эритроцитов на 4,0 %, гемоглобина – на 3,9, общего белка – на 4,0 и фосфора – на 4,4 %. В то же время уровень глюкозы снизился на 6,4 %, мочевины – на 2,0 и кальция на 6,4 %. Однако отмеченные различия были недостоверными.*

*Скармливание экструдированной смеси зерна пелюшки и ячменя вместо молотой способствовало повышению энергии роста и эффективности использования питательных веществ рациона.*

*Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 804 г в сутки, что на 5,8 % выше, чем в I группе. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой на 3,2 % и составили 5,7 корм. ед. Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 3,0 процента.*

**Ключевые слова:** *молодняк крупного рогатого скота, зерно пелюшки, вики, размол, дробление, продуктивность*

*The influence of an extruded mixture of concentrates high in degradable protein and non-structural carbohydrates on the indicators of ruminal digestion, productivity and dietary efficiency was studied. It was found that, on average, the experimental young animals received 4.3–4.4 kg/head of ration dry matter per day. Metabolizable energy content in the ration dry matter of the experimental group was 10.1 MJ/kg. The share of crude protein in the ration dry matter accounted for 11.9 %. The amount of fiber in the dry matter did not exceed 26 %. The extrusion of concentrated feed contributes to an increase in the amount of non-degradable dietary protein by 23 %. Feeding black-and-white bull calves aged 3-6 months with a grain mixture subjected to barothermic treatment leads to an increase in the number of infusoria in the ruminal fluid by 4.4 %, total nitrogen – by 8.3 %, and a decrease in the concentration of ammonia and volatile fatty acids by 8.7 and 3.5 %, respectively.*

*Feeding with the extruded mixture had a certain effect on the blood composition of the animals. So, in the experimental group of bulls, there was an increase in the red blood cell count by 4.0 %, hemoglobin contents – by 3.9, total protein – by 4.0 and phosphorus content – by 4.4 %. At the same time, the level of glucose decreased by 6.4 %, that of urea – by 2.0, and of calcium – by 6.4 %. However, the differences noted were unreliable.*

*Feeding with an extruded mixture of field pea grain and barley instead of ground grain helped to increase the growth promoting power and the efficiency of using nutrients in the ration.*

*Higher gains were observed in the second experimental group – 804 g per day, which is 5.8 % more than in the first group. Feed intake in this group was lower than in the first group by 4.0 % and amounted to 5.7 feed units. Feed protein efficiency also increased by 3.0 percent.*

**Key words:** young cattle, field pea grain, vetch, grinding, ragging, productivity.

**Введение.** Протеин является наиболее ценным компонентом корма, от уровня и качества которого во многом зависит продуктивность животных. Полноценное протеиновое питание жвачных предусматривает обеспечение потребности организма животного в доступных для обмена аминокислотах. Однако дефицит кормового белка и нерациональное его использование в организме животных приводят к тому, что протеин является одним из важнейших лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса [1–5].

Реализовать высокую продуктивность животных простым увеличением в рационах доли высокобелковых кормов на практике сложно и не рентабельно. Такой подход приводит не только к перерасходу кормов и удорожанию получаемой продукции, но и отрицательно влияет на здоровье животных, что влечет за собой резкое сокращение срока их продуктивного использования [6–10].

Важным вопросом протеинового питания жвачных является возможность регулирования степени распада протеина в преджелудках, одним из которых является воздействие высокой температуры. Понижение распадаемости протеина без изменения его переваримости в кишечнике достигается при кратковременных воздействиях температуры в пределах 80–120 °С. Технологически тепловая обработка белковых кормов может осуществляться на предприятиях комбикормовой



и перерабатывающей промышленности путем автоклавирования, то-стирования или экструдирования [11–15].

Цель работы – изучить влияние экструдированной смеси концентратов с высоким содержанием расщепляемого протеина и неструктурных углеводов на показатели рубцового пищеварения, продуктивность бычков в возрасте 3–6 месяцев.

**Основная часть.** Исследования проведены на 2 группах бычков черно-пестрой породы в возрасте 3–6 месяцев (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения исследований

| Группа     | Количество животных, гол. | Возраст животных, мес. | Продолжительность опыта, дней | Особенности кормления                    |
|------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|--|
| I опытная  | 3                         | 3–6                    | 60                            | ОР (молотая смесь концентратов)          |
| II опытная | 3                         | 3–6                    | 60                            | ОР (экструдированная смесь концентратов) |

Кроме комбикорма, в контрольной группе животные получали размолотую смесь зерна ячменя и пелюшки, а в опытной – экструдированную. Физиологические эксперименты по изучению показателей рубцового пищеварения в сложном желудке проведены на сложнооперированных животных с вживленными хроническими канюлями рубца.

Химический состав кормов определялся по схеме общего зоотехнического анализа в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам. Количественные и качественные параметры процессов рубцового метаболизма определяли в методом *in vivo*. Расщепляемость протеина белковых кормов определяли по ГОСТ 28075-89. В нейлоновые мешочки были заложены образцы концентрированных кормов. Период инкубации исследуемых концентрированных кормов в рубце составил 2, 4, 6, 8 и 12 часов. Статистическая обработка результатов исследований проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Силос животные получали вволю (табл. 2). В структуре рациона на долю концентрированных кормов, приходилось 36 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 64 %. Отмечено повышение потребления кукурузного силоса в опытной группе на 2,2 %. Концентрированные корма животные съедали полностью.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 4,3–4,4 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытной группы составило 10,1 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 11,9 %. Рас-

щепляемость протеина в рационе контрольной группы составила 80 %, а в опытной – 76 %. Количество клетчатки в сухом веществе не превышало 26 %.

Исследованиями установлено, что в рубце животных, получавших экструдированную зерносмесь, содержание общего азота оказалось выше на 8,3 %, а аммиака ниже на 8,7 % (табл. 2).

Таблица 2. **Параметры рубцового пищеварения**

| Показатель            | Группа     |             |
|-----------------------|------------|-------------|
|                       | I          | II          |
| pH                    | 6,04±0,16  | 6,18±0,18   |
| ЛЖК, ммоль/100 мл     | 10,6±0,40  | 10,23±0,18  |
| Азот общий, мг/100 мл | 134,5±14,5 | 145,7±14,89 |
| Аммиак, мг/100 мл     | 13,8±0,6   | 12,6±0,40   |
| Инфузории, тыс./мл    | 799±13,5   | 833±21,8    |

В опытной группе также на 3,5% уменьшился уровень летучих жирных кислот. Снижение количества аммиака и увеличение общего белка может свидетельствовать о том, что интенсивность синтеза микробного белка увеличилась вследствие более равномерного поступления питательных веществ в рубец и создании более благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры. Так, количество инфузорий во второй группе возросло на 4,4%. Реакция среды рубца pH во всех группах значительно не изменилась и находилась на уровне 6,04–6,18. Однако, несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Как показали исследования, гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (табл. 3).

Таблица 3. **Гематологические показатели**

| Показатель              | Группа     |            |
|-------------------------|------------|------------|
|                         | I          | II         |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 6,24±0,13  | 6,49±0,12  |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 10,05±0,25 | 10,23±0,49 |
| Гемоглобин, г/л         | 106,1±6,3  | 110,2±4,51 |
| Общий белок, г/л        | 75,75±2,25 | 78,77±1,56 |
| Глюкоза, ммоль/л        | 2,49±0,16  | 2,33±0,03  |
| Мочевина, ммоль/л       | 4,1±0,14   | 4,02±0,14  |
| Кальций, ммоль/л        | 2,82±0,12  | 2,64±0,06  |
| Фосфор, ммоль/л         | 1,59±0,15  | 1,66±0,05  |
| Гематокрит, %           | 34,55±1,85 | 34,73±1,22 |

Скармливание экструдированной смеси оказало определённое влияние на состав крови животных. Так, у бычков опытной группы отме-

чено повышение содержания эритроцитов на 4,0 %, гемоглобина – на 3,9, общего белка – на 4,0 и фосфора – на 4,4 %. В то же время уровень глюкозы снизился на 6,4 %, мочевины – на 2,0 и кальция на 6,4 %. Однако отмеченные различия были недостоверными.

Анализ результатов взвешивания показал, что скармливание экструдированной смеси зерна пелюшки и ячменя вместо молотой способствовало повышению энергии роста и эффективности использования питательных веществ рациона (табл. 4).

Таблица 4. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

| Показатель                                 | Группа    |            |
|--|-----------|------------|
|  | I         | II         |
| Живая масса, кг                            |           |            |
| в начале опыта                             | 132,7±1,3 | 133,1±1,80 |
| в конце опыта                              | 178,3±3,5 | 181,3±2,40 |
| Валовой прирост, кг                        | 45,6±2,2  | 48,2±10    |
| Среднесуточный прирост, г                  | 760±37    | 803,3±17,7 |
| в % к контролю                             | 100       | 105,7      |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед. | 5,89      | 5,70       |
| в % к контролю                             | 100       | 96,8       |
| Затраты протеина на 1 кг прироста, кг      | 0,68      | 0,66       |
| в % к контролю                             | 100       | 97,1       |

Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 804 г в сутки, что на 5,8 % выше, чем в I группе. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой на 3,2 % и составили 5,7 корм. ед.

Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 3,0 %.

**Вывод.** Экструдирование концентрированных кормов способствует увеличению количества нерасщепляемого протеина в рационе на 23 %. Скармливание животным зерносмеси, подвергнутой баротермической обработке, приводит к повышению численности инфузрий в рубцовой жидкости на 4,4 %, общего азота – на 8,3 %, снижению концентрации аммиака и летучих жирных кислот на 8,7 и 3,5 % соответственно, увеличению содержания эритроцитов в крови на 4,0 %, гемоглобина – на 3,9, общего белка – на 4,0 и фосфора – на 4,4 %, уменьшению мочевины – на 2,0 и кальция – на 6,4 %. В опытной группе среднесуточный прирост живой массы повысился на 5,8 %, при снижении затрат кормов на его получение на 3,2 %.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование в рационах бычков силоса, заготовленного с концентратом-обогабителем / В. П. Цай [и др.] // Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-

конференції, 26–27 жовтня 2017 року. – Полтава Полтавська державна аграрна академія, 2017. – С. 78–84.

2. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливанні трепела / В. Ф. Радчиков [и др.] // Аспекти животноводства и производства продуктов питания: материалы международной научно-практической конференции «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники», 28–29 ноября 2017 г. – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2017. – С. 109–115.

3. Эффективность использования нового заменителя обезжиренного в комбикормах для телят / А. Н. Кот [и др.] // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : материалы II Международ. науч.-практ. интернет-конференция. – с. Солёное Займище : ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 2017. – С. 1611–1615.

4. Конверсия энергии рационов в продукцию при скармливанні бычкам комбикормов с сапропелем / В. Ф. Радчиков [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 28 мая 2015 г. – Гродно : ГГАУ, 2015. – Зоотехния. Ветеринария. – С. 100–101.

5. Комбикорма с включением дефека в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. III Междунар. конф. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, вып. 7. – С. 7–11.

6. Переваримость кормов и продуктивность телят в зависимости от скармливаемого зерна / В. Ф. Радчиков [и др.] // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности : материалы 83-й Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный ун-т», 2018. – С. 103–111.

7. Использование зерна новых сортов крестоцветных и зернобобовых культур в рационах выращиваемых бычков / В. Ф. Радчиков [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2014. – Вып. 17, Ч. 1. – С. 104–113.

8. Рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ и энергии корма при разной структуре рациона / В. Ф. Радчиков [и др.] // Учёные записки ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 161–164.

9. Радчиков, В. Ф. Жмых и шрот из рапса сорта «canole» в рационах бычков выращиваемых на мясо / В. Ф. Радчиков // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО : материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 4-5 июня 2013 г. – Волгоград, 2013. – Ч. I: Производство сельскохозяйственного сырья. – С. 63–65

10. Радчиков, В. Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф., г. Краснодар, 15–17 мая 2013 г. – Краснодар : ФГБОУ ВО ГГАУ, 2013. – Ч. 2. – С. 151–155.

11. Зерно зернобобовых и крестоцветных культур в рационах ремонтных телок / В. Ф. Радчиков [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 16 мая 2014 г. – Гродно: ГАУ, 2014. – Ветеринария. Зоотехния. – С. 249–250.

12. Продуктивность и морфо-биохимический состав крови ремонтных телок при использовании зерна рапса и люпина в составе БВМД / В. Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1. – С. 322–330.

13. Цай, В. П. Полноценное кормление – основа продуктивности животных / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот // Экологические, генетические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства : материалы Международной научно-практической конференции, посвящ. памяти академика РАН Сизенко Е. И. – Волгоград, 2017. – С. 20–24.

14. Важный источник протеина для молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно: ГГАУ, 2016. – Т. 35: Зоотехния. – С. 151–157.

15. Кот, А. Н. Использование БВМД на основе местного сырья в рационах откормочных бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2004. – С. 63–65.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДКИСЛИТЕЛЯ В КОРМЛЕНИИ КУР-НЕСУШЕК**

**А. П. ДУКТОВ**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

**А. А. КАПАНСКИЙ, К. О. ДУЖ**

*ООО «Промсельхозхимия»  
г. Минск, Республика Беларусь, 220024*

**Г. В. БЕСАРАБ**

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

*(Поступила в редакцию 29.01.2021)*

*В статье изучено влияние биологически активной добавки – подкислителя «ФормиПро» на показатели обуславливающие эффективность производства продукции птицеводства на промышленной основе. Исследования были проведены на курах-несушках кросса Хайсекс коричневый в условиях ОАО «1-ая Минская птицефабрика». Кормовая добавка подкислитель кормов «ФормиПро», производства ООО «Промсельхозхимия», представляет собой сбалансированный комплекс органических кислот, на долю которых приходится 79 %.*

*В ходе проведения исследований нами были изучены зоотехнические показатели такие, как сохранность поголовья, яйценоскость, конверсия корма, изменения живой массы и среднесуточных приростов.*

*Выпаивание подкислителя «ФормиПро» позволило увеличить яйценоскость кур-несушек в опытной на 1,9 яйца на 1 несушку. Таким образом, в опытной группе яйценоскость кур оказалась выше на 6,9 % в сравнении с контрольной. Интенсивность яйценоскости в опытной группе кур-несушек заметно возросла – +6,4 %. Также увеличилась сохранности птицы в опытной группе на 2 %, снизилась конверсия корма на 7,6 % и расход корма на получение одного пищевого яйца на 1,5 %.*

*При расчете на 1000 голов кур-несушек яйценоскость составила в контрольной группе 27400 яиц в месяц, в то же время в опытной группе она отмечена на уровне 29300 яиц/мес. С учетом всех затрат от контрольной и опытной групп кур-несушек была получена чистая прибыль в размере 4352,35 рубля и 4654,81 рубля. Введение подкислителя позволило получить дополнительную выручку от опытной группы в объеме 302,46 рубля.*

**Ключевые слова:** *куры-несушки, яйценоскость, продуктивность, сохранность, затраты корма, выручка, прибыль.*

*The article studies the influence of the biologically active additive – acidifier «FormiPro» – on the indicators that determine the efficiency of industrial poultry production. The research*

was carried out on egg laying chickens of the Hisex Brown cross under the conditions of JSC "Ist Minsk poultry farm". Feed additive – acidifier «FormiPro», produced by LLC «Promselkhozkhimiya» – is a balanced complex of organic acids, which account for 79 %.

In the course of our research, we studied zootechnical indicators, such as survival rate of the flock, egg production, feed conversion, changes in live weight and average daily weight gains.

Using acidifier «FormiPro» made it possible to increase the egg-laying capacity of laying chickens in the experimental group by 1.9 eggs per 1 laying hen. Thus, in the experimental group, the egg production of chickens was 6.9 % higher compared to the control one. The egg laying intensity in the experimental group of laying hens increased significantly – +6.4 %. Also, the survival rate of poultry in the experimental group increased by 2 %, the feed conversion decreased by 7.6% and the feed consumption for obtaining one table egg – by 1.5 %.

When calculated per 1000 heads of laying hens, egg production in the control group was 27,400 eggs per month, while in the experimental group it was at the level of 29,300 eggs/month. Taking into account all the costs from the control and experimental groups of laying hens, a net profit of 4352.35 rubles and 4654.81 rubles was obtained. The introduction of the acidifier allowed us to receive additional revenue from the experimental group in the amount of 302.46 rubles.

**Key words:** laying chickens, egg-laying capacity, productivity, survival rate, feed consumption, operating profit /proceeds, profit.

**Введение.** В Республике Беларусь, как и во всем мире, промышленное птицеводство является наиболее интенсивно развивающейся отраслью сельского хозяйства. Сегодня птицеводство республики демонстрирует свое динамичное развитие и неуклонный рост производственных и финансовых показателей, входя в число стратегически важных и приоритетных отраслей отечественного сельского хозяйства и, кроме того, являясь одним из основных источников стабильного снабжения населения республики высококачественной птицеводческой продукцией, позволяющей полностью удовлетворять запросы покупателя в отношении яиц и мяса птицы, а также часть товара реализовывать на экспорт.

Самообеспеченность государства продовольственными товарами – важное условие независимости страны от мировых, климатических и финансовых катаклизмов, от неблагоприятной международной и политической обстановки.

В настоящее время птицеводство Республики Беларусь представлено 56 птицеводческими предприятиями государственной и частной форм собственности. Развитие птицеводческой отрасли осуществляется в соответствии с целями и задачами, определяемыми Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг.

К концу 2020 года в сельскохозяйственных организациях предусмотрено было довести объемы производства мяса птицы до 605 тыс.

тонн, яиц – до 2 млрд 900 млн штук. В сравнении с 2017 г. объем производства яиц в 2018 г. вырос на 4,35 %, составив 3362,8 млн штук.

Полученные результаты достигнуты за счет интенсивного использования имеющихся мощностей, строительства и реконструкции, технического переоснащения производств, использования высокопродуктивных кроссов, соблюдения технологических процессов и ветеринарной профилактики.

Для более результативного обеспечения продовольственной безопасности необходимо внедрение в птицеводческую отрасль инновационных технологий.

Исследования многих отечественных и зарубежных ученых подтверждают, что отдельные компоненты рациона являются особо полезными для здоровья животных и птицы. Использование кормов, обогащенных биологически активными кормовыми добавками, натуральными продуктами с лекарственными свойствами, минеральными соединениями и витаминами позволяет предотвратить развитие многих не желательных патологий у животных и птиц. С этих позиций биологически активные добавки следует рассматривать как неотъемлемую часть рационального потенциала животных, поддержания их здоровья и получения продукции высокого качества, безопасной как в бактериальном, так и в химическом отношении [1].

На протяжении многих лет кормовые антибиотики доказывали свою зоотехническую и экономическую эффективность. Они позволяли успешно бороться со многими кишечными болезнями микробной этиологии, тем самым увеличивая прирост массы тела и сохранность поголовья птицы. Однако одним из серьезных недостатков кормовых антибиотиков является рост числа устойчивых к ним штаммов возбудителей болезней. В связи с этим еще в 1969 г. европейские организации здравоохранения настойчиво рекомендовали ограничить использование кормовых антибиотиков при выращивании животных и птиц. В 1999 г. Европейский союз ввел официальный запрет на применение с этой целью тилозина, спирамицина, вирджиниамицина, цинкбацитрацина, карбадокса и олаквиндокса [2].

В поисках альтернативы антибиотикам учеными разрабатывались и предлагались препараты нового поколения: фитобиотики, про- и пребиотики, симбиотики, а также подкислители.

Применение препаратов на основе органических кислот положительно влияет на пищеварительный аппарат, подавляет развитие патогенной микрофлоры. Как известно, на видовой состав микроорганиз-



мов воздействует рН среды. Оптимальной для большинства патогенных микроорганизмов является слабокислая, нейтральная или слабощелочная среда (рН 6–8) [3, 4].

Следовательно, снижение рН среды может быть эффективным средством против патогенной микрофлоры и благоприятно воздействовать на грамположительные бактерии – молочнокислые и пропионовокислые, которые лучше функционируют при рН 3–4,5.

Еще с 2010 г. белорусский производитель изготавливает новые кормовые добавки (подкислители), которые являются смесью органических кислот, обладающих антимикробным действием. Подкислители выпускаются как в жидком, так и в сухом виде.

Кормовая добавка (подкислитель) «ФормиПро» представляет собой прозрачную жидкость синего цвета, в состав которой входят такие органические кислоты, как муравьиная кислота, пропионовая кислота, молочная кислота, уксусная кислота, лимонная кислота (моногидрат), сорбиновая кислота, бензойная кислота, фумаровая кислота, – а также сульфат меди пентаводный, который и придает цвет окраски жидкости. Общее содержание кислот составляет более 70 %.

Целью исследований являлось проведение комплексной оценки влияния жидкой кормовой добавки (подкислителя) на морфофункциональные и продуктивные показатели кур-несушек.

**Основная часть.** В условиях ОАО «1-ая Минская птицефабрика» (Минский район) был проведен научно-хозяйственный опыт по изучению влияния подкислителя «ФормиПро» на продуктивные показатели кур-несушек. По результатам проведенного опыта была рассчитана экономическая эффективность использования кормовой подкисляющей добавки в кормлении кур-несушек.

В начале опыта были проверены на соответствие требованиям параметры микроклимата в помещениях птичников, проанализирован комбикорм на содержание необходимого количества питательных веществ.

Кормовая добавка подкислитель кормов «ФормиПро», производства ООО «Промсельхозхимия», представляет собой сбалансированный комплекс органических кислот, на долю которых приходится 79 %. Среди всех органических кислот, входящих в состав кормовой добавки «ФормиПро» наибольшую долю занимают такие кислоты как муравьиная, пропионовая и молочная кислоты по 39 %, 23 % и 11 % соответственно. Кислотное число кормовой добавки составляет 500 единиц.

Научно – хозяйственный опыт проводили по следующей схеме (табл. 1.).

Таблица 1. Схема опыта по изучению влияния подкислителя на кур-несушек

| Группа      | Количество кур в птичнике | Особенности кормления                                 |
|-------------|---------------------------|---|
| Контрольная | 57 938                    | Основной рацион (ОР): комбикорм ПК 1-15 + чистая вода |
| Опытная     | 59 442                    | ОР + вода + 1000 мл/т «ФормиПро»                      |

Кур-несушек контрольной группы кормили полнорационным комбикормом ПК-1-15. Поение осуществлялось чистой водой. Особенностями кормления опытной группы было то, что в питьевую воду птице вводили через дозатор жидкую кормовую добавку (подкислитель) «ФормиПро» в объеме 1 литр на 1 м<sup>3</sup> воды.

В ходе проведения исследований нами были изучены зоотехнические показатели такие, как сохранность поголовья, яйценоскость, конверсия корма, изменения живой массы и среднесуточных приростов.

Изменение зоотехнических показателей кур-несушек при использовании подкислителя «ФормиПро» представлено в табл. 2.

Таблица 2. Зоотехнические показатели по применению кормовой добавки «ФормиПро»

| Показатели  | Опытные группы (птичники) |         |
|---|---------------------------|---------|
|   | Контрольная               | Опытная |
| Масса до постановки опыта, г                      | 1682                      | 1663    |
| Масса в конце опыта, г                            | 1762                      | 1830    |
| Яйценоскость до постановки опыта, шт./гол.        | 26                        | 27      |
| Яйценоскость в конце опыта, шт./гол.              | 27,4                      | 29,3    |
| Интенсивность яйценоскости до постановки опыта, % | 86,6                      | 90      |
| Интенсивность яйценоскости в конце опыта, %       | 91,3                      | 97,7    |
| Сохранность, %                                    | 95                        | 97      |
| Затраты корма на 1 голову, г                      | 109                       | 117     |
| Коэффициент конверсии корма                       | 4,2                       | 3,9     |

Данные табл. 2 показывают нам, что в опытной группе птицы, которой выпаивали подкислитель, живая масса кур была выше не 68 грамм в сравнении с опытной группой птицы и различие в массе

составило 3,9 %.

К концу опыта яйценоскость кур-несушек увеличилась в контрольной группе на 1,4 яйца, а в опытной группе возросла на 2,3 яйца на 1 несушку. Этот показатель составил в опытной группе 29,3, а в контрольной группе – 27,4. Таким образом в опытной группе яйценоскость кур оказалась выше на 6,9 % в сравнении с контрольной.

Интенсивность яйценоскости в опытной группе кур-несушек заметно возросла и к концу опыта составила 97,7 %, когда в контрольной группе – 91,4 % (+6,4 п.п.).

Анализируя сохранность поголовья двух групп, стоит отметить, что используемая нами биологически активная добавка, обладающая подкисляющим эффектом «ФормиПро» способствовала увеличению сохранности птицы в опытной группе в сравнении с контрольной группой на 2 %, и этот показатель был зафиксирован на уровне 97 %.

Конверсия – это отношение количества затраченного корма к единице полученной продукции. Низкая конверсия в большей степени говорит о том, что используемые комбикорма хорошего качества и технологический процесс получения пищевого куриного яйца организован правильно. И наоборот, повышение этого параметра указывает на нерациональность производственного процесса.

В нашем случае коэффициент конверсии корма в опытной группе птицы оказался на уровне 3,9, в то время в контрольной – 4,2. Разница составила на 7,6 % меньше в сравнении с контрольной группой.

Таким образом, напрашивается вывод, что применение подкисляющей добавки «ФормиПро» в кормлении кур-несушек из расчета 1 литр на 1 тонну воды оправданно, так как установлено увеличение продуктивности, рост сохранности и снижение затрат корма на единицу продукции.

### **Экономическое обоснование применения подкислителя в рационах кур-несушек**

Производственная проверка результатов научно-хозяйственных опытов и расчет экономической эффективности использования кормовой добавки (подкислителя) «ФормиПро» проводились на курах-несушках породы Хайсекс коричневый ОАО «1-ая Минская птицефабрика».

Результаты расчетов экономической эффективности от применения биологически активной добавки приведены в табл. 3.

Таблица 3. Расчет экономической эффективности на 1000 голов птицы

| Показатели   | группы (птичники) |         |
|--|-------------------|---------|
|  | Контрольная       | Опытная |
| Яйценоскость, шт./гол.                                       | 27,4              | 29,3    |
| Валовое производство яиц за день, шт.                        | 27 400            | 29 300  |
| Цена реализации яйца куриного (нефасованного) за 1 шт., руб. | 0,161             | 0,161   |
| Выручка от реализации, руб.                                  | 4411,4            | 4717,3  |
| Расход корма на голову, кг                                   | 0,114             | 0,117   |
| Расход корма на 1 яйцо, г                                    | 4,16              | 3,99    |
| Общий расход корма в сутки, кг                               | 114               | 117     |
| Стоимость корма за 1 т, руб.                                 | 518               | 518     |
| Стоимость затраченных кормов, руб.                           | 59,05             | 60,6    |
| Дополнительные затраты, руб.                                 | –                 | 1,89    |
| Общие затраты на корма, руб.                                 | 59,05             | 62,49   |
| Чистая прибыль, всего, руб.                                  | 4352,35           | 4654,81 |
| Чистая прибыль на 1 курицу-несушку, руб.                     | 4,35              | 4,65    |
| Дополнительная прибыль, руб./курицу-несушку/мес.             | –                 | 0,3     |

Расход комбикорма на получение одного пищевого яйца от кур в контрольной группе составил 4,05 грамма, а в опытной группе, где в рацион кормления кур-несушек была введена кормовая добавка «ФормиПро» – 3,99 г, что на 1,5 % меньше, в сравнении с контрольной группой.

При расчете на 1000 голов кур-несушек яйценоскость составила в контрольной группе 27400 яиц в месяц, в то же время в опытной группе она отмечена на уровне 29300 яиц/мес. Средняя реализационная стоимости 1 яйца составляет 0,161 руб. С учетом расхода кормов и затрат на кормовую подкисляющую добавку, от контрольной и опытной групп кур-несушек была получена чистая прибыль в размере 4352,35 рубля и 4654,81 рубля.

Таким образом, проявившаяся разница яйценоскости в опытной группе позволяет получить дополнительную выручку от опытной группы в объеме 302,46 рубля.

Так, от одной несушки можно получить дополнительно прибыль в контрольной группе 4,35 рубля, когда в опытной группе – 4,65 рубля.

Применение биологически активной кормовой добавки «ФормиПро» позволило получить дополнительную прибыль от одной несушки

за месяц в размере 0,3 рубля.

### **Заключение**

Исходя из анализа полученных данных, можно сделать выводы о положительном влиянии натуральной кормовой добавки на основе органических кислот (подкислителя) в рационах кур-несушек.

Использование кормовой добавки позволяет значительно повысить рентабельность производства яйца на продажу за счет снижения затрат корма на единицу продукции, а также способствует повышению яйценоскости в расчете на среднюю несушку.

Перечислим основные выводы исследования:

1. Включение в рацион подкислителя «ФормиПро» в дозе 1 литр на тонну при даче с водой является безопасным и не вызывает отрицательного воздействия на организм кур-несушек.

2. Кормовая добавка в составе рационов кур-несушек в дозе 1 литр на тонну воды позволило более полно реализовать биоресурсный потенциал кур-несушек. Это проявилось в увеличении сохранности поголовья на 2 %, увеличении яйценоскости до 6,9 % на 1 курицу-несушку и понижении коэффициента конверсии корма по отношению к контрольной группе на 6,7 %.

3. Использование кормовой подкисляющей добавки «ФормиПро» позволило получить от кур-несушек опытной группы чистую прибыль 4654,81 рубля, что на 6,5 % или 302,46 рубля больше, чем было получено от птицы контрольной группы.

Таким образом, в целях повышения яичной продуктивности кур-несушек, укрепления их иммунитета, а также снижения затрат корма на 1 кг яичной продукции необходимо вводить в рацион кормовую подкисляющую добавку «ФормиПро» в дозе 1 литр на 1 тонну воды выпаиваемой птице. Такой подход позволит повысить уровень производства птицефабрик яичного направления производства.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Садонов, Н. А. Применение биологически активных веществ для повышения продуктивности и естественной резистентности организма птицы и свиней: Монография. / Н. А. Садонов, Л. В. Шульга. – Горки: БГСХА. – 2013. – 149 с.

2. Биополимеры, иммуностимуляторы и пробиотики в бройлерном птицеводстве: Монография / А. П. Дуктов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 289 с.

3. Дуктов, А. П. Состояние микрофлоры пищеварительного тракта цыплят-бройлеров при использовании биодобавки «Хитозан» / А. П. Дуктов // «Молодежь и инновации – 2013», Матер. Межд. науч.-практ. конф. мол. уч. В 2 ч., Горки, 29–31 мая 2013 / БГСХА; гл. ред. А. П. Курдеко / Горки, 2013. – Ч. 1. – С. 27–30.

4. Дуктов, А. П. Влияние бесклеточного пробиотика «Бацинил» на микрофлору пищеварительного тракта цыплят-бройлеров / А. П. Дуктов // Новый взгляд на решение проблем АПК: Матер. Междун. науч.-практ. конф. для асп. и мол. уч., посв. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне – Тюмень, 16–17 апреля 2015 г. – ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». – Молодой учёный. – 2015. – № 6.5 (86.5) Спецвыпуск. – С. 119–123.

## ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА $^{137}\text{Cs}$ В ОСНОВНЫЕ КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ОТДАЛЕННЫЙ ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

Т. В. ЛАСЬКО, А. Ф. КАРПЕНКО

ГНУ «Институт радиобиологии»,  
г. Гомель, Республика Беларусь, 246000

(Поступила в редакцию 01.02.2021)

*В статье анализируются результаты исследований миграции  $^{137}\text{Cs}$  в кормовые сельскохозяйственные культуры, возделываемые на загрязненных минеральных и торфяных почвах в отдаленный период после катастрофы на ЧАЭС.*

*Цель исследований – оценка значений  $K_p$   $^{137}\text{Cs}$  в звене миграции почва-кормовые культуры в отдаленный постчернобыльский период.*

*Во время исследований проведены камеральные работы по подбору хозяйств и участков для отбора проб в производственных посевах сельскохозяйственных культур, возделываемых на загрязненных радионуклидами землях. Проведены аналитические работы по определению основных агрохимических показателей почвы, удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почве и растительных образцах. Математически обработаны данные и рассчитаны коэффициенты перехода радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  для сельскохозяйственных культур.*

*В результате проведенных исследований актуализированы параметры перехода  $^{137}\text{Cs}$  из дерново-подзолистых и торфяных почв в основные кормовые культуры в отдаленный постчернобыльский период. При планировании рациона кормления сельскохозяйственных животных необходимо учитывать содержание радионуклидов в кормах. Используя актуализированные коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  возможно составить прогноз удельной активности радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.*

*Установлена тенденция снижения значений  $K_p$   $^{137}\text{Cs}$  для травяных кормовых культур со временем и увеличение показателей для зерновых культур. Актуализированные данные по переходу  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в основные кормовые сельскохозяйственные культуры дополнили базу данных Института, а также использованы при подготовке «Рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы» для специалистов сельскохозяйственных предприятий.*

**Ключевые слова:** радионуклиды, коэффициенты перехода, корма, цезий-137, агрохимические показатели почвы, сельскохозяйственные культуры.

*In this paper we analyze the results obtained from studying the soil-to-plant transfer factors of  $^{137}\text{Cs}$  in the main forage crops grown on mineral and peaty soils long after the Chernobyl NPP accident. The choice of fields for soil and crop sampling was made through in-office studies of agricultural lands located in cesium-contaminated areas. The samples were then analyzed in the laboratory to determine the main agrochemical properties of soils and specific activities of  $^{137}\text{Cs}$  in sampled soils and forage crops. The measured values were processed mathematically enabling us to calculate the current and up-to-date transfer factors of  $^{137}\text{Cs}$  from soils to agricultural crops.*

*The transfer factors (TF) are an essential tool in the efficient planning of feeding rations for livestock with a due account for the radioactive contamination of forages used. Having the updated values of  $^{137}\text{Cs}$  transfer factors from soddy-podzolic and peaty soils to the typical*

forage crops makes it possible to make a higher-accuracy prediction of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in the foods of animal origin to be produced.

According to our findings, a downward trend is observed in the present  $^{137}\text{Cs}$  TF values for grassy crops, whereas the TF values for grain crops tend to increase over time.

The newly obtained transfer factors of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to typical forage crops are a valuable addition to the institute's TF Data Base. On the basis of these values, we have developed an updated edition of the Recommendations for agricultural production in radioactively contaminated areas of the Republic of Belarus for 2021-2025 intended for the specialists of agricultural entities across the country.

**Key words:** radionuclides, transfer factors, forages, cesium-137, agrochemical properties of soil, agricultural crops.

**Введение.** Поведение радионуклидов, их миграция на разных этапах биогеохимического круговорота элементов в природе в значительной степени зависит от физико-химического состояния почвы и свойств радионуклидов. Почва является ведущим звеном миграции радионуклидов, так как особенности их взаимодействия с компонентами почвенного комплекса определяют характер движения изотопов в остальных звеньях биологического цикла. Поскольку поступление радионуклидов в растения из почвы определяется прочностью связи последних с почвой и изменением ее с течением времени следует располагать данными о количественных показателях миграции радионуклидов из различных типов почв в кормовые культуры. Это важно еще и потому, что система «почва-растение» – это начальная ступень экологического цикла, которая играет весьма важную роль в переносе радионуклидов из внешней среды в организм животных и человека [1, 2].

В настоящее время в сельскохозяйственном пользовании Беларуси находится около 848 тыс. га земель, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$  с плотностью от 1 до 40 Ки/км<sup>2</sup>, из которых 39,4 % находятся в Гомельской и 19,7 % в Могилёвской областях. Одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства на данных землях является получение животноводческой продукции соответствующей действующим на территории республики нормативам [3].

В постчернобыльский период сравнительно хорошо отработаны приемы получения растениеводческой продукции с содержанием радионуклидов в пределах требований Республиканских допустимых уровней (РДУ-99). Почти все корма, производимые на загрязненных пахотных землях, могут использоваться в кормлении животных без ограничений. Пока труднее удаётся получить урожай многолетних трав с низким содержанием радионуклидов пригодный для скармливания скоту и получения качественного молока и мяса. Это обусловлено как биологическими особенностями многолетних трав, которые накапливают радионуклидов в 10–20 раз больше, чем зерновые культуры, так и частичным размещением трав на заболоченных землях, где наблюдается повышенный переход радионуклидов из почвы в растения [4, 5].

Основные защитные мероприятия в кормопроизводстве направлены на снижение поступления радионуклидов из почвы в животноводческую продукцию. Получение мясной и молочной продукции, соответствующей РДУ-99, является главной задачей ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории [2]. Основная доля кормовых культур, не отвечающих требованиям допустимых уровней, производится на торфяных почвах. Поэтому проблема получения кормов, соответствующей допустимым уровням содержания  $^{137}\text{Cs}$ , на почвах данного типа остается и в настоящее время актуальной. Используя коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  для разных видов культур и данные по агрохимическим показателям почвы, возможно спрогнозировать удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной продукции.

Прогноз загрязнения зерновых культур и кормов на основе многолетней бобово-злаковой травосмеси позволяет заблаговременно планировать набор культур для возделывания на загрязненных радионуклидами землях, размещение по полям севооборотов с учетом плотности загрязнения почв и различное их использование [6].

На загрязненной территории получение кормов с известным содержанием радионуклидов начинается с прогнозирования накопления  $^{137}\text{Cs}$  в растениях. Для этого необходимы данные, имеющиеся в хозяйствах, об агрохимических и агрофизических свойствах почв, плотности их загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ , намечаемые к производству культуры и показатели коэффициентов перехода (Кп) радионуклида в звене почва-растение, получаемые из рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель [5]. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных землях периодически издаются, в них вносятся правки показателей Кп. Правки показателей Кп вносятся из-за их меняющихся значений, на которые оказывают влияние многие факторы, к которым относятся тип почвы и её свойства, время поступления радионуклидов в почву, климатические условия и др. Поэтому точность прогнозирования накопления  $^{137}\text{Cs}$  в кормах зависит от значений показателей Кп.

Цель исследований – оценка значений Кп  $^{137}\text{Cs}$  в звене миграции почва-кормовые культуры в отдаленный постчернобыльский период.

**Основная часть.** Объектом исследований являлись кормовые культуры, возделываемые на загрязненных  $^{137}\text{Cs}$  минеральных и торфяных почвах.

Методы исследований: полевой, гамма-спектрометрический, радиохимический, агрохимический, статистического анализа.

Полевые исследования проводились путем отбора проб растительных образцов в фазы технической спелости и сопряженных почвенных



образцов в производственных посевах методом учетных площадок. Почвенные образцы отбирались из пахотного слоя (0–20 см). Представительные пробы формировались из точечных проб. Объемная масса воздушно-сухого образца почвы для проведения анализа на содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  составляла 1,0 л. Из точечных растительных проб массой 0,6–1,0 кг формировали объединенную пробу в зависимости от содержания золы и сухого вещества массой 2 кг. Почвенные образцы отбирали методом конверта, т.е. один смешанный образец состоял из 5 индивидуальных проб, взятых на глубину перегнойного горизонта с площади 1 м<sup>2</sup> с помощью почвенного тростевого бура [7].

Аналитические работы выполнены в лаборатории радиоэкологии и массовых анализов. При расчете значений параметров перехода радионуклидов (Кп) использовались данные удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг) сопряженных проб почв и растений. Определение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг) почвы и растений выполнено на гамма-спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30 %. Статистическая обработка результатов исследований проводилась по Б. А. Доспехову [8].

В процессе исследований проведены камеральные работы по подбору административных районов и сельскохозяйственных предприятий, в которых произведен отбор проб в производственных посевах сельскохозяйственных культур, возделываемых на загрязненных радионуклидами землях. Подбор производился на основании структуры посевных площадей под урожай 2019–2020 гг. в районах Гомельской области.

С целью охвата разнообразия почв и их агрохимических показателей отбор проб производится во всех загрязненных радионуклидами районах Гомельской области. Пробы отбирались на дерново-подзолистых песчаных, супесчаных, торфяных почвах.

В ходе работы были отобраны сопряженные пробы почвы и многолетних трав, однолетних трав, зерновых и пропашных культур, овощей. Проведены аналитические работы по определению удельной активности радионуклидов в отобранных пробах сельскохозяйственных культур. В зависимости от плотности загрязнения радионуклидами территории удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почве находилась в пределах 59–2998 Бк/кг. По степени обменной кислотности почвы относятся ко II–V группам, по содержанию подвижного калия III–VI группам. Содержание гумуса в почве составило 0,8–4,5 %, зольность торфяных почв находилась в пределах от 10 до 54 %.

При выполнении исследований получены актуализированные показатели по коэффициентам перехода радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  для сельскохозяйственных культур на различных типах почв, которые рассчитаны на основании данных по удельной активности почвы и растений. Ко-

коэффициенты перехода радионуклидов дифференцированы по агрохимическим показателям почвы. Для значений коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  учитывалось содержание в почве подвижного калия. Средние значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  для песчаных почв представлены в табл. 1. Из табличных данных видно, что по мере увеличения количества подвижного калия в почве Кп для зерна, соломы, сена, зеленой массы снижались.

Таблица 1. Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  (Кп, Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>) для сельскохозяйственных культур, возделываемых на дерново-подзолистых песчаных почвах

| Культура                                       | Содержание подвижного калия, мг/кг почвы |        |         |         |      |
|--|--|--------|---------|---------|------|
|  | <80                                      | 81–140 | 141–200 | 201–300 | >300 |
| Зерно (влажность 14%)                          |  |        |         |         |      |
| Озимая рожь                                    | –  | 0,11   | 0,09    | 0,08    | 0,06 |
| Яровая пшеница                                 | –  | –      | 0,08    | 0,06    | 0,04 |
| Озимая тритикале                               | 0,08                                     | 0,07   | 0,05    | 0,04    | 0,03 |
| Яровой ячмень                                  | –  | 0,11   | 0,09    | 0,07    | 0,04 |
| Овес   | 0,13                                     | 0,10   | 0,08    | 0,07    | 0,05 |
| Просо  | –  | –      | 0,05    | 0,03    | 0,02 |
| Солома (влажность 20%)                         |  |        |         |         |      |
| Озимая рожь                                    | –  | 0,09   | 0,07    | 0,06    | 0,03 |
| Яровая пшеница                                 | –  | 0,23   | 0,20    | 0,18    | 0,14 |
| Озимая тритикале                               | 0,11                                     | 0,08   | 0,07    | 0,04    | 0,02 |
| Яровой ячмень                                  | –  | 0,13   | 0,11    | 0,09    | 0,08 |
| Овес   | 0,27                                     | 0,13   | 0,07    | 0,05    | 0,03 |
| Сено (влажность 16%)                           |  |        |         |         |      |
| Люцерна  | –  | 0,34   | 0,26    | 0,22    | 0,18 |
| Клевер   | –  | –      | 0,21    | 0,14    | 0,11 |
| Многолетние злаковые травы на пойменных землях | 0,81                                     | 0,58   | 0,43    | –       | –    |
| Зеленая масса (влажность 82%)                  |  |        |         |         |      |
| Люцерна  | –  | 0,07   | 0,06    | 0,05    | 0,04 |
| Клевер   | –  | –      | 0,05    | 0,04    | 0,03 |
| Многолетние злаковые травы на пойменных землях | 0,18                                     | 0,15   | 0,10    | –       | –    |
| Кукуруза                                       | –  | 0,07   | 0,05    | 0,04    | 0,03 |
| Вико-овсяная смесь                             | –  | 0,07   | 0,04    | 0,03    | –    |
| Сенаж (влажность 55%)                          |  |        |         |         |      |
| Люцерна  | –  | 0,18   | 0,14    | 0,12    | 0,10 |
| Клевер   | –  | –      | 0,11    | 0,08    | 0,06 |
| Многолетние злаковые травы на пойменных землях | 0,43                                     | 0,31   | 0,23    | –       | –    |
| Вико-овсяная смесь                             | –  | 0,18   | 0,10    | 0,07    | –    |
| Силос (влажность 75%)                          |  |        |         |         |      |
| Люцерна  | –  | 0,10   | 0,08    | 0,07    | 0,05 |
| Клевер   | –  | –      | 0,06    | 0,04    | 0,03 |
| Кукуруза                                       | –  | 0,10   | 0,07    | 0,06    | 0,04 |

Такая же динамика снижения значений Кп характерна и для кормовых культур, выращенных на супесчаных почвах (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  (Кп, Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>) для сельскохозяйственных культур, возделываемых на дерново-подзолистых супесчаных почвах

| Культура                      | Содержание подвижного калия, мг/кг почвы |        |         |         |      |
|-------------------------------|--|--------|---------|---------|------|
|                               | <80                                      | 81–140 | 141–200 | 201–300 | >300 |
| 1                             | 2  | 3      | 4       | 5       | 6    |
| Зерно (влажность 14%)         |  |        |         |         |      |
| Яровая пшеница                | –  | –      | 0,06    | 0,05    | 0,04 |
| Озимая тритикале              | –  | –      | 0,06    | 0,04    | 0,03 |
| Яровой ячмень                 | –  | –      | 0,06    | 0,05    | 0,04 |
| Озимый ячмень                 | –  | –      | 0,03    | 0,02    | 0,02 |
| Озимый рапс                   | 0,06                                     | 0,05   | 0,04    | 0,04    | 0,03 |
| Подсолнечник                  | –  | –      | –       | 0,09    | 0,07 |
| Горох                         | –  | –      | 0,09    | 0,06    | 0,04 |
| Солома (влажность 20%)        |  |        |         |         |      |
| Яровая пшеница                | –  | –      | 0,20    | 0,15    | 0,12 |
| Озимая тритикале              | –  | –      | 0,09    | 0,07    | 0,03 |
| Яровой ячмень                 | –  | –      | 0,12    | 0,09    | 0,07 |
| Озимый ячмень                 | –  | –      | 0,08    | 0,06    | 0,05 |
| Гречиха                       | 0,90                                     | 0,82   | –       | –       | 0,63 |
| Сено (влажность 16%)          |  |        |         |         |      |
| Многолетние злаковые травы    | –  | 0,11   | 0,08    | 0,08    | 0,07 |
| Люцерна                       | –  | 0,29   | 0,25    | 0,21    | 0,17 |
| Клевер                        | –  | 0,25   | 0,22    | 0,15    | 0,13 |
| Зеленая масса (влажность 82%) |  |        |         |         |      |
| Многолетние злаковые травы    | –  | 0,04   | 0,02    | 0,02    | 0,01 |
| Люцерна                       | –  | 0,07   | 0,05    | 0,04    | 0,04 |
| Клевер                        | –  | 0,06   | 0,05    | 0,04    | 0,03 |
| Кукуруза                      | –  | –      | 0,04    | 0,03    | –    |
| Пайза                         | –  | –      | –       | 0,05    | 0,04 |
| Подсолнечник                  | –  | –      | –       | 0,06    | 0,04 |
| Сенаж (влажность 55 %)        |  |        |         |         |      |
| Люцерна                       | –  | 0,18   | 0,13    | 0,10    | 0,10 |
| Клевер                        | –  | 0,15   | 0,13    | 0,10    | 0,08 |
| Пайза                         | –  | –      | –       | 0,13    | 0,10 |
| Многолетние злаковые травы    | –  | 0,10   | 0,05    | 0,05    | 0,03 |
| Силос (влажность 75%)         |  |        |         |         |      |
| Люцерна                       | –  | 0,03   | 0,02    | 0,02    | 0,02 |
| Клевер                        | –  | 0,08   | 0,07    | 0,06    | 0,05 |
| Кукуруза                      | –  | –      | 0,06    | 0,05    | –    |

В табл. 3 приведены показатели Кп, установленные на торфяных почвах. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  из торфяных почв в корма значительно выше, чем из песчаных и супесчаных почв. Например, если на торфяной почве, в диапазоне содержания калия 201–400 мг/кг, для зерно тритикале Кп  $^{137}\text{Cs}$  составляет 0,18 Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>, то на песчаной и супесчаной почве 0,04 Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>, что в 4,5 раза меньше.

Таблица 3. Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  (Кп, Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>) для сельскохозяйственных культур, возделываемых на торфяных почвах

| Культура                               | Содержание подвижного калия, мг/кг почвы |         |         |          |
|--|--|---------|---------|----------|
|  | <200                                     | 201–400 | 401–600 | 601–1000 |
| Зерно (влажность 14%)                  |  |         |         |          |
| Озимая рожь                            | 0,26                                     | 0,19    | 0,12    | 0,07     |
| Озимая тритикале                       | –  | 0,18    | 0,12    | 0,10     |
| Яровой ячмень                          | –  | 0,16    | 0,09    | 0,08     |
| Овес                                   | 0,29                                     | –       | –       | –        |
| Озимый рапс                            | –  | 0,05    | 0,03    | –        |
| Солома (влажность 20%)                 |  |         |         |          |
| Озимая рожь                            | 0,54                                     | 0,42    | 0,19    | 0,12     |
| Овес                                   | 0,76                                     | –       | –       | –        |
| Сено (влажность 16%)                   |  |         |         |          |
| Многолетние злаковые травы             | 1,28                                     | 1,10    | 0,75    | 0,53     |
| Многолетние бобово-злаковые травосмеси | 1,58                                     | 1,18    | 0,91    | 0,75     |
| Зеленая масса (влажность 82%)          |  |         |         |          |
| Многолетние злаковые травы             | 0,28                                     | 0,21    | 0,15    | 0,11     |
| Многолетние бобово-злаковые травосмеси | 0,34                                     | 0,24    | 0,20    | 0,16     |
| Пайза                                  | 0,54                                     | 0,33    | –       | –        |
| Овес                                   | –  | 0,53    | 0,44    | –        |
| Кукуруза                               | –  | –       | 0,13    | 0,09     |
| Сенаж (влажность 55%)                  |  |         |         |          |
| Многолетние злаковые травы             | 0,68                                     | 0,59    | 0,40    | 0,28     |
| Многолетние бобово-злаковые травосмеси | 0,85                                     | 0,63    | 0,49    | 0,40     |
| Пайза                                  | 1,35                                     | 0,83    | –       | –        |
| Силос (влажность 75%)                  |  |         |         |          |
| Кукуруза                               | –  | –       | 0,19    | 0,13     |
| Овес                                   | –  | 0,75    | 0,63    | –        |

В процессе исследований была проведена сравнительная оценка показателей Кп  $^{137}\text{Cs}$  для сельскохозяйственных кормовых культур, возделываемых на дерново-подзолистых песчаных почвах предыдущего периода и установленных в период 2019–2020 гг. (рисунок) при содержании подвижного калия в диапазоне 141–200 мг/кг почвы.

В результате исследований установлена тенденция снижения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  для многолетних, однолетних трав и кукурузы по сравнению с Кп полученных 10 и более лет назад (предыдущие показатели взяты из базы данных Института).

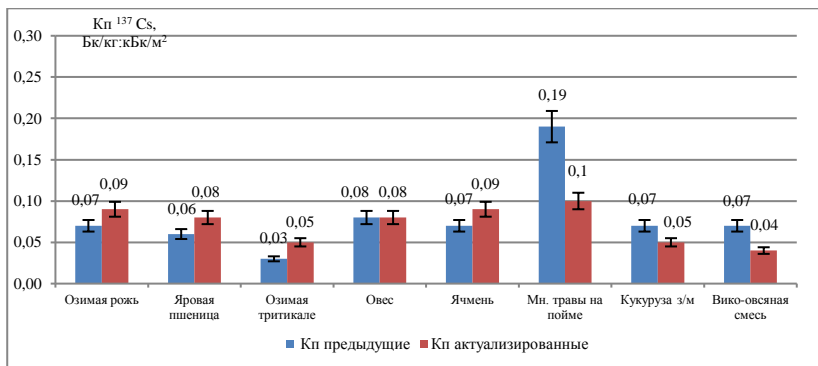


Рис. Сравнительная характеристика  $K_{п}^{137Cs}$  для сельскохозяйственных культур предыдущего периода и полученных в период 2019–2020 гг.

Для зерновых культур  $K_{п}^{137Cs}$  остались на прежнем уровне или несколько увеличены. Возможно, это связано с погодными климатическими условиями, в которых производился отбор проб. Южные районы сейчас можно отнести к пятой климатической зоне с более жаркими и засушливыми условиями, что приводит к пересыханию пахотного слоя и увеличению  $K_{п}^{137Cs}$ .

**Заключение.** В результате проведенных исследований оценка распределения радионуклидов в различных типах почв и перехода их в растения дополнила информацию о процессах миграции радионуклидов и размерах коэффициентов перехода при использовании загрязненных территорий.

Полученные актуализированные коэффициенты перехода  $^{137}Cs$  для основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на загрязненных радионуклидами дерново-подзолистых и торфяных почвах в отдаленный постчернобыльский период пополнили базу данных Института, а также используются при подготовке к выпуску «Рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы» для специалистов сельскохозяйственных предприятий.

Для прогноза содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, получаемой на загрязненной радионуклидами территории необходимо использовать актуализированные коэффициенты перехода  $^{137}Cs$ .

Установлена тенденция снижения значений  $K_{п}^{137Cs}$  для травяных кормовых культур со временем, и некоторое увеличение показателей

для зерновых культур. Этот фактор необходимо учитывать при составлении рациона кормления сельскохозяйственных животных.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Богдевич, И. М. Эффективность и перспективы защитных мер на загрязненных радионуклидами землях Беларуси / И. М. Богдевич // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: мат. Междун. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов, Минск, 26–30 июля 2010 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – Ч. 1. – С. 26–28.
2. Подоляк, А. Г. Экологизация растениеводства на территории радиоактивного загрязнения: монография / А. Г. Подоляк, А. В. Крук, А. Ф. Карпенко; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Скорины, 2020. – 334 с.
3. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Мн., 2020. – С. 199. <http://www.belstat.gov.by>
4. Семенов, Н. Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семенов. – Минск, 2015. – 282 с.
5. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы. – Минск, 2012. – 124 с.
6. Рекомендации по возделыванию многолетних бобово-злаковых многокомпонентных травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / Т. В. Ласько [и др.]; РНИУП «Институт радиологии» – Минск, 2015. – 33 с.
7. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / И. М. Богдевич [и др.]; под ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – (учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений). – М.: Колос, 1979. – 416 с.

## ВЛИЯНИЕ КАРОЛИНА НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА КУР

И. Б. ИЗМАЙЛОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: inserta@tut.by

(Поступила в редакцию 05.02.2021)

*В статье изучалось влияние провитаминового препарата  $\beta$ -каротина «Каролин» на гематологические показатели ремонтного молодняка кур. Препарат «Каролин» представляет собой раствор  $\beta$ -каротина в рафинированных и дезодорированных маслах (подсолнечном, соевом, кукурузном) с массовой долей каротина 0,189–2,0 % или 1,89–2,0 мг/мл  $\beta$ -каротина. При нормировании витаминной обеспеченности рационов для птицы 1 мг микробиологического каротина соответствует 1000 МЕ витамина А. Действующим веществом Каролина является бета-каротин, получаемый из мицелиальной биомассы культуры гриба *Blakeslea trispora*.*

*Для проведения исследований по изучению влияния препарата «Каролин» на гематологические показатели птицы было сформировано три группы ремонтного молодняка кур с суточного до 17-недельного возраста по 100 голов в каждой, которые содержались в одинаковых микроклиматических условиях.*

*Кормление птицы осуществлялось лимитировано сухими полнорационными комбикормами в две фазы: в возрасте 1–60 дней ремонтные молодки получали комбикорм рецепта ПК-2 с содержанием 19,14 % сырого протеина и 1240 кДж обменной энергии, в возрасте 61–120 дней – комбикорм ПК-3, содержащим 14,78 % сырого протеина и 1120 кДж обменной энергии.*

*В ходе эксперимента было установлено, что препарат «Каролин» в сочетании с менадионом положительно сказался на активизации эритропоэза – на 25,0 %, белкового обмена – на 9,9 %, липидного и углеводного метаболизма, соответственно, на 11,1–11,8 %, повышении резервной щелочности крови – на 6,7 %, снижении кислотности – на 1,1 %, возрастании клеточных и гуморальных факторов защиты организма – на 4,4–5,7 п. н., увеличению индекса развития фабрициевой сумки – на 27,2 %.*

**Ключевые слова:** Каролин, ремонтный молодняк кур, гематологические показатели, резистентность организма.

*The article deals with the effect of the  $\beta$ -carotene preparation «Carolin» on the hematological parameters of the replacement chickens. The preparation «Carolin» is a solution of  $\beta$ -carotene in refined and deodorized oils (sunflower-seed, soy bean, maize) with a mass fraction of carotene of 0.189–2.0 % or 1.89–2.0 mg/ml of  $\beta$ -carotene. When rationing vitamin supply for poultry diets, 1 mg of microbiological carotene corresponds to 1000 IU of vitamin A. The active ingredient of «Carolin» is  $\beta$ -carotene, obtained from the mycelial biomass of the *Blakeslea trispora* fungus.*

*To study the effect of «Carolin» on the hematological parameters of poultry, three groups of replacement chickens were formed, each containing 100 birds at the age of one day to 17 weeks, kept under the same microclimates.*

*Poultry feeding was limited to dry complete feed and performed in two phases: replacement chickens at the age of 1–60 days received PK-2 feed formula with 19.14 % of crude protein and 1240 kJ of metabolizable energy, those at the age of 61–120 days – PK-3 mixed feed containing 14.78 % of crude protein and 1120 kJ of metabolizable energy.*

*During the experiment, it was found that the preparation «Carolin» in combination with menadione had a positive effect on the activation of erythropoiesis – by 25.0 %, protein metabolism – by 9.9 %, lipid and carbohydrate metabolism – by 11.1–11.8 %, respectively, an increase in alkali reserve of the blood – by 6.7 %, a decrease in acidity – by 1.1 %, an increase in cellular and humoral body protection factors – by 4.4–5.7 p.p., an increase in the bursal sac development index – by 27.2 %.*

**Key words:** *Carolin, replacement chickens, hematological parameters, resistance of the body.*

**Введение.** Каротиноиды представляют собой наиболее многочисленную и широко распространенную в природе группу биологически активных веществ, входящих в состав клеток микроорганизмов, высших растений и водорослей, а также животных и человека. Также они бывают и антропогенного происхождения, т. е. синтезированные биотехнологическими или физико-химическими методами [1, 3, 6, 7].

Человек и животные получают их с растительной пищей, в которой на долю бета-каротина приходится до 30 % от общей массы каротиноидов [2, 5, 8].

В качестве альтернативы природным источникам каротиноидов созданы препараты, предназначенные для применения в медицине, пищевой индустрии и животноводстве.

Препарат «Каролин» представляет собой раствор β-каротина в рафинированных и дезодорированных маслах (подсолнечном, соевом, кукурузном) с массовой долей каротина 0,189–2,0 % или 1,89–2,0 мг/мл β-каротина. При нормировании витаминной обеспеченности рационов для птицы 1 мг микробиологического каротина соответствует 1000 МЕ витамина А.

Действующим веществом препарата является бета-каротин, получаемый из мицеллиальной биомассы культуры гриба *Blakeslea trispora* [3, 4].

Это инновационный и пока единственный экономически целесообразный путь промышленного производства препарата в полностью контролируемых экологически чистых условиях.

Цель исследований – изучить влияние препарата «Каролин» на гематологические показатели ремонтного молодняка кур.

**Основная часть.** Материалом исследования явился ремонтный молодняк кур с суточного до 17-недельного возраста. Для проведения научно-хозяйственного эксперимента по изучению влияния препарата «Каролин» на гематологические показатели ремонтного молодняка кур было сформировано три группы по 100 голов в каждой, которые содержались в одинаковых температурно-влажностных и световых условиях.

Контрольная группа получала основной комбикорм с содержанием витамина А в количестве 10 млн МЕ. Молодняку второй группы скармливали комбикорм, в котором витамин А и «Каролин» включали в равных по



биологической активности количествах: 5 млн. МЕ и 5 г соответственно. Ремонтный молодняк третьей группы – 5 млн. МЕ витамина А, 5 г «Каролин» и 1 г витамина К<sub>3</sub>.

Кормление молодняка осуществлялось лимитировано сухими полнорационными комбикормами. В возрасте 1–60 дней ремонтные молодки получали комбикорм рецепта ПК-2, в котором содержалось 19,14 % сырого протеина и 1240 кДж обменной энергии. Во вторую фазу (61–120 дней) комбикорм ПК-3 содержал 14,78 % сырого протеина и 1120 кДж обменной энергии.

Для оценки влияния изучаемых бионутриентов на организм птицы, определения ее физиологического состояния, обменных процессов, были изучены гематологические показатели.

В ходе опыта было установлено, что в 7-дневном возрасте наиболее выражено проявились все показатели гемопоэза и в контрольной и опытных группах. Однако в 3-й группе количественная неравнозначность, как доминирующих признаков гемопоэза, была статистически достоверна (эритроциты –  $3,25 \cdot 10^{12}/л \pm 0,21$ , лейкоциты –  $30,1 \cdot 10^9/л \pm 1,33$  и гемоглобин –  $79,6 \text{ г/л} \pm 1,26$ ). В 30-дневном возрасте наблюдался спад этих показателей, что объясняется ритмичностью жизнедеятельности (табл. 1).

Таблица 1. Гемограмма ремонтного молодняка кур ( $X \pm m$ )

| Показатели              | Группа    |            |              |
|-------------------------|-----------|------------|--------------|
|                         | 1-я       | 2-я        | 3-я          |
| В возрасте 7 дней       |           |            |              |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 2,54±0,17 | 2,97±0,18  | 3,25±0,21*   |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 25,3±1,32 | 26,8±1,23  | 30,1±1,33*   |
| Гемоглобин, г/л         | 74,8±1,26 | 75,2±1,12  | 79,6±1,26*   |
| В возрасте 30 дней      |           |            |              |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 2,47±0,16 | 2,64±0,17  | 2,98±0,20    |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 23,6±1,12 | 24,7±1,09  | 26,7±1,33    |
| Гемоглобин, г/л         | 73,1±1,23 | 74,2±1,13  | 75,8±1,80    |
| В возрасте 60 дней      |           |            |              |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 2,62±0,17 | 3,27±0,18* | 3,34±0,18*   |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 25,3±1,10 | 26,9±1,11* | 29,6±1,22*   |
| Гемоглобин, г/л         | 84,1±1,33 | 89,3±1,42* | 90,8±1,53*   |
| В возрасте 120 дней     |           |            |              |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 2,75±0,15 | 2,96±0,19* | 3,44±0,22*   |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 30,1±0,91 | 33,4±0,97* | 32,6±0,95*   |
| Гемоглобин, г/л         | 91,3±2,20 | 94,7±2,21* | 110,3±2,49** |

\* $p \leq 0,05$ ; 2. \*\* $p \leq 0,01$ .

В 120-дневном возрасте потенциал метаболических процессов во всех группах молодок нарастал, но наиболее интенсивным и статистически достоверным он был в 3-й группе по эритроцитам на 25,0 %, лейкоцитам – на 8,3 % и гемоглобину – на 20,8 %.

При изучении содержания белка и белковых фракций в сыворотке крови ремонтных курочек в 7-дневном возрасте биорезонанс молодняка кур оказался аналогичным проявлению эритро-, лейко- и гемопоза и наиболее выраженным по сравнению со следующим этапом выращивания. Отметим, что концентрация общего белка в 3-й группе была выше 1-й контрольной группы на 14,6 %, альбуминов – на 5,5 п. п.

Положительное влияние Каролина в сочетании с менадином на белковый обмен продолжалось до конца выращивания. В 120-дневном возрасте содержание общего белка в сыворотке крови молодняка 3-й группы было достоверно выше контроля на 9,9 % и составляло (46,4±1,18) против (42,2±1,10) в контроле ( $P \leq 0,05$ ).

Исследования углеводного обмена по показателям концентрации глюкозы в сыворотке крови ремонтного молодняка кур показали, что в 7-дневном возрасте ее количество во всех группах было практически одинаковым и варьировало в пределах (5,21±0,12)–(5,31±0,14) ммоль/л.

В 30-дневном возрасте наблюдалось незначительное снижение интенсивности углеводного метаболизма во всех группах и этот показатель равнялся (5,30±0,11)–(5,51±0,13) ммоль/л. В конце выращивания концентрация глюкозы в сыворотке крови молодняка контрольной группы составляла (6,01±0,14) ммоль/л, а в 3-й группе – (6,72±0,15), или на 11,8 % выше, чем в контроле при статистически достоверной разнице ( $P \leq 0,05$ ).

Показатели минерального состава и резервной щелочности сыворотки крови ремонтного молодняка кур до 60-дневного возраста различий между группами не имели. Однако начиная с этого возрастного рубежа интенсивность трансформации макроэлементов и повышении резервной щелочности в сыворотке крови ремонтных молодок 3-й группы существенно возросла и достоверно превосходила контроль по концентрации общего кальция на 19,9 %, неорганического фосфора – на 22,5 % и резервной щелочности – на 4,2 %.

В 120-дневном возрасте, проявлявшаяся закономерность доминирования указанных критериев, также подтверждалась со статистической достоверностью. Вместе с увеличением резервной щелочности на 6,7 %, шло снижение кислотности с уровня pH (7,35±0,03) в контрольной группе до (7,43±0,03) в 3-й группе.

Таким образом, эти факторы участия в регуляции гомеостаза подтверждают многогранность препарата «Каролин» в обменных процессах организма ремонтного молодняка.

Иммунная защита организма является одним из факторов, поддерживающих гомеостаз. Результаты изучения показателей естественной

резистентности организма ремонтного молодняка представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели клеточных и гуморальных факторов защиты организма ремонтного молодняка ( $X \pm m$ )

| Показатели                  | Группа    |            |            |
|-----------------------------|-----------|------------|------------|
|                             | 1-я       | 2-я        | 3-я        |
| В возрасте 7 дней           |           |            |            |
| Фагоцитарная активность, %  | 53,8±1,40 | 54,2±1,32  | 56,3±1,51  |
| Лизоцимная активность, %    | 17,4±0,89 | 17,9±0,90  | 20,2±1,00  |
| Бактерицидная активность, % | 46,3±1,15 | 46,8±1,13  | 47,9±1,20  |
| В возрасте 30 дней          |           |            |            |
| Фагоцитарная активность, %  | 51,8±1,18 | 52,3±1,19  | 53,9±1,20  |
| Лизоцимная активность, %    | 16,9±0,87 | 17,2±0,91  | 19,8±1,01  |
| Бактерицидная активность, % | 44,4±1,13 | 45,4±1,16  | 46,7±1,25  |
| В возрасте 60 дней          |           |            |            |
| Фагоцитарная активность, %  | 52,1±1,10 | 56,8±1,23* | 56,5±1,27* |
| Лизоцимная активность, %    | 18,4±1,01 | 22,3±1,10* | 22,3±1,12* |
| Бактерицидная активность, % | 47,9±1,12 | 48,8±1,23  | 52,4±1,34* |
| В возрасте 120 дней         |           |            |            |
| Фагоцитарная активность, %  | 63,6±1,13 | 65,4±1,32  | 69,3±1,35* |
| Лизоцимная активность, %    | 20,3±1,11 | 22,5±1,19  | 24,7±1,20* |
| Бактерицидная активность, % | 50,6±1,12 | 54,7±1,14* | 55,2±1,19* |

\*  $P \leq 0,05$ .

Изучение клеточных и гуморальных факторов защиты организма ремонтных курочек показало, что в 7-дневном возрасте показатели лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови, а также критерии фагоцитарной активности лейкоцитов во всех группах были практически одинаковыми, но с тенденцией их доминирования во 2-й и 3-й группах. Через месяц с начала эксперимента наблюдалась идентичная для всех групп незначительная релаксация физиологических процессов с последующим их восстановлением. Причем, более активное нарастание естественных защитных сил организма наблюдалось в опытных группах. В 60-дневном возрасте фагоцитарная активность лейкоцитов здесь была выше, чем в контроле на 4,4–4,7 п. п., лизоцимная активность сыворотки крови – на 3,9 п. п. и бактерицидная активность – на 0,9–4,5 п. п. ( $P \leq 0,05$ ).

Эти преимущества сохранились до конца выращивания ремонтного молодняка и в 120-дневном возрасте они соответственно были выше на 5,7; 4,4 и 4,6 п. п.

Изучение развития центральных органов иммунной системы ремонтного молодняка подтвердило их лучшие показатели формирования во 2-й и 3-й группах. Индекс развития фабрициевой сумки у моло-

док 3-й группы был достоверно выше на 27,2 % по сравнению с контрольной группы ( $P \leq 0,05$ ).

Таким образом, по изученным нами показателям роста и развития ремонтного молодняка кур установлена взаимосвязь биорезонанса птицы с количеством включаемого в рацион Каролина, а также Каролина в сочетании с менадионом.

Не менее важным физиологическим показателем состояния организма птицы является метаболизм общих липидов и их основных классов. Так, в 7-дневном возрасте количество общих липидов и их основных классов в сыворотке крови во всех группах молодняка было минимальным и практически одинаковым. В 30-дневном возрасте в сыворотке крови цыплят всех групп не установлено статистически достоверного повышения концентрации, как общих липидов, так и их основных классов.

На последующих этапах выращивания проявилась тенденция активизации липидного обмена. Так, в 60-дневном возрасте, количество общих липидов в 3-й группе, по сравнению с контрольной, возросло на 0,93 ммоль/л, или на 11,2 %, а количество фосфолипидов – на 1,02 ммоль/л, или на 19,9 %.

В конце выращивания количество общих липидов в сыворотке крови молодняка кур в 3-й группе возросло на 0,96 ммоль/л, или на 11,1 % и количество фосфолипидов – на 1,04 ммоль/л, или на 20,1 %.

**Заключение.** В результате изучения влияния препарата «Каролин» в сочетании с менадионом на гематологические показатели ремонтного молодняка кур было установлено, что включение этих бионутриентов в рационы птицы выразилось в активизации эритропоэза на 25,0 %, белкового обмена – на 9,9 %, липидного и углеводного метаболизма, соответственно, на 11,1–11,8 %, повышении резервной щелочности крови – на 6,7 %, снижении кислотности – на 1,1 %, возрастании клеточных и гуморальных факторов защиты организма – на 4,4–5,7 п. п., увеличению индекса развития фабрициевой сумки – на 27,2 %.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Барабай, В. А. Перекисное окисление и стресс / В. А. Барабай, И. И. Брехмен, Ю. Б. Гологин. – СПб.: Наука, 1992. – 148 с.
2. Букин, Ю. В. Бета-каротин – фактор здоровья / Ю. В. Букин. – М.: Наука. – 1995. – 27 с.
3. Измайлович, И. Б. Иммунологические проявления препарата «Каролин» в организме цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА. – 2017. – С. 190–197.
4. Измайлович, И. Б. Физиолого-биохимическая оценка воздействия каротинсодержащего препарата «Каролина» на организм цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович

// Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА. – 2011. – Ч. 1. – С. 188–193.

5. Карнаухов, В. Н. Биологические функции каротиноидов / В. Н. Карнаухов // М.: Наука, 1988. – 240 с.

6. Кирица, Е. Направленный синтез каротиноидов у дрожжей и перспективы их использования: дисс. ... докт. биол. наук / Е. Кирица. – Кишинев, 2005. – 129 с.

7. Eugster, C. Carotenoid Structures, old and new problems / C. Eugster // Pure and appl. chem. – 2005. – Vol. 57. – № 5. – P. 639–647.

8. Gowda, B. Express of c-myc in human colonic tissue in response to beta-carotene supplementation / B. Gowda, J. Qin, S. Mobarhan, T. Frommel // Nutr. cancer. – 2007. – Vol. 28 (2). – P. 135–139.

## СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ РАСТЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ

А. А. КУРЕПИН

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163

(Поступила в редакцию 05.02.2021)

Фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации, по сравнению с более поздней, всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки, сухое вещество такого корма лучше переваривается. В настоящее время в Республике Беларусь в справочниках и нормативных документах, используемых при зоотехническом анализе кормов, отсутствуют требования к кормам, предназначенным на кормовые цели, по содержанию фракционного состава сырой клетчатки (НДК, КДК). Поэтому целью настоящих исследований является изучение накопления структурных углеводов в зеленой массе кормовых растений по фазам вегетации. Нами проведены в период 2012–2019 гг. лабораторные опыты по определению общей питательности и количественного содержания НДК и КДК в зеленой массе кормовых растений в зависимости от фазы вегетации. В проведённых исследованиях изучено накопление структурных углеводов в злаковых и бобовых культурах по фазам вегетации, определены показатели нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки. Установлено, что за период роста и развития травостоев по фазам филологического цикла, происходит накопление структурных углеводов и снижение энергетической ценности и сырого протеина. Также на основании полученных данных были получены корреляционные зависимости накопления одних питательных веществ и снижения других в зависимости от роста и развития растения. Установлено, что с развитием растений имеется обратная связь между содержанием сырой клетчатки и обменной энергии  $r=-1$ . Обратная корреляционная зависимость ( $r=0,99$ ) получена между показателями НДК и ОЭ, НДК и суммы легкопереваримых углеводов. То есть, при увеличении фазы развития растений, увеличивается содержания НДК, при этом происходит снижение содержания легкопереваримых углеводов.

**Ключевые слова.** злаковые травы, клевер, люцерна, фаза вегетации, НДК, КДК, питательность.

*The vegetative stage of plants has a significant impact on the chemical composition and nutritional value of the feed. In plants in the early vegetative stage, in comparison with the later one, there is always more water, protein, nitrogen-free extractable substances and less fiber, the dry matter of such feed is better digested. Currently, in the Republic of Belarus, in reference books and regulatory documents used for purposes of zootechnical feed analysis there are not any requirements for feed according to the content of the fractional composition of raw fiber (NDF, ADF). Therefore, the aim of this research is to study the accumulation of structural carbohydrates in the herbage of forage plants during the growing season. In the period 2012–2019, we conducted laboratory experiments to determine the total nutritional*

*value and the quantitative content of NDF and ADF in the herbage of forage plants, depending on the vegetative stage. In the experiments, accumulation of structural carbohydrates in cereals and legumes was studied by the vegetative stages, neutral and acid detergent fiber indicators were determined. It is established that during the period of growth and development of grass stands according to the phases of the physiologic cycle, there takes place an accumulation of structural carbohydrates as well as a decrease in the energy value and crude protein. Also, on the basis of the data obtained, correlations between the accumulation of some nutrients and the reduction of others, depending on the growth and development of the plant were revealed. It is found that with the development of plants, there is an inverse relationship between the content of crude fiber and the metabolizable energy  $r=-1$ . An inverse correlation ( $r=0.99$ ) is obtained between the indicators of NDF and ME, ADF and the amount of easily digestible carbohydrates, that is, with an increase in the phase of plant development, the NDF content increases, while the content of easily digestible carbohydrates decreases.*

**Key words:** *grasses, clover, alfalfa, vegetative stage, NDF, ADF, nutritional value.*

**Введение.** Учитывая важный вклад клетчатки, современные подходы к определению качества корма и его питательности предлагается введение новых параметров для характеристики качества кормов. Согласно этим подходам стандартный анализ корма в настоящее время должен включать следующие критерии: сырой протеин, содержание сухого вещества (СВ) и вместо общепринятой «сырой клетчатки» нейтрально-детергентную клетчатку (или фракцию, не нерастворимую в нейтральном детергенте – НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в кислотном детергенте – КДК).

В настоящее время в Республике Беларусь при зоотехническом анализе кормов используется показатель «сырая клетчатка», а существующие в нашей стране справочники и нормативные документы [1, 2, 3, 4] не имеют сведений и требований к кормам, предназначенным на кормовые цели, по содержанию фракционного состава сырой клетчатки (НДК, КДК) [5].

По мнению ряда ученых, фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации, по сравнению с более поздней, всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки, сухое вещество такого корма лучше переваривается.

Целью настоящих исследований является изучение накопления структурных углеводов в зеленой массе кормовых растений по фазам вегетации.

**Основная часть.** Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследований нами проведены в период 2012–2019 годов лабораторные опыты по определению общей питательности и количе-

ственного содержания НДК и КДК в зеленой массе кормовых растений в зависимости от фазы вегетации.

Химический анализ кормов проводили по схеме зоотехнического анализа: Нейтрально-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в нейтральном детергенте – НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в кислотном детергенте – КДК), определяли согласно методике Курилова Н. В. [6] и модифицированной методике Van-Soest [7] с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6 [8].

Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики [9] на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента [10].

Фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации, по сравнению с более поздней, всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки, сухое вещество такого корма лучше переваривается. Получены данные в проведенных исследованиях химического состава зеленой массы злаковых трав по фазам вегетации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав зеленой массы многолетних злаковых трав по фазам вегетации

| Фаза вегетации         | СВ,<br>% | К.ед | ОЭ,<br>МДж | СП,<br>% | СК,<br>% | НДК,<br>% | КДК,<br>% |
|------------------------|----------|------|------------|----------|----------|-----------|-----------|
| В сухом веществе корма |          |      |            |          |          |           |           |
| Выход в трубку         | 14,02    | 0,97 | 10,96      | 18,52    | 22,44    | 38,77     | 27,96     |
| Колошение              | 22,91    | 0,83 | 10,15      | 14,11    | 26,94    | 47,09     | 31,72     |
| Начало цветения        | 25,7     | 0,67 | 9,13       | 10,42    | 32,62    | 57,11     | 40,06     |

В проведенных исследованиях установлено, что за период роста и развития травостоев по фазам филологического цикла, происходит накопление структурных углеводов и снижение энергетической ценности и сырого протеина. Так, содержания сырого протеина в фазу начала цветения снизилось на 8,8 п.п. по отношению к фазе выхода в трубку, содержание обменной энергии и кормовых единиц снизилось на 1,83 МДж и 0,3 ед. соответственно.

Следует отметить, что по мере вегетации зеленой массы злаковых культур на каждый процент увеличения сырой клетчатки содержания сырого протеина в растениях в среднем уменьшалось на 0,97 % – в



начале вегетации (выход в трубку до колошения), и на 0,64 % от фазы колошения до начала цветения, однако корреляционной зависимости не установлена, так как содержания вышеуказанных питательных веществ зависит от многих факторов и в первую очередь от погодных условий.

Из полученных данных по содержанию структурных углеводов в зеленой массе злаковых трав по фазам вегетации (рис. 1) следует, что с увеличением фазы развития растений, увеличивается и содержание структурных углеводов, так в фазу выхода в трубку содержания НДК находилось на уровне 38,77 %, в фазу колошения этот показатель увеличился на 8,32 п.п. и составил 47,09 %, в фазу начало цветения содержания НДК составило 57,11 %, что на 18,34 п.п. больше по отношению началу вегетации (фаза выхода в трубку). Это зависимость отмечается и по накоплению КДК, так если в фазу выход в трубку содержания КДК составляло 27,96 %, то уже в фазу начала цветения этот показатель увеличился на 12,1 п.п. и составил 40,06 %.

Также на основании полученных данных были получены корреляционные зависимости накопления одних питательных веществ и снижения других в зависимости от роста и развития растения.

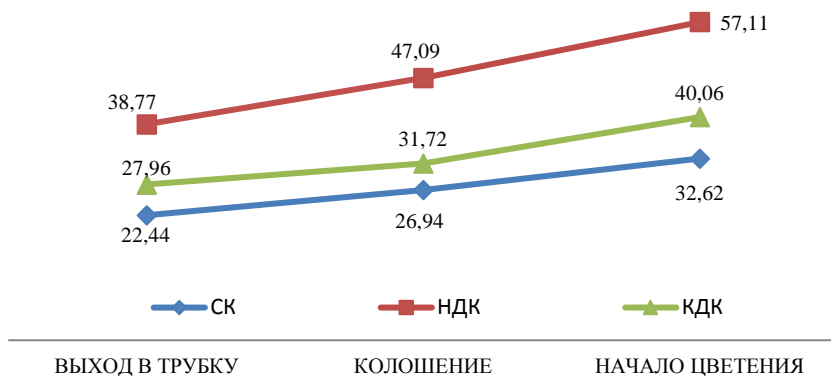


Рис. 1. Содержание структурных углеводов в зеленой массе злаковых трав по фазам вегетации

Установлено, что с развитием растений имеется обратная связь между содержанием сырой клетчатки и обменной энергии  $r=-1$ . Обратная корреляционная зависимость ( $r=0,99$ ) получена между показателями НДК и ОЭ, НДК и суммы легкопереваримых углеводов, т. е. при увеличении фазы развития растений, увеличивается содержания

НДК, при этом происходит снижение содержания легкопереваримых углеводов с 18,27 % до 10,44 %.

В ходе исследований было изучено изменение содержания структурных углеводов и энергетической ценности по фазам вегетации в клевере красном в 1 и 2 укосах (табл. 2).

Таблица 2. Питательность зеленой массы клевера красного в зависимости от фазы развития и укоса

| Фаза вегетации                                  | ОЭ,<br>МДж | К.ед. | СВ,<br>% | СП,<br>% | СК,<br>% | КДК,<br>% | НДК,<br>% |
|---|------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Зеленая масса клевера красного 1 укос           |            |       |          |          |          |           |           |
| До бутонизации                                  | 11,59      | 1,09  | 12,98    | 22,30    | 18,94    | 24,01     | 38,01     |
| Бутонизация                                     | 10,77      | 0,94  | 14,48    | 18,91    | 23,49    | 29,42     | 41,19     |
| Начало цветения                                 | 10,29      | 0,86  | 18,69    | 16,09    | 26,14    | 31,94     | 44,20     |
| Цветение  | 9,66       | 0,76  | 20,59    | 14,34    | 29,64    | 35,12     | 47,21     |
| Конец цветения                                  | 9,31       | 0,70  | 22,49    | 13,71    | 31,62    | 36,54     | 47,90     |
| Зеленая масса клевера красного 2 укос и послед. |            |       |          |          |          |           |           |
| До бутонизации                                  | 11,54      | 1,08  | 16,68    | 21,94    | 19,21    | 29,38     | 41,11     |
| Бутонизация                                     | 10,70      | 0,93  | 18,10    | 18,91    | 23,89    | 32,12     | 44,15     |
| Начало цветения                                 | 10,13      | 0,83  | 20,48    | 18,05    | 27,08    | 35,01     | 47,41     |
| Цветение  | 9,38       | 0,71  | 20,75    | 16,19    | 31,24    | 36,61     | 49,12     |
| Конец цветения                                  | 9,40       | 0,72  | 22,92    | 15,11    | 31,10    | 37,31     | 50,30     |

Из полученных данных следует, что ходе роста и развития растений питательность от фазы до бутонизации к фазе конец цветения изменяется. Так, наибольшее содержание сырого протеина отмечено в фазу до бутонизации 22,3 %, обменной энергии – 11,59 МДж, кормовых единиц 1,09. К концу цветения отмечается снижение сырого протеина на 8,59 п.п., обменной энергии на 2,28 МДж или на 19,67 %.

В тоже время с ростом и развитием растений происходит накопление сухого вещества, сырой клетчатки, нейтрально-детергентной и кислотно-детергентной клетчатки, с одновременным снижением энергетической ценности зеленой массы клевера красного как при первом, так и втором укосах рис. 2–3.

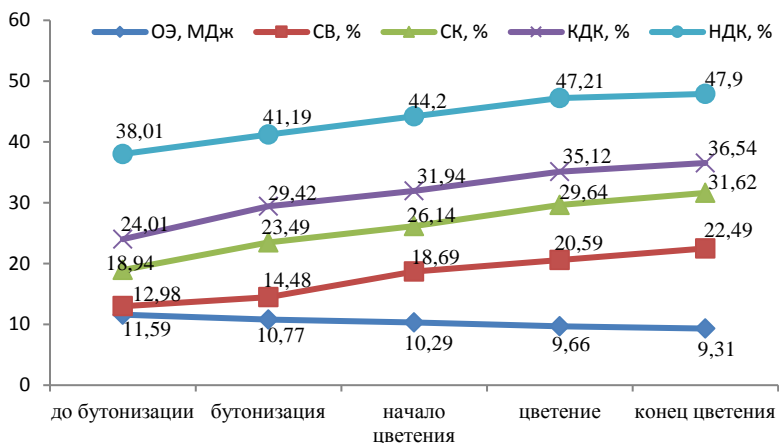


Рис. 2. Изменение энергетической ценности и структурных углеводов в клевере красном 1 укоса в зависимости от фазы вегетации

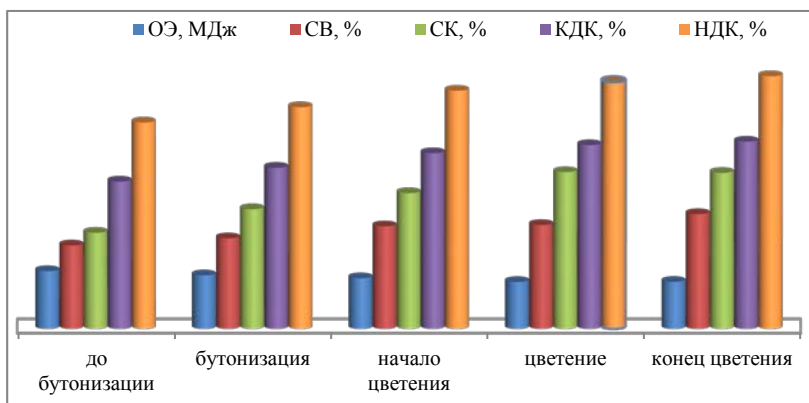


Рис. 3. Изменение энергетической ценности и структурных углеводов в клевере красном 2 укоса в зависимости от фазы вегетации

Как при первом, так и при втором укосах происходит увеличение содержания структурных углеводов, а именно сырой клетчатки и ее фракций нейтрально-детергентной и кислотно-детергентной клетчатки в динамике, это отображено на рисунках 3 и 4. Так в фазу до бутонизации (1 укос) содержание сырой клетчатки в зеленой массе клевера красного в среднем составило 18,94 %, к концу цветения ее содержа-

ние увеличилось на 12,68 п.п., НДК увеличилось на 9,89 п.п., КДК на 12,53 п.п.

Установлены высокие коррелируемые связи между питательными веществами в процессе роста и развития растений (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь питательных веществ в зеленой массе клевера красного в среднем по фазам вегетации

| 1 укос           |         |       |       |        |        |
|------------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| СВ, %            | ОЭ, МДж | СП, % | СК, % | НДК, % | КДК, % |
| СВ, %            | -0,98   | -0,97 | 0,98  | 0,98   | 0,96   |
|                  | ОЭ, МДж | 0,99  | -1,00 | -0,99  | -1,00  |
|                  |         | СП, % | -0,99 | -0,99  | -0,99  |
|                  |         |       | СК, % | 0,99   | 1,00   |
|                  |         |       |       | НДК, % | 0,99   |
| 2 укос и послед. |         |       |       |        |        |
| СВ, %            | -0,94   | -0,95 | 0,94  | 0,98   | 0,97   |
|                  | ОЭ, МДж | 0,98  | -1,00 | -0,99  | -0,99  |
|                  |         | СП, % | -0,98 | -0,98  | -0,98  |
|                  |         |       | СК, % | 0,99   | 0,99   |
|                  |         |       |       | НДК, % | 1,00   |

Так, сильные отрицательные связи получены между сухим веществом и обменной энергией  $r = -0,98$ , сырым протеином  $r = -0,97$ ; обменной энергией и сырой клетчаткой  $r = 1,00$ , КДК  $r = 1,00$ , НДК  $r = 0,99$ . Отрицательная связь в  $0,99$  получена между сырым протеином и структурными углеводами.

Накопление структурных углеводов имеет положительную связь в процессе роста и развития растений с сухим веществом, сырой клетчаткой, НДК и КДК, что в свою очередь отражается на снижении энергетической и кормовой ценности растений.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод, что в процессе роста и развития растений при накоплении одного питательного вещества, другой снижается и наоборот, что подтверждается полученными коррелируемыми зависимостями.

Также было изучено накопление питательных веществ в процессе роста и развития люцерны (табл. 4).

Таблица 4. Питательность зеленой массы люцерны в зависимости от фазы развития и укоса

| Фаза вегетации                         | ОЭ,<br>МДж | К.<br>ед. | СВ,<br>% | СП,<br>% | СК,<br>% | КДК,<br>% | НДК,<br>% |
|--|------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Зеленая масса люцерны 1 укос           |            |           |          |          |          |           |           |
| До бутанизации                         | 11,13      | 1,00      | 15,44    | 26,03    | 21,49    | 24,98     | 34,94     |
| Бутанизация                            | 10,48      | 0,89      | 15,91    | 22,53    | 25,13    | 30,59     | 42,03     |
| Начало цветения                        | 9,76       | 0,77      | 19,01    | 19,08    | 29,12    | 33,68     | 46,21     |
| Цветение                               | 9,23       | 0,69      | 21,06    | 17,41    | 32,05    | 35,82     | 48,34     |
| Конец цветения                         | 8,68       | 0,61      | 24,10    | 15,21    | 35,12    | 36,85     | 48,64     |
| Зеленая масса люцерны 2 укос и послед. |            |           |          |          |          |           |           |
| До бутонизации                         | 11,05      | 0,99      | 16,91    | 27,05    | 21,94    | 31,18     | 41,95     |
| Бутонизация                            | 10,50      | 0,89      | 18,06    | 24,07    | 24,98    | 31,77     | 43,15     |
| Начало цветения                        | 9,61       | 0,75      | 19,54    | 20,91    | 29,94    | 33,54     | 45,11     |
| Цветение                               | 9,02       | 0,66      | 20,94    | 18,41    | 33,22    | 30,49     | 49,87     |
| Конец цветения                         | 8,70       | 0,61      | 22,61    | 16,54    | 34,98    | 38,06     | 42,78     |

Анализируя полученные данные по химическому составу люцерны, можно сделать вывод о том, что энергетическая и питательность ценность изменялось в процессе роста и развития и подчинялась общей биологической закономерности.

Также в процессе «старения трав» отмечалось снижение энергетической и протеиновой ценности, с одновременным накоплением сырой клетчатки и ее фракций НДК и КДК.

Так, к концу цветения содержания обменной энергии снизилось на 2,45 МДж, содержание сырой клетчатки увеличилось на 13,63 п.п., НДК на 13,7 п.п., КДК – 11,87 п.п. по отношению содержания питательных веществ до бутонизации.

Получены сильные коррелирующие связи между питательными веществами в ходе роста и развития растений.

Анализируя полученные результаты, следует, что при увеличении сухого вещества в процессе роста и развития люцерны имеется сильная отрицательная связь с содержанием обменной энергии ( $r=0,97$ ), сырым протеином ( $r=0,95$ ), также отрицательная связь получена и между обменной энергией, сырым протеином и накоплением структурных углеводов от  $r=-1,00$  до  $-0,95$ .

**Заключение.** Изучено накопление структурных углеводов в злаковых и бобовых культурах по фазам вегетации, определены показатели нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки. Установлено, что в фазу предшествующую бутонизации зеленой массы клевера красного

отмечено наибольшее содержание сырого протеина (22,3 %), обменной энергии (11,59 МДж) кормовых единиц (1,09). В зеленой массе клевера красного установлено наличие связи между сырым протеином и структурными углеводами ( $r=0,99$ ), уровнем сухого вещества и такими параметрами как обменная энергия ( $r=-0,98$ ), сырой протеин ( $r=-0,97$ ), а также между содержанием обменной энергии и такими критериями как сырая клетчатка ( $r=1,00$ ), КДК ( $r=1,00$ ), НДК ( $r=0,99$ ).

Выявлено, что люцерна характеризовалась связью между обменной энергией, сырым протеином и структурными углеводами ( $r=-1,00 - -0,95$ ) и накоплению обменной энергии ( $r=0,97$ ), сырого протеина ( $r=0,95$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 23637-90. Сенаж. Технические условия. – М., 1991. – 7 с.
2. СТБ 1223-2000. Силос из кормовых растений. Общие технические условия. – Минск, 2000. – 6 с.
3. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2001. – 260 с.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа / И. В. Брыло [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. – 108 с.
5. Курепин, А. А. Использование современных методов оценки качества силоса кукурузного с учётом содержания нейтрально- и кислотнo-детергентной клетчатки / А. А. Курепин // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр.– Жодино, 2020. – Т. 55, Ч. 2. – С. 21–29.
6. Изучение пищеварения у жвачных: методические указания / Н. В. Курилов [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии и биохимии питания с.-х. животных. – Боровск, 1987. – 96 с.
7. Van Soest, R. H. Wine // 4 Determination of plant cell-wall constituents. J. Assoc. Anal. Chem., 1968, 50:50-55.
8. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – 6 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
10. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве: методические указания / С. Г. Менчукова [и др.]. – Горки, 1989. – 65 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ КАРОЛИНА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА КУР

И. Б. ИЗМАЙЛОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: inserta@tut.by

(Поступила в редакцию 02.03.2021)

Для обеспечения физиологических потребностей сельскохозяйственных животных и птицы необходимо балансировать рацион по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ. Современная промышленная индустрия предлагает ряд синтетических препаратов, способных компенсировать дефицит витаминов, макро- и микроэлементов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы.

В наших исследованиях изучался провитаминный препарат бета-каротина «Каролин», представляющий собой раствор  $\beta$ -каротина в рафинированных и дезодорированных маслах с массовой долей каротина 0,189 % или 1,89 мг/мл  $\beta$ -каротина, получаемый из мицелиальной биомассы культуры гриба *Blakeslea trispora*.

Целью исследований было изучение показателей физиологического развития ремонтного молодняка кур при включении в рацион провитаминного препарата «Каролин».

Материалом исследования являлся ремонтный молодняк кур с суточного до 120-дневного возраста.

Ремонтный молодняк содержали в каскадных трехъярусных клеточных батареях БКМ-3 в одинаковых абиотических условиях при дифференцированном световом режиме и лимитированном кормлении сухими полнорационными комбикормами по фазам роста: в возрасте 1–60 дней – комбикорм ПК-2 с содержанием 19,14 % сырого протеина и 1240 кДж обменной энергии, в возрасте 61–120 дней – комбикорм ПК-3, содержащим 14,78 % сырого протеина и 1120 кДж обменной энергии.

В результате проведенных исследований было установлено, что по показателям, характеризующим физиологическое развитие ремонтных молодых (динамики живой массы, размерам гребня, смены маховых перьев первого порядка, промерам статей тела) и по затратам кормов на килограмм прироста живой массы наиболее выраженным развитием отличалась группа курочек, в рацион которых включались в равных по биологической активности витамин А и Каролин с добавлением витамина К<sub>3</sub>.

**Ключевые слова:** Каролин, ремонтный молодняк кур, живая масса, затраты кормов, размеры гребня, смена маховых перьев, стати тела.

To meet the physiological needs of farm animals and poultry, it is necessary to balance the diet on a wide range of nutrients and biologically active substances. Modern industry offers a number of synthetic drugs that can compensate for the deficiency of vitamins, macro- and microelements in the diets of farm animals and poultry.

In our research, we studied the  $\beta$ -carotene preparation «Carolin», which is a solution of  $\beta$ -carotene in refined and deodorized oils with a carotene mass fraction of 0.189 % or 1.89 mg/ml of  $\beta$ -carotene obtained from the mycelial biomass of the *Blakeslea trispora* fungus.

*The aim of the research was to study the indicators of physiological development of replacement young chickens when the provitamin preparation «Carolin» was included in the diet.*

*The material to study included the replacement young chickens at the age from one day to 120 days.*

*Replacement young chickens were kept in three-tier stepped cages BKM-3 under the same abiotic conditions with variable light regimes and limited feeding with dry complete feeds according to the growth stages: at the age of 1–60 days – PK-2 mixed feed formula containing 19.14 % of crude protein and 1240 kJ of metabolizable energy, at the age of 61–120 days – PK-3 mixed feed formula containing 14.78 % of crude protein and 1120 kJ of metabolizable energy.*

*The studies found that in terms of indicators representative of the physiological development of replacement pullets (dynamics of live weight, comb size, change of flight feathers, body measurements) and in terms of feed consumption per kilogram of live weight gain a group of pullets whose diet included vitamin A and «Carolin» laced with vitamin K<sub>3</sub> exhibited the most pronounced development.*

**Key words:** *Carolin, replacement chickens, live weight, feed consumption, comb size, change of flight feathers, body points.*

**Введение.** В современных промышленных условиях содержания сельскохозяйственной птицы, корм является чуть-ли не единственным связывающим звеном между птицей и окружающей средой. И полноценность комбикормов, используемых в их кормлении, приобретает чрезвычайную актуальность, так как сельскохозяйственная птица содержится в закрытых помещениях, изолированная от контакта с почвой и солнечной энергией, при ограниченном движении в течение всего периода выращивания. В связи с чем может наблюдаться изменение микробного биоценоза желудочно-кишечного тракта, сердечная недостаточность, гиподинамия, снижение резистентности организма и, соответственно, продуктивности [7, 8].

Поэтому корм должен содержать все необходимые для физиологических потребностей организма питательные и биологически активные вещества, комплекс витаминов, макро- и микроэлементов.

Такие ученые, как Г. А. Богданов, А. Р. Вальдман, К. М. Солнцев, В. М. Голушко, Н. В. Редько, В. И. Фисинин и другие, внесли большой теоретический и практический вклад по изучению и применению биологически активных веществ с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Были разработаны основные положения по степени воздействия на продуктивность, оптимальных дозах и эффективности применения различных биологически активных веществ. Особое место принадлежит витаминам и их предшественникам – провитаминам.

Известно, что живому организму витамины необходимы, так как в большинстве случаев клетки и ткани неспособны их синтезировать. Витамин А, например, содержится только в кормах животного проис-



хождения, а в растениях имеются его предшественники – каротиноиды. К тому же они обладают самостоятельной физиологической активностью, а метаболизм каротина в витамин А у различных животных неодинаков. Корма животного происхождения достаточно дефицитны и альтернативными источниками каротина являются корма растительного происхождения, такие как травяная мука, желтая кукуруза и некоторые другие [1–5, 9].

В настоящее время для этих целей также производятся синтетические препараты витамина А в виде масляных растворов или порошкообразных, микрогранулированных форм. Также источниками каротиноидов могут быть не только растения, но и многие микроорганизмы: бактерии, мицелиальные грибы, водоросли. Наиболее эффективный синтез каротиноидов обнаружен у гриба *Blakeslea trispora*. Следовательно, микробиологический синтез представляет широкие возможности для получения различных каротиносодержащих препаратов, способных компенсировать их дефицит в рационах сельскохозяйственных животных и птицы.

При использовании синтетических препаратов витамина А возможны передозировки, а при одновременном применении с каротиносодержащими препаратами передозировки исключены, поскольку метаболизм каротина в витамин А происходит только в пределах физиологической потребности организма, а остальное его количество используется в других биосинтетических процессах [2, 9].

Современное развитие витаминной промышленности, создание витаминных и провитаминных препаратов, открывает новые перспективы в зоотехнической, ветеринарной и медицинской практике [10].

Одним из высокоэффективных каротинсодержащих препаратов является «Каролин». Это препарат микробиологического синтеза последнего поколения каротиноидов, полученный из мицелиальной биомассы культуры гриба *Blakeslea trispora* [2, 4, 6].

«Каролин» представляет собой раствор  $\beta$ -каротина в рафинированных и дезодорированных маслах (подсолнечном, соевом, кукурузном) с массовой долей каротина 0,189 % или 1,89 мг/мл  $\beta$ -каротина. При нормировании витаминной обеспеченности рационов для сельскохозяйственной птицы 1 мг микробиологического каротина соответствует 1000 МЕ витамина А.

Цель исследований – изучить показатели физиологического развития ремонтного молодняка кур при включении в рацион провитаминного препарата «Каролин».

**Основная часть.** Материалом исследования являлся ремонтный молодняк кур с суточного до 120-дневного возраста и провитаминный препарат «Каролин».

Для проведения исследований было сформировано три группы молодок по 100 голов в каждой по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

| Группа | Количество голов | Особенности кормления   |
|--------|------------------|---|
| 1-я    | 100              | ОР* + 10 млн МЕ витамина А  |
| 2-я    | 100              | ОР + 5 млн МЕ витамина А + 5 г Каролина**                             |
| 3-я    | 100              | ОР + 5 млн МЕ витамина А + 5 г Каролина + 1 г витамина К <sub>3</sub> |

Примечание: 1. \* ОР – основной рацион; 2. \*\* Каролин – в пересчете на чистое вещество β-каротин.

Ремонтный молодняк содержали в каскадных трехъярусных клеточных батареях БКМ-3 в одинаковых абиотических условиях.

Световой режим был дифференцированным и постепенно сокращался: с 24 – в первые трое суток, до 9 часов – в 17-недельном возрасте.

Температура воздуха в помещении с возрастом птицы постепенно снижалась. В первые трое суток температура воздуха составляла 33 °С, в 120-дневном возрасте она снизилась до 18–16 °С.

Кормление молодняка было лимитированным и осуществлялось сухими полнорационными комбикормами. В возрасте 1–60 дней ремонтные молодки получали комбикорм рецепта ПК-2, в котором содержалось 19,14 % сырого протеина и 1240 кДж обменной энергии. Во вторую фазу (61–120 дней) скармливали комбикорм ПК-3, содержащий 14,78 % сырого протеина и 1120 кДж обменной энергии.

Важное значение в кормлении сельскохозяйственной птицы имеет энерго-протеиновое отношение (ЭПО), которое непосредственно отражает питательность используемых комбикормов и уровень энергетического обмена, происходящего в организме. В эксперименте на каждый процент сырого протеина в комбикорме ПК-2 приходилось 648 кДж обменной энергии, а в комбикорме ПК-3 – 758 кДж. Эти показатели находятся в пределах рекомендуемых норм.

Несмотря на одинаковые микроклиматические условия, динамика живой массы ремонтного молодняка варьировала и представлена в табл. 2.

Таблица 2. Живая масса ремонтных курочек ( $X \pm m$ ), г

| Группа | Начало опыта | Возраст в 30 дней | % к контролю | Возраст в 60 дней | % к контролю | Возраст в 120 дней | % к контролю |
|--------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------------|--------------|
| 1-я    | 35,4±0,02    | 301,2±10,3        | 100,0        | 701,8±14,9        | 100,0        | 1304,5±21,3        | 100,0        |
| 2-я    | 35,7±0,03    | 308,4±9,7         | 102,4        | 714,2±18,6*       | 101,7        | 1366,7±32,4*       | 104,8        |
| 3-я    | 35,3±0,01    | 310,6±11,2        | 103,1        | 721,3±22,1*       | 102,8        | 1382,9±31,7*       | 106,0        |

\*  $P \geq 0,05$ .

В начале научно-хозяйственного опыта живая масса цыплят всех групп была в пределах 35–36 г, но уже в 30-дневном возрасте разница в живой массе между контрольной и опытными группами ремонтных молодок имела различия в 2–3 %. Это объясняется не совсем развитой ферментативной системой цыплят в этом возрасте. Однако, начиная с 60-дневного возраста происходит увеличение живой массы во 2-й и 3-й группах на 1,7 % и 2,8 % соответственно. К 120-дневному возрасту сохранилось первенство этих опытных групп на 4,8–6,0 % по отношению к 1-й контрольной группе, но оно было статистически не достоверно ( $P \geq 0,05$ ). Сохранность поголовья во всех группах 96,0 %. Прирост живой массы за весь период выращивания представлен на рис. 1.

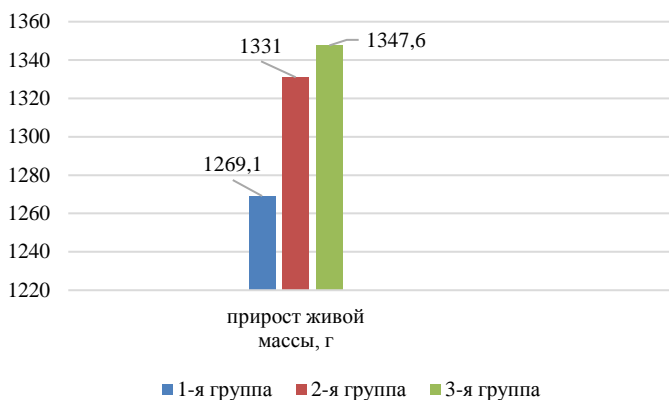


Рис. 1. Прирост живой массы

Как видно на рис. 1 прирост живой массы составил по группам соответственно 1269,1, 1331 и 1347,6 г.

Во всех группах было израсходовано одинаковое количество комбикорма, а именно 6,45 кг на каждую голову, а на 1 кг прироста живой массы затраты кормов составили: в 1-й контрольной группе – 5,08 кг, во 2-й – 4,84 кг и в 3-й группе – 4,79 кг корма.

Таким образом, самое эффективное применение Каролина отмечалось в той группе, в которой использовался изучаемый провитаминный препарат в равнозначной по биологической активности дозе с витамином А и с добавлением 1 г витамина К<sub>3</sub>.

Для оценки предстоящей продуктивности курочек важное значение имеет развитие вторичных половых признаков у ремонтного молодняка. С этой целью осуществлялось измерение гребня по его длине и

высоте в 90- и 120-дневном возрасте. Эти данные представлены на рис. 2.

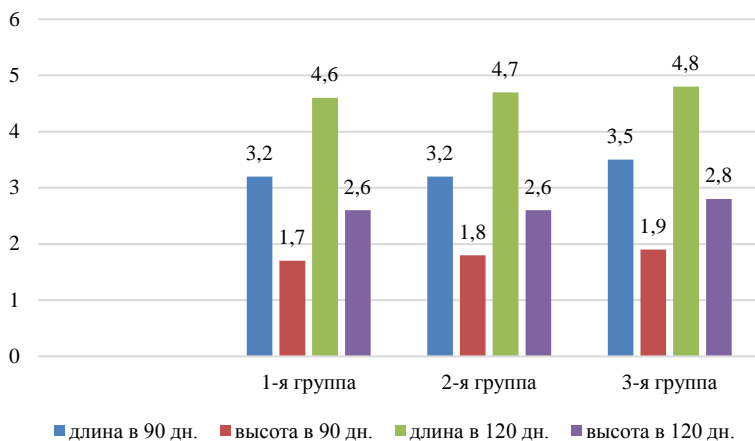


Рис. 2. Размеры гребня ремонтного молодняка, см

Данные рис. 2 показывают, что наиболее ярко, но сопряженно с общим габитусом птицы, признаки полового диморфизма проявлялись у птицы 3-й группы. Так, к концу эксперимента длина и высота гребешков была соответственно на 4,3 % и 7,6 % выше контроля. Но статистически достоверной разницы не установлено, равно как и в показателях живой массы курочек.

Еще одним важным показателем развития ремонтного молодняка является смена маховых перьев первого порядка.

Известно, что ювенальная линька имеет свои особенности и у разных видов птицы протекает неодинаково. Факторов, влияющих на этот процесс, достаточно много. Это и вид птицы, и кросс, кормление, содержание и др.

Анализируя процесс смены маховых перьев первого порядка у ремонтных молодок, констатируем тот факт, что молодки 3-й группы в 120-дневном возрасте сменили 86 % оперения, что на 3,6 % больше, чем в контроле. Показатели экстерьера птицы являются подтверждением гармоничного ее развития. Измерение промеров статей тела ремонтного молодняка кур в 120-дневном возрасте подтвердили пропорциональное их развитие с небольшим преимуществом этих показателей во 2-й и 3-й группах. Длина туловища в этих группах составляла

17,2–17,5 см (17,0 см в контроле), ширина груди – 8,0–8,3 см (8,1 см в контроле), глубина груди – 9,3–9,7 см (9,2 см в контроле), обхват груди – 27,4–27,6 см (27 см в контроле), длина киля – 8,2–8,4 см (8,1 см в контроле), ширина таза – 7,2–7,3 см (7,2 см в контроле), длина бедра – 8,4–8,6 см (8,3 см в контроле), длина голени – 10,5–10,7 см (10,4 см в контроле), длина плюсны – 7,1–7,4 см (7,0 см в контроле) соответственно. Отметим, что это преимущество не выходило за рамки регламента. Экономическая эффективность выращивания ремонтного молодняка кур при использовании Каролина в апробированных количествах является определяющим критерием необходимости такого приема (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность выращивания ремонтного молодняка кур

| Показатели                            | Группа |          |          |
|---------------------------------------|--------|----------|----------|
|                                       | 1-я    | 2-я      | 3-я      |
| Начальное поголовье, гол.             | 100    | 100      | 100      |
| Сохранность птицы, %                  | 96,0   | 96,0     | 96,0     |
| Количество кормодней, дн.             | 11522  | 11519    | 11526    |
| Получено прироста живой массы, кг     | 121,8  | 127,8    | 129,3    |
| Отбраковано молодняка, %              | 21     | 19       | 18       |
| Выбраковано голов                     | 20     | 18       | 17       |
| Деловой выход молодняка, %            | 79,1   | 81,2     | 82,2     |
| Продано молодняка, гол/кг             | 76/99  | 78/106,6 | 79/109,2 |
| Выручка от реализации, руб.           | 1069,4 | 1151,5   | 1179,6   |
| Всего затрат, руб.                    | 953,5  | 1030,1   | 1056,73  |
| Получено прибыли, руб.                | 115,9  | 121,4    | 122,87   |
| Дополнительная прибыль, руб.          | –      | 5,5      | 6,97     |
| Прибыль в расчете на 1000 гол., руб.* | –      | 55       | 69,72    |

\* В ценах 2014 г.

По данным табл. 3 видно, что при общих затратах в количестве 1056,73 рублей, прибыль от реализации ремонтных молодок 3-й группы составила 122,87 руб., или на 6,0 % выше, чем в контрольной группе. Дополнительная прибыль в расчете на 1000 голов выращиваемого ремонтного молодняка составила 69,72 рублей (в ценах 2014 г.).

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что по показателям, характеризующим физиологическое развитие ремонтных молодок (динамики живой массы, размерам гребня, смены маховых перьев первого порядка, промерам статей тела) и по затратам кормов на килограмм прироста живой массы наиболее выраженным развитием отличалась группа курочек, в рацион которых включались в равноценных по биологической активности витамин А и Каролин с добавлением витамина К<sub>3</sub>.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Антипов, В. А. Эффективность использования препарата «Каролин» / В. А. Антипов, Д. Н. Кузьмина, Д. Н. Уразаев // Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных: материалы Междунар. конгр. совещ. – Воронеж, 1997. – С. 175.
2. Измайлович, И. Б. Продукт биотехнологии «Каролин» в рационах птицы / И. Б. Измайлович // Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород, 2011. – С. 116.
3. Измайлович, И. Б. Иммунологические проявления препарата «Каролин» в организме цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА. – 2017. – С. 190–197.
4. Измайлович, И. Б. Физиолого-биохимическая оценка воздействия каротинсодержащего препарата «Каролина» на организм цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА. – 2011. – Ч. 1. – С. 188–193.
5. Ионов, И. А. Состояние антиоксидантной системы суточного молодняка и действия на нее каротиноидов / И. А. Ионов, Т.В. Полтавская. – Зеленоград, 1999. – С. 178.
6. Лозовой, В. И. Влияние каротинсодержащих препаратов на яичную продуктивность и обменные процессы у кур-несушек: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. И. Лозовой. – Ставрополь, 2005. – 27 с.
7. Мерзленко, Р. А. Каротинсодержащие препараты для птицы / Р. А. Мерзленко, Л. И. Резниченко, А. Н. Мерзленко // Птицеводство. – 2004. – № 2. – С. 26–27.
8. Свеженцов, А. И. Микробиологический каротин в питании животных и птицы / А. И. Свеженцов, И. С. Кунашкова, А. А. Тюренков. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2002. – 160 с.
9. Филимонов, Ю. А. Опыт применения бета-каротина в животноводстве и птицеводстве / Ю. А. Филимонов // Ветеринарный врач. – 2005. – № 4. – С. 53–54.
10. Шапошников, А. А. Биологическая ценность добавления каротиноидов в корм кур-несушек / А. А. Шапошников, С. М. Вострикова, Т. С. Гусева // Ветеринария и кормление. – 2007. – № 6. – С. 11.

## КОРМОВАЯ ДОБАВКА «ЛИЗУНЕЦ БРИКЕТИРОВАННЫЙ» КАК ИСТОЧНИК МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНАХ КОРОВ

М. И. МУРАВЬЕВА, Е. А. МАРУСИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 09.03.2021)

*Значение минеральных веществ в питании сельскохозяйственных животных чрезвычайно велико, хотя они и не имеют энергетической ценности. Минеральные вещества участвуют во всех процессах обмена веществ, происходящих в организме, выполняют важные структурные и динамические функции. В настоящее время на отечественном рынке имеется достаточно широкий выбор как минеральных добавок, так и готовых премиксов. Наиболее простой вариант покрытия дефицита в макро- и микроэлементах в рационах коров – купить готовые добавки.*

*В данной статье представлены результаты исследований по влиянию кормовой добавки «Лизунец брикетированный» на молочную продуктивность и качество молока коров. Исследованиями установлено, в рационе кормления опытных дойных коров недостаточно было следующих макро- и микроэлементов: кальция, фосфора, серы, меди, цинка, марганца, кобальта и йода. Это свидетельствовало о том, что в рацион коров необходимо было ввести минеральные добавки. Каждой группе коров минеральную добавку «Лизунец брикетированный» различной рецептуры скармливали в свободном доступе по мере поедания. Среднесуточное потребление минеральной добавки «Лизунец брикетированный» на одну голову составило 52,3 г.*

*Молочная продуктивность коров при использовании в свободном доступе минеральной добавки «Лизунец брикетированный» увеличилась во второй опытной группе на 3,8 %, в третьей – на 12,2 %. Жирность молока во второй опытной группе составила 3,73 %, что выше, чем в контрольной группе на 0,03 %, в третьей опытной группе – 3,78 %, что выше, чем в контрольной на 0,08 %. Содержание белка в молоке коров второй опытной группы составило 3,05 %, что выше, чем в контрольной группе на 0,16 %, в третьей опытной группе – 3,09 %, что выше, чем в контрольной на 0,2 %.*

*Экономический эффект от использования минеральной добавки «Лизунец брикетированный» составил 10,9–34,4 руб. на 1 голову, получено дополнительной прибыли 0,59–0,61 руб. на 1 руб. дополнительных затрат.*

**Ключевые слова:** коровы, кормовая добавка, молоко, продуктивность, качество молока.

*The importance of minerals in the diet of farm animals is extremely high, although they do not have energy value. Minerals are involved in all metabolic processes occurring in the body; perform important structural and dynamic functions. Currently, the domestic market has a fairly wide selection of both mineral additives and ready-made premixes. The easiest way to cover the deficit in macro- and microelements in the diets of cows is to buy ready-made supplements.*

*This paper presents the results of research on the effect of the feed additive «Briquetted Lizunets» on the milk productivity and milk quality of cows. Studies have found that the diet of*

experimental dairy cows was short of the following macro – and microelements: calcium, phosphorus, sulfur, copper, zinc, manganese, cobalt and iodine. This meant that it was necessary to introduce mineral supplements into the diet of cows. The freely available mineral supplement «Briquetted Lizunets» of various formulations was offered to each group of cows in the course of feeding. The average daily consumption of the mineral supplement «Briquetted Lizunets» per cow accounted for 52.3 g.

When using the freely available mineral supplement «Briquetted Lizunets», milk productivity of cows increased in the second experimental group by 3.8 %, in the third one – by 12.2 %. The fat content in milk in the second experimental group was 3.73 %, which is 0.03 percent higher than in the control group, in the third experimental group – 3.78 %, which is 0.08 percent higher than in the control group. The protein content in the milk of cows of the second experimental group was 3.05 %, which is 0.16 percent higher than in the control group, in the third experimental group – 3.09 %, which is 0.2 percent higher than in the control group.

The economic impact of using the mineral supplement «Briquetted Lizunets» amounted to 10.9–34.4 rubles per 1 head, an extra profit of 0.59–0.61 rubles per 1 ruble of additional costs was obtained.

**Key words:** cows, feed additive, milk, productivity, milk quality.

**Введение.** В условиях нашей республики с учетом географических и климатических параметров, почвы и растения дефицитны по многим минеральным элементам, которые жизненно необходимы животным. Недостаток или избыток минеральных элементов в рационах коров и молодняка крупного рогатого скота может нанести значительный ущерб животноводству, снижая эффективность использования кормов и скорость роста животных.

Кормовые добавки – это органические или минеральные соединения природного происхождения или полученные путем химического синтеза, являющиеся поставщиками питательных и биологически активных веществ в организм животных. Минеральные добавки животным даются для поддержания нормальной жизни, образования костной и других тканей, стимулирования обмена веществ и получения энергии. При недостатке таких веществ, как кальций, фосфор, натрий, железо, животные чаще подвержены заболеваниям, наблюдаются меньшие среднесуточные приросты молодняка и удои молока. Благодаря минеральным добавкам животные поддерживаются в здоровом состоянии, нормально размножаются, а молодняк правильно развивается [5].

К минеральным добавкам относятся: кормовые фосфаты, мел, известняк, ракушки, полуфабрикат костный, поваренная соль, натрий двууглекислый, хлорид калия, серноокислый магний, окись магния, сера, серноокислый натрий, железо серноокисное, сульфат меди, цинк серноокислый (углекислый), марганец серноокислый (углекислый), калий йодистый, кобальт серноокислый или углекислый, селенит натрия [2].



Обогащение рационов сбалансированными минерально-солевыми добавками является необходимым условием повышения эффективности выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота.

При недостатке и для профилактики недостаточности минеральных элементов в кормах, для повышения их использования в организме животных рекомендуется применять солевые лизунцы и премиксы, в состав которых входит весь набор необходимых минеральных веществ и в нужном соотношении. Премиксы и солевые минеральные добавки производятся для разных видов и половозрастных групп животных [4].

Закупаемые за пределами республики минеральные добавки не всегда соответствуют требованиям обеспечения полноценного кормления скота и птицы, в них зачастую отсутствуют необходимые минеральные элементы питания или они вводятся в недостаточном количестве, чтобы восполнять недостаток минеральных элементов в рационах животных для регионов нашей страны. Кроме этого, закупаемые импортные минеральные добавки очень дороги. Производство комплексных минеральных добавок на базе местного сырья и скармливание их крупному рогатому скоту экономически более выгодно по сравнению с завозными [3].

Производство комплексных минеральных добавок на базе местного сырья и скармливание их крупному рогатому скоту экономически более выгодно по сравнению с покупкой импортных. Включение в состав рациона для коров новых источников минерального питания является одним из основных резервов повышения продуктивности животных и снижения себестоимости продукции [1, 2].

Цель исследований – изучить молочную продуктивность и качество молока коров при использовании кормовой добавки «Лизунец брикетированный».

**Основная часть.** Исследования были проведены в ОАО «Горечкая РАПТ» Горечковского района. В качестве объекта для экспериментальных исследований был молочно-товарный комплекс «Сава». Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы три группы по 78 дойных коров. Потребление корма в опытных и контрольной группах было практически одинаковым. Каждой группе коров скармливали минеральную добавку «Лизунец брикетированный» различной рецептуры в свободном доступе по мере поедания. Продолжительность опыта – 60 дней.

Минеральная добавка «Лизунец брикетированный» произведена в ОАО «Белорусский цементный завод» с использованием местного сырья. Брикеты имели прямоугольную форму, масса одного брикета – 5 кг. Рецепт добавки представлен в табл. 1.

Таблица 1. **Рецептура минеральной добавки «Лизуец брикетированный» для дойных коров**

| Ингредиенты            | Группа                     |                        |                        |
|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
|                        | 1-контрольная (рецепт № 1) | 2-опытная (рецепт № 2) | 3-опытная (рецепт № 3) |
| Содержание в 1 кг:     |                            |                        |                        |
| Хлористый натрий, г/кг | 980,0                      | 784,0                  | 977,0                  |
| Кальций, г/кг          |                            | 76,0                   | 4,5                    |
| Фосфор, г/кг           |                            |                        | 6,2                    |
| Марганец, мг/кг        |                            |                        | 5,7                    |
| Медь, мг/кг            |                            |                        | 3,9                    |
| Кобальт, мг/кг         |                            |                        | 24,8                   |
| Цинк, мг/кг            |                            |                        | 4,9                    |
| Иод, мг/кг             |                            |                        | 4,9                    |
| Магний, мг/кг          |                            |                        | 14,8                   |
| Стоимость 1 кг, руб.   | 0,0739                     | 0,0959                 | 0,1863                 |

Молочную продуктивность коров и качество молока изучали путем проведения контрольных доек один раз в месяц. Пробы молока отбирались по ГОСТ 13928-84 ежемесячно от каждой группы коров. Пробы молока исследовались на содержание соматических клеток, жира, белка, лактозы; определялась точка замерзания молока. Химический состав молока определяли в молочной лаборатории по определению качественных показателей молока РУСПП «Могилевское Госплемпредприятие», г. Могилев. Экономическую эффективность рассчитывали в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий». На основании анализа состава и питательности был определен минеральный состав рациона кормления дойных коров. Было выявлено в рационе недостаточно макро- и микроэлементов: кальция, фосфора, серы, меди, цинка, марганца, кобальта и йода. Это свидетельствует о том, что в рацион коров необходимо вводить минеральные добавки (табл. 2).

Таблица 2. **Минеральный состав рациона кормления дойных коров**

| Показатели   | Кальций, г | Фосфор, г | Магний, г | Калий, г | Сера, г | Железо, мг | Медь, мг | Цинк, мг | Марганец, мг | Кобальт, мг | Йод, мг |
|--|------------|-----------|-----------|----------|---------|------------|----------|----------|--------------|-------------|---------|
| Норма для коровы с суточным удоем 20 кг молока массой 550 кг | 131        | 86        | 34        | 113      | 47      | 1188       | 218      | 1170     | 1350         | 198         | 144     |
| Фактически содержится в рационе                              | 8828       | 61,4      | 35,7      | 287      | 242     | 2132       | 1009     | 4519     | 11927        | 1,78        | 482     |
| Разница к норме (+, -)                                       | -427       | -246      | 1,7       | 167      | -223    | 940        | -101     | -780     | -1573        | -18,0       | -96     |

За период опыта среднесуточное потребление минеральной добавки «Лизунец брикетированный» на одну голову составило 52,3 г. Следует отметить, что животные охотно подходили к брикетам-лизунцам и проявляли активность для доступа к ним.

Результаты исследований по изучению молочной продуктивности представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Молочная продуктивность коров при использовании минеральной добавки «Лизунец брикетированный»**

| Показатели                                       | Группа                        |                           |                           |
|--|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|  | 1-контрольная<br>(рецепт № 1) | 2-опытная<br>(рецепт № 2) | 3-опытная<br>(рецепт № 3) |
| Количество коров, гол.                           | 78                            | 78                        | 78                        |
| Продолжительность опыта, дней                    | 60                            | 60                        | 60                        |
| Среднесуточный удой в расчете на одну голову, кг | 15,6                          | 16,2                      | 17,5                      |
| в % к контрольной группе                         |                               | 3,8                       | 12,2                      |
| Произведено молока по группе, кг                 | 73008                         | 75816                     | 81900                     |
| Дополнительно произведено молока, кг             |                               | 2808                      | 8892                      |

Из данных видно, что молочная продуктивность коров увеличилась во второй опытной группе на 3,8 %, в третьей – на 12,2 %.

Наиболее оптимальным оказался рецепт минеральной добавки № 3. Среднесуточная молочная продуктивность коров составила 17,5 кг, что выше, чем у коров контрольной группы на 1,9 кг (+ 12,2%).

Валовое производство молока за период научно-хозяйственного опыта было выше во второй опытной группе на 2808 кг, а в третьей – на 8892 кг по сравнению с контрольной группой.

Как показывают данные табл. 4, жирность молока во второй опытной группе составила 3,73 %, что выше, чем в контрольной группе на 0,03 %, в третьей опытной группе – 3,78 %, что выше, чем в контрольной на 0,08 %.

Таблица 4. **Качество молока коров при использовании минеральной добавки «Лизунец брикетированный»**

| Показатели             | Группа                        |                           |                           |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                        | 1-контрольная<br>(рецепт № 1) | 2-опытная<br>(рецепт № 2) | 3-опытная<br>(рецепт № 3) |
| Жирность молока, %     | 3,7                           | 3,73                      | 3,78                      |
| + к контрольной группе | –                             | 0,03                      | 0,08                      |
| Содержание белка, %    | 2,89                          | 3,05                      | 3,09                      |
| + к контрольной группе | –                             | 0,16                      | 0,2                       |

Содержание белка в молоке коров второй опытной группы составило 3,05 %, что выше, чем в контрольной группе на 0,16 %, а в третьей опытной группе – 3,09 %, что выше, чем в контрольной на 0,2 %. Наиболее оптимальным оказался рецепт минеральной добавки № 3. Жирность молока повысилась на 0,08 п.п., содержание белка – на 0,2 п.п. Экономическая эффективность применения различных рецеп-

тов минеральной добавки «Лизунец брикетированный» для дойных коров показывает, что больше всего было получено молока от коров третьей опытной группы, а именно 81900 кг, что при переводе на базисную жирность составило 85995 кг. Получено дополнительной продукции в третьей группе 10919 кг, а во второй – 3517 кг. Стоимость дополнительной продукции за опыт соответственно составила 7097,35 и 2286,1 рублей. Чистой прибыли во второй группе было заработано 857,14 рублей, а в третьей – 2689,23 рублей.

Экономический эффект от использования минеральной добавки «Лизунец брикетированный» составил 10,9–34,4 руб. на 1 голову, получено дополнительной прибыли 0,59–0,61 руб. на 1 руб. дополнительных затрат.

**Заключение.** В целях увеличения молочной продуктивности и качества молока коров рекомендуем применение в свободном доступе в кормлении дойного стада минеральной добавки «Лизунец брикетированный» рецепта №3.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Орлинский, Б. С. Добавки и премиксы в рационах. / Б. С. Орлинский. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 83 с.
2. Радчиков, В. Ф., Гурин В. К., Кот А. Н. Белково-витаминно-минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота: монография / В. Ф. Радчиков и [др.]. – Жодино, – 2010. – 156 с.
3. Слесарев, И. К., Пилук Н. В. Минеральные источники Беларуси для животноводства / И. К. Слесарев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 176 с.
4. Шаршунов, В. А. Комбикорма и кормовые добавки: справочное пособие / В. А. Шаршунов, Н. А. Попков Ю. А., Пономаренко; под ред. В. А. Шаршунов. – Минск: Экоперспектива, 2002. – 440 с.
5. Щеглов, В. В., Слесарев И. К. Проблема минерального питания и пути ее решения в животноводстве / В. В. Щеглов. – Минск: Ураджай, 2012. – 245 с.

## ЭНЕРГОЖИРОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ С ФУЗОМ И ЛЕЦИТИНОМ В КОРМЛЕНИИ ДОЙНЫХ КОРОВ

**А. И. КОЗИНЕЦ, О. Г. ГОЛУШКО, Т. Г. КОЗИНЕЦ,  
М. А. НАДАРИНСКАЯ, А. В. ШВЕД**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

*(Поступила в редакцию 11.03.2021)*

*Целью исследований явилось изучение эффективности использования разработанных рецептов энергожировых концентратов в рационах дойных коров в сравнении с аналогичным количеством соевого шрота. Для решения поставленной цели был проведен научно-хозяйственный опыт в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Для проведения опыта было сформировано 4 группы коров на привязном содержании по принципу пар-аналогов со средней живой массой 550–600 кг по 9 голов в каждой. Животных подбирали с учетом физиологического состояния в начале исследований. Все подопытные животные получали в рационе силос кукурузный, сенаж разнотравный, зеленую массу злаковых культур и комбикорм собственного производства. Различие в кормлении состояло в том, что животные контрольной группы получали в качестве подкормки дополнительно один раз в сутки 0,5 кг шрота соевого, II опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №1, III опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №1, с дополнительно проведенным его экструдированием, IV опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №2.*

*За период проведения научно-хозяйственных исследований по изучению эффективности использования трёх рецептов энергожирового концентрата ежедневно дополнительная прибавка по молоку 3,6%-ной жирности от каждой опытной коровы составила 1,0, 1,4 и 0,8 кг соответственно по группам. Дополнительная прибыль от использования энергожировых концентратов в качестве подкормки взамен соевого шрота составила 75,9, 106,3 и 60,7 руб. от каждой коровы.*

**Ключевые слова:** *коровы, энергожировые концентраты, кровь, продуктивность.*

*The purpose of the research was to study the effectiveness of using the designed formulation of energy-fat concentrates in the diets of dairy cows in comparison with the same amount of soybean oil meal. To achieve this goal, a scientific and economic experiment was conducted at the state enterprise «ZhodinoAgroPlemeElita» of Smolevichi district, Minsk region. To conduct the experiment, 4 groups of cows were formed. Each group included 9 cows with an average live weight of 550–600 kg housed in tie-stall barns on the «pair-analogue» basis. The animals were selected taking into account their physiological state at the beginning of the study. All experimental animals were fed with corn silage, haylage of various grasses, herbage of cereal cultivars and farm-produced mixed feed. The difference in feeding was the fact that the animals of the control group received an additional 0.5 kg of soybean meal once a day, cow of experimental group II – 0.5 kg of energy-fat concentrate produced according to formu-*

lation No. 1, those of experimental group III – 0.5 kg of energy-fat concentrate produced according to formulation No. 1, which was further extruded, animals of experimental group IV – 0.5 kg of energy-fat concentrate produced according to formulation No. 2.

During the period of scientific and economic research on the effectiveness of using three formulations of energy-fat concentrate on a daily basis, an additional increase in 3.6 per cent milk from each experimental cow was 1.0, 1.4 and 0.8 kg, respectively, according to the groups. Additional profit from the use of energy-fat concentrates as extra nutrition instead of soybean meal amounted to 75.9, 106.3 and 60.7 rubles from each cow.

**Key words:** cows, energy-fat concentrates, blood, productivity.

**Введение.** Здоровье и правильное кормление коровы в ранней стадии лактации являются очень важными факторами для производства молока на протяжении всего периода лактации. Известно, что в первый месяц лактации после отёла коровы испытывают энергетический дисбаланс. Связано это с тем, что потребности организма коровы в энергии превосходят возможности потребления энергии из обычных кормов рациона. Всё это в итоге приводит к кетозам, а резкое увеличение потребления концентратов с целью решения данной проблемы – и к последующим ацидозам. Поэтому в первый период лактации необходимо наряду со стандартными кормами применять высокоэнергетические [1–3].

На предприятиях маслоперерабатывающей промышленности в довольно больших объёмах образуются вторичные продукты при переработке растительных масел: фузы растительные, фосфатидные эмульсии, soapсток. Все они в своём составе содержат довольно большое количество сырого жира (от 30 % до 80 % в фузах) и их введение в состав комбикормов напрямую очень затруднительно из-за их не технологичности [4, 5]. Производство энергожирового концентрата на основе фосфатидсодержащих вторичных ресурсов маслоперерабатывающей промышленности позволит их использовать в кормлении сельскохозяйственных животных и обеспечить потребности животных в энергии в важные физиологические периоды.

Цель исследований – изучить эффективность использования разработанных рецептов энергожировых концентратов в рационах дойных коров в сравнении с соевым шротом.

**Основная часть.** С целью определения эффективности использования трёх рецептов энергожирового концентрата в рационах высокопродуктивных коров проведен научно-хозяйственный опыт в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на дойном поголовье коров по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема проведения исследований на дойном поголовье коров

| Группа        | Количество животных в группе | Продолжительность исследований, дней | Условия кормления  |
|---------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| I контрольная | 9                            | 110                                  | ОР (силос кукурузный, сенаж разнотравный, зелёная масса злаковых культур, комбикорм собственного производства) + шрот соевый |
| II опытная    | 9                            | 110                                  | ОР + энергожировой концентрат (рецепт №1)  |
| III опытная   | 9                            | 110                                  | ОР + энергожировой концентрат (рецепт №1) экструдированный   |
| IV опытная    | 9                            | 110                                  | ОР + энергожировой концентрат (рецепт №2)  |

Было сформировано 4 группы коров на привязном содержании по принципу пар-аналогов со средней живой массой 550–600 кг по 9 голов в каждой. Животных подбирали с учетом физиологического состояния в начале исследований. Все подопытные животные получали в рациие силос кукурузный, сенаж разнотравный, зеленую массу злаковых культур и комбикорм собственного производства. Различие в кормлении состояло в том, что животные контрольной группы получали в качестве подкормки дополнительно один раз в сутки 0,5 кг шрота соевого, II опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №1, III опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №1, с дополнительно проведенным его экструдированием, IV опытной – 0,5 кг энергожирового концентрата, произведенного по рецепту № 2.

Все рецепты энергожирового концентрата, использованные при проведении научно-хозяйственных исследований, и их зоотехнический анализ, включая соевый шрот, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Состав и питательность энергожировых концентратов, используемых при проведении исследований на коровах

| Показатель            | Соевый шрот | ЭЖК №1 | ЭЖК №1 экструдированный | ЭЖК №2 |
|-----------------------|-------------|--------|-------------------------|--------|
| Жмых соевый, %        | –           | 92,7   | 92,7                    | 90,0   |
| Фуз рапсовый, %       | –           | 6,3    | 6,3                     | 6,0    |
| Фосфогипс, %          | –           | 1,0    | 1,0                     | 1,0    |
| Лецитин, %            | –           | –      | –                       | 3,0    |
| В 1 кг содержится:    |             |        |                         |        |
| Кормовых единиц       | 1,28        | 1,45   | 1,51                    | 1,54   |
| Обменной энергии, МДж | 12,66       | 13,57  | 14,15                   | 14,16  |
| Сухого вещества, кг   | 0,894       | 0,894  | 0,941                   | 0,900  |
| Сырого протеина, г    | 418         | 344,2  | 365,2                   | 338,7  |
| Сырого жира, г        | 12,8        | 117,4  | 113,3                   | 151,9  |
| Клетчатки, г          | 23,2        | 29,5   | 32,0                    | 32,4   |
| Сырой золы, г         | 62,6        | 70,6   | 73,4                    | 67,5   |

В сравнении с соевым шротом энергожировые концентраты рецепта №1, рецепта №1 экструдированного и рецепта №2 содержали в своём составе на 7,2, 11,8 и 11,8 % соответственно больше обменной энергии, в 9,2, 8,9 и 11,9 раз больше сырого жира. Однако, количество сырого протеина в рецептах энергожировых концентратов снизилось на 17,7, 12,6 и 19,0 % соответственно, что связано с использованием в опытных рецептах соевого жмыха, фуза и лецитина.

При проведении научно-хозяйственных исследований на коровах изучалось влияние рецептов энергожирового концентрата на морфологические показатели крови подопытных животных (табл. 3). Отбор проб проводили от пяти голов с каждой группы согласно схеме исследований.

Введение в рационы коров энергожирового концентрата (рецепт №1) (II опытная группа) неоднозначно повлияло на морфологические показатели крови в сравнении с коровами контрольной группы. Применение в конце опыта в составе рациона концентрата способствовало снижению концентрации эритроцитов на 4,4 %, гематокрита на 5,2 %, гемоглобина на 6,5 % и увеличению лейкоцитов – на 12,6 % по сравнению со значениями в контроле.

В III опытной группе в конце опыта была установлена тенденция увеличения количества эритроцитов на 8,9 %, гемоглобина на 6,0 %, гематокрита на 7,2 % по сравнению с животными контрольной группы. Количество лейкоцитов в конце исследований по отношению к контрольным аналогам повысилось во II, III и IV группе на 12,6 %, 9,7 и 13,6 % соответственно.

Таблица 3. **Морфологические показатели крови**

| Показатель               | Период    | Группа        |            |             |            |
|--------------------------|-----------|---------------|------------|-------------|------------|
|                          |           | I контрольная | II опытная | III опытная | IV опытная |
| Эритроциты, $10^{12}$ /л | Начало    | 5,30±0,16     | 5,47±0,18  | 5,97±0,33   | 5,60±0,10  |
|                          | Окончание | 5,26±0,04     | 5,03±0,06  | 5,73±0,27   | 4,84±0,12  |
| Гемоглобин, г/л          | Начало    | 104±4,55      | 105±4,26   | 113±5,25    | 108±4,44   |
|                          | Окончание | 93±0,95       | 87±1,11    | 99±4,55     | 83±2,49    |
| Гематокрит, %            | Начало    | 27,4±1,55     | 26,9±1,05  | 28,6±2,05   | 27,2±0,79  |
|                          | Окончание | 24,9±0,97     | 23,6±0,68  | 26,7±1,61   | 22,4±0,89  |
| Лейкоциты, $10^9$ /л     | Начало    | 23,4±1,91     | 23,5±1,65  | 21,7±2,90   | 32,4±2,74* |
|                          | Окончание | 10,3±0,47     | 11,6±1,19  | 11,3±1,89   | 11,7±1,45  |
| Тромбоциты, $10^9$ /л    | Начало    | 414±43,06     | 309±66,64  | 271±52,81   | 196±49,24  |
|                          | Окончание | 303±60,87     | 209±60,33  | 294±23,17   | 224±58,99  |

Количество эритроцитов и гематокрита в крови подопытных коров (IV группа) при использовании энергожирового концентрата (рецепт №2) уменьшилось по сравнению с началом опыта. Количество



эритроцитов в конце периода исследований было ниже на 4,0 %. Также установлена тенденция к понижению количества гематокрита в крови коров на 6,6 % и повышению тромбоцитов – на 8,5 %.

Биохимические показатели крови подопытных животных, представлены в табл. 4.

Таблица 4. Биохимические показатели крови

| Показатель            | Период    | Группа        |            |             |            |
|-----------------------|-----------|---------------|------------|-------------|------------|
|                       |           | I контрольная | II опытная | III опытная | IV опытная |
| Общий белок, г/л      | Начало    | 68,2±2,61     | 65,0±1,98  | 67,1±1,57   | 63,0±2,53  |
|                       | Окончание | 75,5±2,55     | 72,0±2,68  | 74,0±2,28   | 77,5±1,77  |
| Альбумины, г/л        | Начало    | 34,4±0,50     | 32,5±1,53  | 33,5±1,24   | 32,2±0,58  |
|                       | Окончание | 32,5±2,29     | 32,1±1,06  | 33,6±2,26   | 32,6±1,79  |
| Глобулины, г/л        | Начало    | 33,7±2,24     | 32,5±1,10  | 33,5±2,72   | 30,8±5,60  |
|                       | Окончание | 43,0±4,28     | 40,0±3,61  | 40,4±4,32   | 44,8±2,56  |
| Мочевина, ммоль/л     | Начало    | 9,50±0,74     | 9,83±0,53  | 8,07±0,36   | 8,81±2,21  |
|                       | Окончание | 32,1±2,13     | 27,7±2,12  | 32,1±2,47   | 32,3±2,15  |
| Креатинин, мкмоль/л   | Начало    | 59,60±2,12    | 68,89±3,47 | 58,02±1,95  | 57,61±2,21 |
|                       | Окончание | 63,93±2,54    | 57,73±1,15 | 62,41±4,37  | 61,21±3,42 |
| Глюкоза, ммоль/л      | Начало    | 1,56±0,23     | 1,88±0,16  | 2,46±0,29   | 1,68±0,10  |
|                       | Окончание | 1,25±0,16     | 1,38±0,10  | 1,64±0,25   | 1,32±0,23  |
| Холестерин, ммоль/л   | Начало    | 0,28±0,03     | 0,24±0,04  | 0,34±0,04   | 0,23±0,01  |
|                       | Окончание | 0,31±0,02     | 0,30±0,04  | 0,35±0,04   | 0,37±0,06  |
| Триглицериды, ммоль/л | Начало    | 0,13±0,02     | 0,12±0,02  | 0,16±0,03   | 0,12±0,01  |
|                       | Окончание | 0,14±0,02     | 0,15±0,02  | 0,16±0,02   | 0,14±0,01  |
| Билирубин, мкмоль/л   | Начало    | 1,60±0,08     | 2,22±0,52  | 1,66±0,14   | 1,88±0,14  |
|                       | Окончание | 1,61±0,11     | 1,60±0,10  | 1,64±0,08   | 1,53±0,11  |

Установлена тенденция к повышению в крови уровня общего белка и его составляющих при использовании энергожирового концентрата (рецепт №1). Содержание общего белка повысилось за весь период исследований на 10,8 %. Концентрация глобулинов за период опыта повысилась по сравнению с началом опыта на 23,1 %. Наблюдалась тенденция к снижению количества креатинина в крови подопытных коров. Установлено снижение уровня креатинина по сравнению с началом опыта на 16,2 %. В конце опыта концентрация холестерина и триглицеридов в крови животных II опытной группы повысилась на 25,0 % по сравнению с данными, полученными в начале опыта.

При проведении научно-хозяйственных исследований по изучению эффективности использования в составе рационах экструдированного энергожирового концентрата (рецепт №1) установлена тенденция к повышению содержания глобулинов в крови подопытных животных на 20,6 %, что повлияло на повышение общего содержания белка на 10,3 % за весь период исследований. Уровень альбуминов в крови коров III опытной группы незначительно повысился на 0,3 %. Также

наблюдалась тенденция к повышению количества мочевины, креатинина и холестерина в крови коров. Установлено повышение уровня креатинина в крови животных III опытной группы по сравнению с началом опыта на 7,6 %. За период проведения исследований в крови у коров IV группы, получавших в составе комбикорма энергожировой концентрат (рецепт №2), установлено повышение содержания общего белка на 23,0 %, альбуминов на 1,2 %, глобулинов на 45,5 %, креатинина на 6,2 %, холестерина на 60,9 % и триглицеридов на 16,7 % по сравнению с началом исследований. Концентрация глюкозы и билирубина снизилась на 21,4 и 18,6 % соответственно по сравнению с началом исследований.

Использование в рационах дойных коров энергожирового концентрата по рецепту №1, состоящего из жмыха соевого, фуза масличного и фосфогипса, способствовало получению дополнительно в расчёте на 1 корову ежедневно 1,0 кг молока 3,6%-ной жирности за весь период исследований в сравнении с вводом в рацион аналогичного количества соевого шрота.

Введение в рацион дойных коров энергожирового концентрата, произведенного по рецепту №1 с использованием технологии экструдирования, способствовало получению дополнительно в расчёте на 1 корову ежедневно 1,4 кг молока 3,6%-ной жирности за весь период исследований в сравнении с вводом в рацион аналогичного количества соевого шрота. Скармливание в составе рациона дойным коровам энергожирового концентрата, произведенного по рецепту № 2 на основе соевого жмыха, фуза масличного, фосфогипса и лецитина способствовало получению дополнительно в расчёте на 1 корову ежедневно 0,8 кг молока 3,6%-ной жирности за весь период исследований в сравнении с вводом в рацион аналогичного количества соевого шрота. Установлено достоверное увеличение жирности молока на 0,17 п.п. при снижении его плотности.

Содержание соматических клеток в молоке коров при скармливании различных рецептов энергожирового концентрата в течение четырех месяцев исследований не превысило нормативные границы молока сорта экстра, значения которых были в пределах 95,4–258,7 тыс. в см<sup>3</sup>.

В результате проведения анализа экономических показателей установлено положительное влияние использования всех трёх рецептов энергожирового концентрата в качестве подкормки в рационах дойных коров. Установлено увеличение стоимости среднесуточных рационов коров всех опытных групп по отношению к контрольным животным на 3,1, 1,1 и 3,3 %, что, соответственно, повлияло на повышение общей стоимости израсходованных кормов на одну голову за период опыта

на 3,2, 1,1 и 3,4 %. Себестоимость 1 корм. ед. во всех подопытных группах была практически одинаковой и составила 46–47 копеек.

Использование энергожировых концентратов в качестве подкормки дойных коров взамен соевого шрота позволило снизить показатель удельного веса кормов в структуре реализационной стоимости молока с 57,1 % в контрольной группе до 48,8–55,8 % в опытных, что является важным показателем обеспечения конкурентоспособности получаемой продукции при применении новых видов кормов и кормовых добавок.

**Заключение.** За период проведения научно-хозяйственных исследований по изучению эффективности использования трёх рецептов энергожирового концентрата ежедневно дополнительная прибавка по молоку 3,6%-ной жирности от каждой опытной коровы составила 1,0, 1,4 и 0,8 кг соответственно по группам. Дополнительная прибыль от использования энергожировых концентратов в качестве подкормки взамен соевого шрота составила 75,9, 106,3 и 60,7 руб. от каждой коровы.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Тайны молочных рек: практическое пособие. Том 1: Корма и кормление / под общей редакцией кандидата сельскохозяйственных наук А. М. Лапотко. – Орел: ООО «Наша молодежь», ООО «Типография» Новое время», 2015. – 536 с.

2. Муравьева, М. И. Использование энергетической кормовой добавки пропиленгликоля в кормлении дойных коров / М. И. Муравьева, В. И. Герасименко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XXIII Международной научно-практической конференции : в 2 ч. Ч. 1. – Горки : БГСХА, 2020. – С. 161–165.

3. Райхман, А. Я. Эффективность нормированного кормления высокопродуктивных коров в период раздоя / А. Я. Райхман, М. В. Царикевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XXIII Международной научно-практической конференции : в 2 ч. Ч. 1. – Горки : БГСХА, 2020. – С. 178–183.

4. Вторичные продукты маслоэкстракционной промышленности в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации по использованию в рационах сельскохозяйственных животных фосфатидно-масляной эмульсии, мылстока, жирной отбельной глины и сырья после сепарации маслосемян рапса / В. М. Голушко [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино. 2020. – 20 с.

5. «Агропродукт» в рационах сельскохозяйственных животных: рекомендации / В. М. Голушко [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2015. – 16 с.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗИРОВОК ВИТАМИНА В<sub>12</sub> В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЖИВОЙ МАССЫ

И. С. СЕРЯКОВ, В. И. КАРАБА, В. В. СКОБЕЛЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: breeding.baa@yandex.by

(Поступила в редакцию 11.03.2021)

*Во время проведения исследований изучалось влияние разных дозировок витамина В<sub>12</sub> на изменение живой массы и содержание белка и его фракций у молодняка свиней на откорме.*

*Научно-хозяйственный опыт по изучению эффективности ввода в рацион разных дозировок витамина В<sub>12</sub> проводился на помесных животных, полученных от скрещивания трех пород свиней (ландрас-йоркшир-дюрок).*

*Комбикорм рецепта КДС-26 приготавливался в условиях комбикормового цеха, имеющегося в хозяйстве. Основу рецептуры данного комбикорма составляли – ячмень, кукуруза, шрот соевый, пшеница, мука мясокостная, тритикале, а также витамины и соли микро- и макроэлементов. Содержание сырого протеина составило 16,58 % и клетчатки – 3,9 %. Было сформировано 4 группы из подсвинков, по 20 голов в каждой, начальная масса 34,6–35,0 кг. Первая группа была контрольной и получала 25 мкг витамина В<sub>12</sub>, вторая третья и четвертая были опытными и получали витамина В<sub>12</sub> в дозе 30; 35; 40 мкг соответственно.*

*Результаты исследований показали, что в контроле прирост массы за три месяца составил 76,5 кг, а в опытных он был на 3,5 – 8,2 % выше. Более высокий прирост массы был в третьей группе – 82,8 кг, или 108,2 %. Анализ среднесуточных приростов в опытных группах был от 880 до 920 г, а в контроле 850 г. Содержание белка колебалось от 8,89 % в контроле, до 9,04–9,45 % в опытных группах животных.*

*Затраты корма на прирост массы составили в контроле 2,9 кг, а в опытных от 2,7 до 2,84 кг.*

**Ключевые слова:** *витамины, дозировки, подсвинки, живая масса, среднесуточные приросты, затраты корма, белок крови.*

*Studies have examined the effect of different doses of vitamin В<sub>12</sub> on the change in live weight and the content of protein and its fractions in young pigs at fattening.*

*Scientific and economic experiment to study the effectiveness of introducing different doses of vitamin В<sub>12</sub> into the diet was carried out on crossbred animals obtained from mating pigs of three breeds (Landrace – Yorkshire – Duroc).*

*The mixed feed of KDS-26 formulation was prepared in the feed shop available on the farm. Barley, corn, soybean meal, wheat, meat-and-bone meal, triticale, as well as vitamins and salts of micro- and macro elements formed the basis of the formulation. The crude protein content was 16.58 % and the fiber content was 3.9 %. 4 groups were formed, each consisting of 20 piglets with an initial weight of 34.6–35.0 kg. The first group was a control one and*

received 25 µg of vitamin B<sub>12</sub>, the second, third and fourth groups were experimental and received vitamin B<sub>12</sub> at a dose of 30; 35; 40 µg, respectively.

The results of the studies showed that in the control group weight gain over a period of three months was 76.5 kg, and in the experimental groups it was 3.5 – 8.2 % higher. The highest weight gain was in the third group – 82.8 kg or 108.2 %. The average daily gains in the experimental groups were from 880 to 920 g, and in the control group – 850 g. The protein content ranged from 8.89 % in the control to 9.04 – 9.45 % in the experimental groups of animals.

Feed consumption for weight gain amounted to 2.9 kg in the control group, and in the experimental ones – from 2.7 to 2.84 kg.

**Key words:** vitamins, dosages, piglets, live weight, average daily weight gain, feed consumption, blood protein.

**Введение.** Витамины – это низкомолекулярные органические вещества различной химической структуры, обладающие разнообразным спектром физиологического действия. Витамины не являются энергетическим материалом, не идут на построение тканей организма, но недостаток или избыток их вызывает глубокие изменения в метаболизме. Эти вещества выполняют в организме функции биологических катализаторов. Значение витаминов для животного организма велико. Они являются незаменимыми регуляторами обмена веществ, обеспечивающих здоровье, продуктивность, плодовитость и функциональную деятельность животных. Жирорастворимые витамины (витамины А, Д, Е, К) являются жизненно важными микронутриентами, необходимыми для нормальной функции клеток, метаболизма белков, жиров, углеводов и электролитов, работы различных ферментных систем организма, окислительно-восстановительных процессов, свертываемости крови, роста и развития [1]. К водорастворимым витаминам относятся: витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>), С, фолиевая кислота и биотин. Эти витамины растворяются в воде и из пищи поступают сразу в кровь. Они не накапливаются в тканях и достаточно быстро выводятся из организма. С одной стороны, такие свойства позволяют избежать избытка в организме, с другой – постоянно образующийся дефицит приходится восполнять. Витамины играют огромную роль в жизни животных и отсутствие их в пище животных приводит к понижению продуктивности и плодовитости животных, а иногда и к полной неспособности к размножению. При отсутствии в корме витаминов животные легко подвергаются различного рода заболеваниям, и значительно увеличивается процент гибели, особенно молодняка. Дефицит витаминов в организме сельскохозяйственных животных далеко не всегда достаточно просто определить. Первым признаком является снижение продуктивности у животных из-за нарушения работы специфических клеток. Основным проявлением гиповитаминозов зачастую является

снижение продуктивности у внешне здорового животного. В дальнейшем в организме происходит нарушение обмена веществ. Искажается система образования ферментов, в результате чего нарушается и регулиация биосинтеза. Также животные с недостаточным уровнем витаминов либо не приносят потомства вовсе, либо потомство рождается с настолько ослабленным организмом, что требует неотложного вмешательства специалиста [2]. Животные получают витамины соответственно с кормами растительного и животного происхождения. Частично потребность в витаминах удовлетворяется за счет синтеза некоторых витаминов микроорганизмами в желудочно-кишечном тракте (особенно у взрослых жвачных). Некоторые витамины поступают в организм в виде предшественников-провитамин, которые под действием специфических факторов превращаются в соответствующие витамины. Отдельные витамины представляют собой группу близких по химической структуре соединений, обладающих сходным специфическим, но отличающимся по силе биологическим эффектом на организм, например А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>, Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub>. Многие поступающие в организм жирорастворимые витамины депонируются в тканях, а большинство водорастворимых используется для синтеза коферментов. Поскольку срок жизни ферментов ограничен, то коферменты распадаются и выводятся из организма в виде различных метаболитов. Жирорастворимые витамины тоже подвергаются катаболизму и теряются организмом, хотя и медленнее, чем водорастворимые. Поэтому необходимо постоянное поступление витаминов с пищей и кормом. Реакция организма на недостаток витамина называется гиповитаминозом, а на отсутствие – авитаминозом. Нарушение нормальных обменных процессов, связанное с длительным чрезмерным поступлением витаминов в организм, называется гипервитаминозом [3].

Витамины группы В<sub>12</sub> это целая группа кобальтосодержащих биологически активных веществ, называемых кобаламинами. Витамин В<sub>12</sub> относится к наиболее ценным среди открытых за последнее время витаминов. Он имеет важное биологическое значение в общем обмене веществ. Этот витамин необходим для нормального кроветворения, участвует в синтезе нуклеиновых кислот и аминокислот, в обмене белка, жира, углеводов. Он стимулирует образование в организме холина, глутатиона. Добавка витамина В<sub>12</sub> в рационы свиней значительно повышает переваримость и усвояемость растительных протеинов, способствует лучшему использованию аминокислот для биосинтеза белка. Оказывает благоприятное влияние на функцию печени и нервной си-

стемы, уменьшает болевые ощущения связанные с поражением периферической нервной системы, в высоких дозах вызывает повышение активности тромбопластина и протромбина. Витамин В<sub>12</sub> в организме животных обладает большой биологической активностью, участвует в усвоении каротина из кормов, с последующим синтезом из него витамина А. Является для животных обязательным фактором роста и воспроизводства. [4]. Особенно необходим он при рационах с преобладанием протеинов растительного происхождения (бобов, гороха, сои, жмыхов), в которых недостаточно метионина. При достаточном количестве цистина, цистеина или метионина дефицит витамина В<sub>12</sub> не влияет на уровень глутатиона в крови и тканях. Биологическое значение стабилизирующего влияния витамина В<sub>12</sub> на сульфгидрильные группы заключается в поддержании активности различных содержащих эти группы ферментов. В состав витамина В<sub>12</sub> входят только молекулы, содержащие кобальт. Кобальт придает этому водорастворимому витамину характерный красный цвет. Витамин В<sub>12</sub> имеет самое сложное по сравнению с другими витаминами химическое строение, основой которого является корриновое кольцо. В центре корриновой структуры располагается ион кобальта, образующий четыре координационные связи с атомами азота [5]. Лечение витамином В<sub>12</sub> устраняет жировую инфильтрацию печени, вызванную полноценными и богатыми жирами рационами. Установлено, что витамин В<sub>12</sub> способствует снижению уровня холестерина в крови и нарастанию фосфолипидов при атеросклерозе, заболеваниях гепатитом. У животных с гиповитаминозом В<sub>12</sub> обнаружено также пониженное содержание эфиров холестерина, повышенное накопление в тканях организма нейтрального жира. Влияние витамина В<sub>12</sub> на обмен веществ в значительной мере обусловлено его участием в синтезе метионина, метальная группа которого используется при образовании холина и бетаина. Высокое содержание холина или метионина в рационе устраняет жировую инфильтрацию печени, подобно тому как происходит под влиянием В<sub>12</sub>. Всасывание витамина в организм происходит двумя путями: с использованием внутреннего фактора Кастла; путем диффузии, при этом поглощается примерно 1 % неиспользованного по первому пути В<sub>12</sub>. В желудке желудочный сок растворяет связанный с белками пищи В<sub>12</sub> [6]. Признаки недостаточности витамина В<sub>12</sub> у свиней могут проявляться в различной степени в зависимости от многих других факторов: уровня синтеза витамина в кишечнике и содержания его в органах и тканях, условий содержания животных, обеспечение свиней кобальтом

и метионином. Чаще всего признаки В недостаточности отмечаются у растущих свиней при отсутствии в рационе кормов животного происхождения. У таких животных отмечена потеря аппетита, замедленный рост, анемия, нарушение координации движений, снижение воспроизводительной способности свиноматок. Основными источниками витамина В<sub>12</sub> для свиней, служат корма животного происхождения [7]. При дефиците витамина В<sub>12</sub> прекращается перенос метальной группы с 5-метил ТГФК на гомоцистеин в связи с чем происходит нарушение синтеза метионина и блок обмена фолатов на стадии 5-метил ТГФК: это соединение не превращается в метаболически активную форму фолиевой кислоты и в ее производные, необходимые для синтеза нуклеинов. Большое значение в кормлении свиней отводится роли витамина В<sub>12</sub> не только для профилактики авитаминоза, но и для стимуляции роста. Особенно эффективно его применение в комплексе с антибиотиками. Добавка в зимний период небольшого количества (15 мкг на 1 кг корма) витамина В<sub>12</sub> значительно повышает у свиней усвоение растительного белка, приближая его по биологической ценности к животному белку. Поскольку в состав витамина В<sub>12</sub> входит кобальт, особое внимание должно уделяться обеспечению свиней этим элементом, так как установлено положительное влияние кобальта на биосинтез и депонирование витамина В<sub>12</sub> в организме животного. Обогащение кормов сельскохозяйственных животных, витамином В<sub>12</sub> способствует увеличению их продуктивности до 15 %.

Синтез метионина осуществляется при совместном участии витамина В<sub>12</sub> и фолиевой кислоты в виде ее активной формы-тетрагидрофолиевой кислоты.

Витамин В<sub>12</sub> повышает усвоение углеводов тканями организма, о чем указывает:

Нарастание толерантности к глюкозе при сахарной нагрузке под влиянием парентерального введения витамина В<sub>12</sub>.

Диабетический характер гликемической кривой после сахарной нагрузки у больных пернициозной анемией и повышение уровня сахара в крови у животных при гиповитаминозе В<sub>12</sub>. Считают, что влияние витамина В<sub>12</sub> на углеводный обмен осуществляется путем поддержания в восстановленном состоянии сульфгидрильных групп глутатиона, присутствие которого необходимо для активного функционирования различных ферментов, участвующих в обмене углеводов [8].

**Основная часть.** Исследования по использованию различных дозировок витамина В<sub>12</sub> в кормлении молодняка свиней на откорме про-



водились в ОАО «Александрийское» Шкловского района в период с 1 июня по 29 августа 2020 года на свинокомплексе данного хозяйства. поголовье свиней содержалось в типовых помещениях, рассчитанных на 1,5 тыс. голов в каждом здании. Внутри помещения имеются секции на содержание молодняка свиней по 30 голов в каждой. Для исследования был взят молодняк свиней трехпородного скрещивания (ландрас-йоркшир-дюрок). Перед началом закладки опыта был отобран молодняк примерно одинаковой массы после дорастивания. После перевески было отобрано в каждую группу по 28 голов и содержались в течение 10 дней на предварительном периоде. После этого периода были сформированы группы. Поение животных осуществлялось из сосковых поилок. Кормление было сухим комбикормом, который производится на комбикормовом цехе данного хозяйства. Обогащение зернового корма проводилось премиксом Д-КС-4-1 ДРГ 26-025-105 /06/3108. Исследования были проведены по следующей схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема проведения исследований

| Группа        | Кол-во голов | Характеристика кормления                              |
|---------------|--------------|---|
| 1-контрольная | 20           | Основной рацион(ОР) В <sub>12</sub> -25 мкг на голову |
| 2-опытная     | 20           | ОР+30 мкг В <sub>12</sub> на голову в сутки           |
| 3-опытная     | 20           | ОР+35мкг В <sub>12</sub> на голову в сутки            |
| 4-опытная     | 20           | ОР+40мкг В <sub>12</sub> на голову в сутки            |

Как видно из данной табл.1, было сформировано 4 группы из под-свинок по 20 голов в каждой. Первая группа служила контрольной, рацион которой обогащался витамином В<sub>12</sub> в дозе 25мкг на голову. Вторая, третья и четвертая группы были опытными, витамина В<sub>12</sub> получали 30, 35, и 40 мкг на голову в сутки соответственно. Животные один раз в месяц взвешивались. Рецепт комбикорма приведен в табл. 2.

Как видно из табл. 2, где представлены данные о качестве комбикорма, используемого для свиней, находящихся на откорме, состав был следующим: пшеница, мясокостная мука, кукуруза, шрот соевый, тритикале и добавки. В рационе было сырого протеина 16,58 % и сырой клетчатки 3,9 %. Витамины, соль, микро-и макроэлементы были в необходимом количестве, исходя из хозяйственных данных.

**Таблица 2. Комбикорм для свиней КДС-26 гранулированный Рецепт от 30.05.20г. Дата изготовления 30.05.20г**

| Состав рецепта   | Введено на 1 т комби-корма в % | Введено на 1 тонну комби-корма   | Ед. измерения | Содержание  | Наименование             | ед. измерения | содержание |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|--------------------------|---------------|------------|
| Ячмень           | 22                             | витамины                         |               |             | м. д. сырого протеина    | %             | 16,58      |
| Кукуруз          | 20                             | А                                | Тыс. МЕ/кг    | 8,00        | м. д. сырой клетчатки    | %             | 3,9        |
| Шрот соевый      | 8                              | ДЗ                               | Тыс. МЕ/кг    | 60,00       |                          |               |            |
| Пшеница          | 13                             | Е                                | Мг/кг         | 1,60        |                          |               |            |
| ДРГ 26-025- 057  | 2,5                            | В <sub>1</sub><br>В <sub>2</sub> | Мг/кг         | 8,00<br>2,2 |                          |               |            |
| Жир корм         | 2,5                            | В <sub>3</sub>                   | Мг/кг         | 26,40       |                          |               |            |
| мел              | -                              | В <sub>4</sub>                   | Мг/кг         | 300,0<br>0  |                          |               |            |
| соль             | 0,4                            | В <sub>5</sub>                   | Мг/кг         | 35,20       |                          |               |            |
| Мука мясо-костн. | 8                              | В <sub>6</sub>                   | Мг/кг         | 2,64        |                          |               |            |
| Макси Сорб       |                                | В <sub>12</sub>                  |               |             | м. д. кальция            | %             | 70         |
| Микс-Оил         | 0,03                           | Н                                | Мг/кг         | 0,32        | м. д. фосфора            | %             | 0,53       |
| Тритикале        | 23,47                          | С                                | Мг/кг         |             | м. д. фосфора усвояемого | %             |            |
| Фор МиЦит-Про    | ОД                             | Вс                               | Мг/кг         | 1,60        | м. д. натрия             | %             | 0,15       |
|                  |                                | К <sub>3</sub>                   | Мг/кг         | 3,50        | м. д. хлора              | %             | 0,38       |
|                  |                                | Соли микро- и макро              | Мг/кг         |             | м.д. влаги               | 5             | 11,4       |
|                  |                                | Железо                           | Мг/кг         | 105,0<br>0  |                          |               |            |
|                  |                                | Медь                             | Мг/кг         | 125,0<br>0  | Токсичность              | Нетоксично    |            |
|                  |                                | Цинк                             | Мг/кг         | 87,50       |                          |               |            |
|                  |                                | Марганец                         | Мг/кг         | 35,00       |                          |               |            |
|                  |                                | Кобальт                          | Мг/кг         | 1,05        |                          |               |            |
|                  |                                | Йод                              | Мг/кг         | 0,70        |                          |               |            |
|                  |                                | Селен                            | Мг/кг         | 0,30        | Корм, единицы            | В 100 кг      | 122,05     |
|                  |                                |                                  | Мг/кг         |             | Обменная энергия         | мДж/кг        | 13,88      |

Данные по изменению живой массы молодняка на откорме представлены в табл. 3

Таблица 3. Изменение живой массы молодняка на откорме

| Группа          | Живая масса в начале опыта | Живая масса в конце месяца, кг |            |           | Всего прироста, кг | % к контролю |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------|------------|-----------|--------------------|--------------|
|                 |                            | 1                              | 2          | 3         |                    |              |
| 1-я контрольная | 35,0±0,5                   | 59,42±0,6                      | 84,41±0,8  | 111,5±1,0 | 76,5               | 100,0        |
| 2-я опытная     | 34,7±0,4                   | 60,68±0,72                     | 86,15±0,52 | 113,9±1,2 | 79,2               | 103,5        |
| 3-я опытная     | 34,6±0,36                  | 61,48±0,5                      | 88,48±0,65 | 117,4±0,9 | 82,8               | 108,2        |
| 4-я опытная     | 35,0±0,42                  | 61,48±0,66                     | 88,13±0,6  | 116,5±1,1 | 81,5               | 106,5        |

Анализируя цифровой материал таблицы, видим, что в начале опыта живая масса у животных колебалась от 34,6 до 35 кг. За первый месяц животные в контрольной группе достигли массы 59,42 кг а в опытных она составляла от 60,68 до 61,48 кг соответственно. За второй месяц молодняк в контрольной группе увеличил свою массу на 24,99 кг, во второй группе на 24,47 кг, в третьей на 27,0 и в четвертой на 26,65 кг. За третий месяц откорма масса животных в первой группе составляла в среднем 111,5 кг. Во второй 113,9, третьей 117,4 и в четвертой 116,5 кг. За период выращивания прирост в контрольной группе составлял 76,5 кг, во второй группе 79,2 кг, третьей – 82,8кг и в четвертой 81,5 кг. Таким образом, животные второй опытной группы имели прирост массы на 3,5 % выше чем в контроле, в третьей группе на 8,2 % и в четвертой 6,5 %. Как видим, наибольший прирост массы наблюдается у молодняка 3-й группы, получавшей 35 мкг. витамина В<sub>12</sub> на голову в сутки.

Не менее важным показателем при выращивании животных является изменение среднесуточных приростов. Данные по этому показателю приведены в табл. 4.

Таблица 4. Изменение среднесуточных приростов массы молодняка свиней на откорме

| Группа | Среднесуточный прирост, г |                  |                  | Среднесуточный прирост за опыт, г |
|--------|---------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|
|        | Первый Месяц М±m          | Второй Месяц М±m | Третий Месяц М±m |                                   |
| 1      | 814±35                    | 833±58           | 903±60           | 850                               |
| 2      | 866±59                    | 879±64           | 925±74           | 880                               |
| 3      | 896±48                    | 900±72           | 964±68           | 920                               |
| 4      | 881±56                    | 890±80           | 947±78           | 906                               |

Анализируя материал, представленный в данной таблице, видим, что за первый месяц опыта подсвинки в первой группе увеличивали свою массу на 814 грамм в сутки, второй группы – на 866, третьей на 896, четвертой на 881 г. За второй месяц в контроле прироста составили 833 г, а в опытных 879, 900, 890 г соответственно. За третий месяц этот показатель в первой группе составил 903 грамма, во второй группе он возрос на 2,4 %, в третьей на 6,7 %, в четвертой на 4,8 %. В целом же среднесуточный прирост за опыт в контроле составил 850 г, во второй, третьей и четвертой группах этот показатель соответственно равнялся 880, 920, и 906 г.

В конце опыта была взята кровь у подсвинков, у животных каждой группы и исследовано содержание белка крови и его фракций.

Содержание общего белка и его фракций у подсвинков было разным и колебалось от 8,89 г % в контроле до 9,04; 9,45; 9,34 в опытных группах соответственно и это зависело от дозировки витамина В<sub>12</sub> в рационе. Наибольшее увеличение общего белка было у животных, получавших дозировку 35 мкг витамина В<sub>12</sub> на голову в сутки. Не менее важным показателем является расход корма на прирост массы.

В контроле на прирост 1 кг массы подсвинки затрачивали 2,9 к. ед., во второй группе 2,84 к. ед., что на 2,1 % меньше чем в контроле. Более низкими были затраты кормовых единиц на прирост у животных 3-й группы. Этот показатель равнялся 2,7 к.ед., или на 6,9 % меньше чем в контроле. В четвертой группе затраты комбикорма были 2,76 к.ед., что на 4,9 % меньше, чем у их сверстников контрольной группы. Аналогичная картина предстает перед нами при изучении затрат сырого протеина на прирост массы.

**Заключение.** На основании полученных данных по обогащению рационах молодняка свиней на откорме различными дозировками витамина В<sub>12</sub> можно сделать следующее заключение:

1. Установлено, что из всех испытанных дозровок витамина В<sub>12</sub> (25, 30, 35 и 40 мкг/голову в сутки), лучшей оказалась дозировка 35 мкг.

2. Благодаря этой дозировке прироста массы за период исследований возросли на 8,2 %, а среднесуточные приросты достигли 920 г (в контроле 850 г).

3. Подсвинки на откорме в третьей группе затрачивали 2,7 корм.ед на кг прироста массы, что на 6,9 % меньше контрольных животных.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Газдаров, В. М. Применение витаминных препаратов в животноводстве // Применение химических веществ в животноводстве / В. М. Газдаров, Н. А. Шманенков. – М.: Колос, 1984. – С. 104.
2. Галушко, В. М. БМВД в рационах свиноматок / В. М. Галушко // Наука производству. – Минск, 1995. – С. 45–48.
3. Березовский, В. М. Химия витаминов / В. М. Березовский. – М., 1973. – С. 606–610.
4. Токарь, В. И. Витамины группы В в рационах рано отнятых поросят / В. И. Токарь // Свиноводство. – 2017 – №1. – С. 19.
5. Арешкина, Л. Я. Витамин В<sub>12</sub> в животном организме / Л. Я. Арешкина. – М.: Наука 1976 – 109 с.
6. Букин, В. Н. Роль витамина В<sub>12</sub> в обмене веществ / В. Н. Букин // Витаминные ресурсы и их использование. – М., 1995. – С. 5.
7. Вальдман, А. Р. Витамины в животноводстве / А. Р. Вальдман. – Рига: Зинатне, 1982. – 245 с.
8. Почерняева, Г. М. Применение синтетических витаминов группы В при выращивании поросят-отъемышей / Г. М. Почерняева // Авитаминоз и эффективность использования витаминов в растениеводстве и животноводстве. – Краснодар, 1997. – С. 133.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕПЕЛА В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ

А. И. КОЗИНЕЦ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163

(Поступила в редакцию 11.03.2021)

*Цель исследований – изучение эффективности использования в составе комбикормов-концентратов КР-1, КР-2 и КР-3 для молодняка крупного рогатого скота трепела в качестве наполнителя ферментных препаратов взамен применяемого в составе органического компонента – пшеничной муки. Два научно-хозяйственных опыта проведены в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области на четырёх группах молодняка крупного рогатого скота в каждом исследовании. Первой контрольной группе в каждом из опытов в состав комбикормов-концентратов ферментные препараты и адсорбент не вводили. Второй контрольной группе вводили ферментную кормовую добавку с наполнителем «пшеничная мука» в количестве 0,1 % в состав всех рецептов комбикормов-концентратов. Третьей опытной группе вводили ферментную добавку с наполнителем «трепел» в количестве 0,1 % в состав всех рецептов комбикормов-концентратов. Для четвертой опытной группы в состав каждого комбикорма-концентрата вводили аналогичное второй и третьей группам количество ферментов (ксилазазы, целлюлазы,  $\beta$ -глоканазы и фитазы), однако рецепт был рассчитан на введение в концентраты ферментной кормовой добавки в количестве 0,2 % за счёт повышенного количества трепела.*

*Использование в составе комбикормов-концентратов КР-1 и КР-2 для молодняка крупного рогатого скота ферментных кормовых добавок с новым наполнителем «трепел» способствует повышению среднесуточного прироста на 5,8–6,2 % и снижению себестоимости 1 кг прироста по отношению к I контрольной группе на 0,09–0,10 руб. В сравнении со второй контрольной группой установлена положительная тенденция изменений зоотехнических и экономических показателей при использовании трепела в качестве наполнителя.*

*При вводе ферментных добавок с трепелом в качестве наполнителя в состав комбикорма-концентрата КР-3 установлено увеличение среднесуточного прироста на 5,8–6,9 % и снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к первой контрольной группе на 0,21 рублей. Также установлена положительная тенденция при использовании трепела в качестве наполнителя по динамике роста и экономическим показателем по сравнению с применением муки пшеничной.*

**Ключевые слова:** кормление телят, наполнитель ферментных препаратов, трепел, продуктивность, экономическая эффективность.

*The purpose of the research is to study the effectiveness of using kizelgur as an enzyme preparation filler in the composition of feed concentrates KR-1, KR-2 and KR-3 for young cattle instead of wheat flour, the organic component of feed concentrates. Two scientific and*

*economic experiments were conducted at the state enterprise «ZhodinoAgroPlemElita», Minsk region, on four groups of young cattle in each study. Enzyme preparations and adsorbent were not added into the composition of the feed concentrates in the first control group in each of the experiments. The second control group was given an enzyme feed additive with the filler «wheat flour» in the amount of 0.1 % in the composition of all the formulations of mixed feed concentrates. The third experimental group was given an enzyme additive with the filler «kizelgur» as part of all feed concentrate formulations in the amount of 0.1 %. For the fourth experimental group, a similar amount of enzymes (xylanase, cellulase,  $\beta$ -glucanase, and phytase) was added into the composition of each compound feed concentrate, but the formulation was calculated for the introduction of an enzyme feed additive in the amount of 0.2 % due to an increased amount of kizelgur.*

*The use of enzyme feed additives with a new filler «kizelgur» in the composition of mixed feed concentrates KR-1 and KR-2 for young cattle contributes to an increase in the average daily weight gain by 5.8–6.2 % and a reduction in the cost of 1 kg of weight gain in relation to control group I by 0.09–0.10 rubles. In comparison with the second control group, a positive trend of changes in zootechnical and economic indicators was established when using kizelgur as a filler.*

*Introduction of enzyme additives with kizelgur as a filler into the composition of the feed concentrate KR-3 led to an increase in the average daily weight gain by 5.8–6.9 % and a decrease in the cost of 1 kg of weight gain by 0.21 rubles in relation to the first control group. There is also a positive trend in the use of kizelgur as a filler in terms of growth dynamics and economic indicators compared to the use of wheat flour.*

**Key words:** calf feeding, enzyme preparation filler, kizelgur, productivity, economic efficiency.

**Введение.** При разработке высокоэффективных рецептов комбикормов-концентратов для молодняка крупного рогатого скота помимо обеспечения животных энергией, питательными и биологически активными веществами необходимо учитывать многие параметры, связанные с регуляцией процессов пищеварения в организме, технологичностью компонентов, их комплексным воздействием на организм животных, необходимостью снижения роли токсичных компонентов кормов в желудочно-кишечном тракте. Однако применение большой совокупности кормовых добавок в рецептах комбикормов-концентратов влечёт за собой снижение общей энергетической ценности рационов. Поэтому, использование многофункциональных кормовых добавок, которые снижают процент их общего содержания в концентрированных кормах, а также повышают продуктивность, сохранность сельскохозяйственных животных и экономическую эффективность производства продукции является актуальной задачей, стоящей перед животноводством.

Неотъемлемым компонентом рецептов комбикормов-концентратов для молодняка крупного рогатого скота являются ферментные кормовые добавки, способствующие повышению переваримости питательных веществ. В настоящее время наиболее широко используемыми в

животноводстве являются композиции, содержащие в своём составе ксиланазу, целлюлазу и  $\beta$ -глюканиду [1]. Наполнителями ферментных кормовых добавок в большинстве случаев являются органические компоненты или их смеси, применяемые с целью обеспечения приемлемой для комбикормовой промышленности нормы ввода в составы комбикормов.

Положительное влияние натуральных цеолитов и цеолитсодержащих кормов из различных месторождений на эффективность животноводства доказано многочисленными исследованиями мировой науки. Установлена способность цеолитов повышать переваримость клетчатки, улучшать метаболизм и ферментацию в рубце, повышать количество и качество животноводческой продукции [2–7].

Применение в качестве наполнителя ферментных препаратов отечественного минерала трепела может способствовать комплексному эффекту, выражающемуся, помимо повышения переваримости питательных веществ, в оптимизации рубцового пищеварения и регуляции кислотности желудочно-кишечного тракта, снижения роли микотоксинов, содержащихся в кормах, обеспечении животных макро- и микроэлементами [8, 9].

Целью исследований явилось изучение эффективности использования в составе комбикормов-концентратов КР-1, КР-2 и КР-3 для молодняка крупного рогатого скота трепела в качестве наполнителя ферментных препаратов взамен применяемого в составе органического компонента – пшеничной муки.

**Основная часть.** Два научно-хозяйственных опыта проведены в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области на четырёх группах молодняка крупного рогатого скота в каждом исследовании, отобранных по принципу пар-аналогов с учетом живой массы и возраста по схеме, представленной в табл. 1.

Первой контрольной группе в каждом из опытов в состав комбикормов-концентратов ферментные препараты и адсорбент не вводили. Второй контрольной группе вводили ферментную кормовую добавку с наполнителем «пшеничная мука» в количестве 0,1 % в состав всех рецептов комбикормов-концентратов.

Третьей опытной группе вводили ферментную добавку с наполнителем «трепел» в количестве 0,1 % в состав всех рецептов комбикормов-концентратов. Для четвертой опытной группы в состав каждого комбикорма-концентрата вводили аналогичное второй и третьей группам количество ферментов, однако рецепт добавки был рассчитан на



введение в концентраты ферментной кормовой добавки в количестве 0,2 % за счёт повышенного количества трепела.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственных исследований на молодняке крупного рогатого скота

| Группа   | Характеристика кормления   |
|--|--|
| Первый научно-хозяйственный опыт (начальная живая масса 46,5 кг, продолжительность исследований 94 дня, ввод в комбикорма КР-1 и КР-2) |  |
| I контроль   | Основной рацион* (молоко, ЗЦМ, соевый шрот, сено, сенаж, силос кукурузный) + комбикорм КР-1 и/или КР-2 без использования в составе адсорбентов и ферментных кормовых добавок |
| II контроль  | ОР + комбикорм КР-1 и/или КР-2 с вводом в состав 0,1 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «мука пшеничная»     |
| III опытная  | ОР + комбикорм КР-1 и/или КР-2 с вводом в состав 0,1 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «трепел»             |
| IV опытная   | ОР + комбикорм КР-1 и/или КР-2 с вводом в состав 0,2 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «трепел»             |
| Второй научно-хозяйственный опыт (начальная живая масса 131,7 кг, продолжительность исследований 88 дней, ввод в комбикорм КР-3)       |  |
| I контроль   | Основной рацион (сено, сенаж, силос кукурузный) + комбикорм КР-3 без использования в составе адсорбентов и ферментных кормовых добавок                                       |
| II контроль  | ОР + комбикорм КР-3 с вводом в состав 0,1 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «мука пшеничная»                |
| III опытная  | ОР + комбикорм КР-3 с вводом в состав 0,1 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «трепел»                        |
| IV опытная   | ОР + комбикорм КР-3 с вводом в состав 0,2 % ферментной кормовой добавки включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканазу и фитазу с наполнителем «трепел»                        |

\* корректировка рационов по набору кормов осуществлялась ежемесячно.

В рецепты всех ферментных кормовых добавок входили ксиланаза, целлюлаза, β-глюканаза и фитаза. Различные рецепты и дозировки ферментных препаратов были рассчитаны с учетом обеспечения комбикормов-концентратов КР-1, КР-2 и КР-3 для животных второй, третьей и четвертой групп одинаковым количеством каждого фермента (по ферментной активности). В одном килограмме каждого рецепта комбикорма-концентрата для второй, третьей и четвертой групп содержалось 240 МЕ ксиланазы, 120 МЕ целлюлазы, 220 МЕ β-глюканазы и 1000 ФЕ фитазы.

В процессе проведения исследований ежедекадно проводили контрольные кормления животных, ежемесячно контролировали живую массу. Качество кормов определяли в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Результаты использования ферментных препаратов с новым минеральным наполнителем «трепел» представлены в табл. 2.

Таблица 2. Динамика живой массы молодняка крупного рогатого скота

| Показатели  | Группы животных |            |            |            |
|---|-----------------|------------|------------|------------|
|   | I               | II         | III        | IV         |
| Первый научно-хозяйственный опыт (КР-1, КР-2, 94 дня) |                 |            |            |            |
| Начальная живая масса, кг                             | 46,6±2,79       | 47,0±0,93  | 47,3±1,91  | 45,1±1,69  |
| В конце опыта   | 118,9±3,37      | 121,7±3,60 | 124,1±2,18 | 121,9±4,94 |
| Валовой прирост, кг                                   | 72,3±1,18       | 74,7±2,66  | 76,5±2,34  | 76,8±1,06  |
| Среднесуточный пророст, г                             | 769±10,8        | 795±28,3   | 814±24,9   | 817±11,3   |
| в % к I контрольной группе                            | 100             | 103,4      | 105,8      | 106,2*     |
| в % ко II контрольной группе                          | –               | 100        | 102,4      | 102,8      |
| Второй научно-хозяйственный опыт (КР-3, 88 дней)      |                 |            |            |            |
| Начальная живая масса, кг                             | 134,0±3,89      | 131,1±2,29 | 132,5±2,09 | 129,2±3,92 |
| В конце опыта   | 208,3±5,84      | 209,4±4,04 | 211,1±3,33 | 208,6±7,64 |
| Валовой прирост, кг                                   | 74,3±1,37       | 78,3±3,39  | 78,6±3,53  | 79,4±1,65  |
| Среднесуточный прирост, г                             | 844±11,9        | 889±38,6   | 893±40,1   | 902±12,9   |
| в % к I контрольной группе                            | 100             | 105,3      | 105,8      | 106,9*     |
| в % ко II контрольной группе                          | –               | 100        | 100,4      | 101,5      |

\*P<0,05.

Использование 0,1 % ферментной кормовой добавки, включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканизу и фитазу с наполнителем «трепел», в составе комбикормов-концентратов КР-1 и КР-2 в первом научно-хозяйственном опыте способствовало увеличению валового прироста на 4,2 кг или на 5,8 % в сравнении с первой контрольной группой, получавшей комбикорм без ферментных препаратов с новым наполнителем. По отношению к животным второй опытной группы, получавших аналогичное количество ферментных препаратов, использование наполнителя трепел в аналогичном количестве в сравнении с наполнителем «мука» повысило валовый прирост на 1,8 кг, или на 2,4 %. По показателю среднесуточного прироста у животных третьей группы разница с обеими контрольными группами составила аналогичные значения.

Включение в состав комбикормов-концентратов КР-1 и КР-2 в первом научно-хозяйственном опыте 0,2 % ферментной кормовой добавки, включающей ксиланазу, целлюлазу, β-глюканизу и фитазу с напол-

нителем «трепел», повысило валовый прирост молодняка крупного рогатого скота на 6,2 % или на 4,5 кг по отношению к первой контрольной группе. В сравнении с животными получавшими комбикорм с ферментным препаратом при использовании наполнителя «мука пшеничная» установлено увеличение валового прироста на 2,1 кг, или 2,8 %. Среднесуточный прирост повысился на аналогичные значения по сравнению с контрольными группами на 6,2 % ( $P < 0,05$ ) и 2,8 %.

Во втором научно-хозяйственном опыте при скармливании в составе комбикорма-концентрата КР-3 0,1% ферментной кормовой добавки, включающей ксиланазу, целлюлазу,  $\beta$ -глюканиду и фитазу с наполнителем «трепел», установлено увеличение среднесуточного прироста по сравнению с животными получавшими концентраты без ферментной кормовой добавки на 5,8 %. В этой же группе установлено увеличение среднесуточного прироста на 0,4 % по отношению ко второй контрольной группе, получавшей аналогичное количество ферментных препаратов с наполнителем «мука».

Введение 0,2 % ферментной кормовой добавки с новым наполнителем «трепел» в состав комбикорма КР-3 способствовало росту среднесуточной продуктивности на 6,9 % ( $P < 0,05$ ) по отношению к молодняку, получавшему концентраты без ферментного препарата и нового наполнителя. По отношению к животным, получавшим комбикорма с ферментной кормовой добавкой с наполнителем «мука», установлено увеличение среднесуточного прироста на 1,5 %.

Расчет экономических показателей (табл. 3) использования ферментных препаратов с новым наполнителем «трепел» в рационах молодняка крупного рогатого скота проводили исходя из суточного потребления кормов животными (результаты контрольного кормления), стоимости кормов рациона и полученной фактической продуктивности.

В результате проведения анализа экономических показателей установлено положительное влияние использования ферментных препаратов с наполнителем «трепел» в составе комбикормов-концентратов для всех изучаемых групп животных. В обоих научно-хозяйственных опытах при введении в состав ферментных препаратов трепела в качестве наполнителя установлено снижение затрат кормов на 1 кг прироста на 1,6–4,7 % в сравнении с первыми контрольными группами и на 1,2–1,9 % по отношению к животным вторых контрольных групп, потреблявшими ферментную кормовую добавку с наполнителем «мука».

Таблица 3. Экономическая эффективность выращивания телят

| Показатели   | Группы животных |        |        |        |
|--|-----------------|--------|--------|--------|
|  | I               | II     | III    | IV     |
| Первый научно-хозяйственный опыт (КР-1, КР-2, 94 дня)              |                 |        |        |        |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.                         | 3,75            | 3,74   | 3,69   | 3,67   |
| Расход кормов за опыт на 1 голову, ц. корм. ед.                    | 2,71            | 2,79   | 2,82   | 2,82   |
| Стоимость среднесуточного рациона, руб.                            | 2,474           | 2,515  | 2,568  | 2,572  |
| Общая стоимость израсходованных кормов за опыт на 1 голову, руб.   | 232,55          | 236,41 | 241,38 | 241,81 |
| Стоимость 1 корм. ед., руб.  | 0,921           | 0,908  | 0,913  | 0,920  |
| Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.               | 3,216           | 3,165  | 3,155  | 3,149  |
| Получено прироста живой массы, кг                                  | 72,3            | 74,7   | 76,5   | 76,8   |
| Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %                   | 67,2            | 67,2   | 67,2   | 67,2   |
| Общие затраты на получение валового прироста, руб.                 | 346,05          | 351,80 | 359,20 | 359,83 |
| Себестоимость 1 кг прироста, руб.                                  | 4,79            | 4,71   | 4,70   | 4,69   |
| Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб. | –               | 0,08   | 0,09   | 0,10   |
| Дополнительная прибыль за период опыта на 1 голову, руб.           | –               | 7,52   | 8,46   | 9,40   |
| в т.ч. в сравнении со II контрольной                               | –               | -      | 0,94   | 1,88   |
| Второй научно-хозяйственный опыт (КР-3, 88 дней)                   |                 |        |        |        |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.                         | 6,23            | 6,02   | 5,94   | 5,95   |
| Расход кормов за опыт на 1 голову, ц. корм. ед.                    | 4,63            | 4,71   | 4,66   | 4,73   |
| Стоимость среднесуточного рациона, руб.                            | 1,81            | 1,83   | 1,82   | 1,84   |
| Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову, руб.           | 159,5           | 161,5  | 160,5  | 162,0  |
| Себестоимость 1 корм. ед., руб.                                    | 0,34            | 0,34   | 0,34   | 0,34   |
| Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.               | 2,15            | 2,06   | 2,04   | 2,04   |
| Получено прироста живой массы, кг                                  | 74,3            | 78,3   | 78,6   | 79,4   |
| Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %                   | 50,4            | 50,4   | 50,4   | 50,4   |
| Общие затраты на получение валового прироста, руб.                 | 316,4           | 320,4  | 318,4  | 321,4  |
| Себестоимость 1 кг прироста, руб.                                  | 4,26            | 4,09   | 4,05   | 4,05   |
| Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб. | –               | 0,17   | 0,21   | 0,21   |
| Дополнительная прибыль за период опыта на 1 голову, руб.           | –               | 13,02  | 16,31  | 16,71  |
| в т.ч. в сравнении со II контрольной                               | –               | –      | 3,29   | 3,69   |

Установлено положительное влияние использования в рационах молодняка крупного рогатого скота комбикормов-концентратов с ферментными кормовыми добавками на основе трепела на увеличение потребления кормов рационами. Это способствовало росту расхода

кормов за период исследований на одну голову в опытных группах по отношению в животным первых контрольных групп на 0,6–4,1 % и на 0,4–1,1 % по отношению к животным вторых контрольных групп, потреблявших ферментную кормовую добавку с наполнителем «мука», за исключением молодняка третьей опытной группы во втором опыте, где расход кормов снизился на 1,1 %. Аналогичным образом увеличение потребления кормов животными, получавшими комбикорма-концентраты КР-1, КР-2 и КР-3 с трепелсодержащими ферментными кормовыми добавками, повлияло на повышение стоимости среднесуточного рациона и общей стоимости израсходованных кормов за опыт на 1 голову с сравнении с контрольными группами.

Повышение уровня потребления кормов и их переваримости в комплексе способствовало получению во всех опытных группах большего количества прироста живой массы и, соответственно, снижению стоимости кормов, затраченных на 1 кг прироста на 1,9–5,1 % в сравнении с первыми контрольными группами и на 0,3–1,0 % по отношению к животным вторых контрольных групп, потреблявшим ферментную кормовую добавку с наполнителем «мука».

Рост продуктивности молодняка крупного рогатого скота в обоих научно-хозяйственных опытах при скармливании концентратов с ферментной трепелсодержащей кормовой добавкой способствовал снижению себестоимости 1 кг прироста по отношению к первым контрольным группам на 1,9–4,9 % и на 0,2–1,0 % в сравнении с животными вторых контрольных групп, потреблявшими ферментную кормовую добавку с наполнителем «мука пшеничная». Исходя из показателей снижения себестоимости приростов дополнительная прибыль за периоды проведения исследований в обоих научно-хозяйственных опытах при использовании трепелсодержащих ферментных кормовых добавок составила 8,46–16,71 рублей по отношению к первой контрольной группе, что также было на 0,94–3,69 рублей в сравнении с использованием аналогичных ферментных добавок с наполнителем «мука пшеничная».

На основании анализа экономических показателей установлено положительное влияние использования новых ферментных трепелсодержащих кормовых добавок в составе комбикормов-концентратов КР-1, КР-2 и КР-3 на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота. Наиболее экономически эффективной дозировкой ферментных препаратов с новым наполнителем «трепел» является 0,2 % в состав концентрированных кормов.

**Заключение.** Использование трепелсодержащих ферментных кормовых добавок в составе комбикормов-концентратов КР-1 и КР-2 для молодняка крупного рогатого скота способствует повышению среднесуточных приростов на 5,8–6,2 % и снижению себестоимости 1 кг при-

роста на 0,09–0,10 руб. При использовании трепелсодержащих ферментных кормовых добавок взамен аналогичных добавок с наполнителем «мука пшеничная» среднесуточные приросты увеличиваются на 2,4–2,8 % при тенденции снижения их себестоимости.

Включение ферментных кормовых добавок с новым наполнителем «трепел» в количестве 0,1 и 0,2 % в состав комбикорма-концентрата КР-3 для молодняка крупного рогатого скота увеличивает среднесуточные приросты на 5,8–6,9 % и снижает себестоимость 1 кг прироста на 0,21 рублей. Замена ферментных кормовых добавок на основе муки пшеничной аналогичными трепелсодержащими ферментными добавками способствует повышению среднесуточных приростов на 0,4–1,5 % и получению дополнительной прибыли в размере 3,29–3,69 рублей за период исследований.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности: утверждено и введено в действие Департаментом по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 192 с.

2. Effects of Zeolite supplementation on dairy cow production and ruminal parameters – A review / K. Khachlouf [et al.] // *Annals of Animal Science*. – 2018. – Vol. 18, Issue 4. – P. 857–877.

3. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review / D. Papaioannou, P. D. Katsoulos, N. Panousis, H. Karatzias // *Microporous Mesoporous Mater.* – 2005. – Vol. 84(1). – P. 161–170.

4. Kaolin, bentonite, and zeolites as feed supplements for animals: health advantages and risks / M. Treckova [et al.] // *Vetrinarni Medicina*, - 2004. – Vol. 10. - P. 389–399.

5. The potential of some Romanian zeolites to improve bioeconomy results / E. Pogurschi [et al.] // *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*. – 2016. – Vol. 67. – P. 151–155.

6. Alternatives to antibiotics for farm animals / V. G. Papatsiros [et al.] // *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. – 2013. – № 8. – P. 1–15.

7. Effects of supplementation of natural zeolite on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactational performance of dairy cows / C. M. Dschaak [et al.] // *The Professional Animal Scientist*. – 2010. – Vol. 26. – P. 647–654.

8. Премиксы трепелсодержащие для сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2016. – 29 с. – Авт. также: Козинец А. И., Голушко О. Г., Линкевич С. А., Голушко А. В., Надаринская М. А., Козинец Т. Г., Гонакова С. А., Ларионова Н. В., Гринь М. С.

9. Цеолитсодержащий трепел как наполнитель для премиксов в комбикормах для высокопродуктивных коров / А. И. Козинец, О. Г. Голушко, М. А. Надаринская, С. А. Гонакова, Н. В. Ларионова, М. С. Гринь // *Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1. – С. 301–309.*

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ЗЕРНОСТЕРЖНЕВОЙ СМЕСИ ИЗ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ В КОРМЛЕНИИ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ**

**А. Л. ЗИНОВЕНКО, А. А. КУРЕПИН, А. П. ШУГОЛЕЕВА,  
Е. П. ХОДАРЕНОК, Е. Е. ЕВСЕЕНКО**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: alexs\_velkom@mail.ru*

**Н. Л. ФУРС**

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026*

*(Поступила в редакцию 15.03.2021)*

*Молочное скотоводство – ведущая сельскохозяйственная отрасль Беларуси, рентабельность которой зависит от качества кормления животных. Основной кормовой культурой, используемой на заготовку объемистого корма, является кукуруза, поэтому целью данных исследований являлось изучить эффективность использования зерно-стержневой смеси из початков кукурузы в кормлении лактирующих коров. Для проведения опыта в ОАО «Гастелловское» Минской области заготовлена производственная партия опытной смеси. отобрали 2 группы коров (по 10 голов в каждой) белорусской черно-пестрой породы средней живой массой 600 кг на второй фазе лактации (101–200 дней). В ходе проведения научно-хозяйственного опыта и в результате исследования химического состава и питательной ценности зерностержневой смеси из початков кукурузы установлено, что содержание сухого вещества составило 47 %, концентрация сырого протеина – 10,44 %, сырого жира – 3,82 %, сырой клетчатки – 16,31 %, сырой золы – 2,4 %, БЭВ – 67,03 %. Энергетическая питательность в 1 кг сухого вещества консервированного корма, заготовленного из зерностержневой смеси початков кукурузы, составила 11,15 МДж обменной энергии и 1,18 кормовых единиц. За опытный период среднесуточный удой натурального молока на корову в контрольной группе составил 20,20 кг, у коров опытной группы – 21,30 кг или на 5,4 % выше. При пересчете на 3,6 %-ное молоко удой на голову в сутки в опытной группе составил – 22,25 кг, что на 6,9 % выше по сравнению с контрольной группой. Экономическая эффективность – себестоимость 1 кг молока у животных опытной группы за период опыта составила 0,42 руб., что ниже на 12,5 % по отношению к контрольной группе. Прибыль за счет снижения себестоимости молока на голову за период опыта составила 80,1 руб.*

**Ключевые слова:** кукуруза, зерностержневая смесь, силос, переваримость, лактирующие коровы.

*Dairy cattle breeding is the leading agricultural industry in Belarus, the profitability of which depends on the quality of animal feeding. The main forage crop used for the preparation of bulky feed is corn, so the purpose of these studies was to study the effectiveness of using an*

*earlage in feeding lactating cows. To conduct the experiment, a production batch of the test mixture was prepared at JSC «Gastellovskoye» in Minsk region. We selected 2 groups of cows (10 heads each) of the Black-and-White Belarusian breed with an average live weight of 600 kg at the second phase of lactation (101–200 days). In the course of scientific and economic experiment and as a result of studies of the chemical composition and nutritional value of earlage, it was found that the dry matter content accounted for 47 %, concentration of crude protein – 10.44 %, crude fat – 3.82 %, crude fibre – 16.31 %, crude ash – 2.4 %, nitrogen-free extractive substances – 67.03 %. The energy nutritional value in 1 kg of dry matter of preserved feed prepared from a mixture of corn grain, cobs, husks, shanks and a portion of the stalk was 11.15 MJ of metabolizable energy and 1.18 feed units. During the experimental period, the average daily yield of natural milk per cow in the control group was 20.20 kg, in the cows of the experimental group – 21.30 kg or 5.4 % higher. When converted to 3.6 % milk, the daily milk yield per head in the experimental group was 22.25 kg, which is 6.9 % higher compared to the control group. Economic efficiency – the cost of 1 kg of milk in animals of the experimental group for the period of the experiment – was 0.42 rubles, which is 12.5 % lower in comparison with the control group. The profit due to the reduction in the cost of milk per head for the period of the experiment amounted to 80.1 rubles.*

**Key words:** *corn, earlage, silage, digestibility, lactating cows.*

**Введение.** Одной из важнейших отраслей сельского хозяйства в Республике Беларусь является молочное скотоводство [1]. В то же время с развитием интенсификации молочного животноводства за счет применения инновационных технологий, способствующих увеличению молочной продуктивности, необходимо обеспечить данную отрасль высококачественными кормами [2, 3, 4, 5].

Рентабельность молочного скотоводства напрямую зависит от качества кормов, так как продуктивность молочного скота на 60 % зависит от уровня и полноценности кормления, поэтому обеспечение высококачественными кормами животных является основной задачей кормопроизводства [6].

Основной кормовой культурой в нашей Республике из которой заготавливается объёмистый корм с высокой концентрацией обменной энергии является кукуруза [7], однако следует отметить, что низкое качество заготовленного кукурузного силоса приводит к дефициту энергии в рационе, снижению потребления кормов и увеличению концентрированных кормов в структуре рациона, что вызывает физиологические нарушения в организме животного, снижая воспроизводительные качества и молочную продуктивность [1, 8, 9]. Поэтому в решении проблемы создание прочной кормовой базы необходимо использовать весь научный потенциал в разработке новых и внедрение современных ресурсо- и энергосберегающих технологий при заготовке высококачественных кормов, способствующих увеличению сохранности питательных веществ, повышению переваримости и использованию их на продуктивные цели, с наименьшей себестоимостью [10].



Целью данных исследований являлось изучение эффективности использования зерностержневой смеси из початков кукурузы в кормлении лактирующих коров

**Основная часть.** В ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области была заготовлена производственная партия зерностержневой смеси из початков кукурузы. Для изучения влияния скармливания консервированного корма из зерностержневой смеси початков кукурузы на продуктивность лактирующих коров провели научно-хозяйственный опыт по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

| Группа      | Кол-во животных в группе, гол. | Продолжительность опыта, дней | Условия кормления   |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Контрольная | 10                             | 90                            | Основной рацион (ОР) + комбикорм                                  |
| Опытная     | 10                             |                               | Основной рацион (ОР) + зерностержневая смесь из початков кукурузы |

Для проведения опыта отобрали 2 группы коров (по 10 голов в каждой) белорусской черно-пестрой породы живой массой в среднем 600 кг, вторая фаза лактации (101–200 дней). Условия содержания для всех групп животных были одинаковые. Продолжительность опытного периода составила 90 дней: 30 дней предварительный, 60 – учетный. Рационы кормления лактирующих коров составлены согласно нормам А.П. Калашникова, 2003 [3]. Различия в кормлении состояли в том, что животные опытной группы на фоне хозяйственного рациона потребляли консервированный корм из зерностержневой смеси початков кукурузы, а животным контрольной группы на фоне хозяйственного рациона скармливали комбикорм. Содержание животных привязное, кормление индивидуальное.

Для изучения переваримости питательных веществ рационов на фоне научно-хозяйственного опыта был проведен физиологический опыт на лактирующих коровах.

Организация и проведение опытов была проведена согласно требованиям, изложенных в методических рекомендациях А. И. Овсянникова (1976) [11].

В ходе опытов были проведены следующие исследования и контрольные измерения: химический анализ кормов и продуктов обмена был осуществлен по схеме зоотехнического анализа: определение массовой доли влаги (ГОСТ 27548-97 п.7); массовая доля азота (сырого протеина) – (ГОСТ 13496.4-93 п.3 с применением автоматического анализатора UDK 159 (VELP, Италия); массовая доля сырой клетчатки

– 13496.2-91 с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6; массовая доля сырого жира – ГОСТ 13496.15-2016 п.9.1; массовая доля золы – ГОСТ 26226-95; определение активной кислотности pH – ГОСТ 26180-84 п.3; сухое и органическое вещество, органические кислоты (молочная, уксусная, масляная) БЭВ [12, 13]; определение обменной энергии и кормовых единиц СТБ 1223 – 2000 п. 6.12, ГОСТ 23637-90 приложение 2, СТБ 2015-2009 п.6.14;

По результатам исследований установлено, что уборку кукурузы с отделением початков начинают в фазу восковой спелости зерна, когда доля початков достигает более 50 %, а содержание сухого вещества в зерне превышает 60 %, в початках – 55 %, в целом растении – 28–35 %. Содержание сухого вещества зерностержневой смеси из початков кукурузы должно составлять 45–60 %. В этой же фазе отмечается и наивысшая концентрация обменной энергии.

Для изучения силосуемости зерностержневой смеси из початков кукурузы использовали среднеранний гибрид с ФАО 210. На территории физиологического двора лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» заготовили опытную партию зерностержневой смеси из початков кукурузы с использованием биологического консерванта в количестве 700 кг.

Результаты проведенных исследований химического состава исходной зерностержневой смеси из початков кукурузы показали, что содержание сухого вещества составило 47,86 %, сырого протеина – 95,20 г, сырого жира – 38,50 г, сырой клетчатки – 126 г, сырой золы – 23,60 г. Также установлены содержание структурных углеводов в 1 кг сухого вещества зерностержневой смеси из початков кукурузы: сырая клетчатка от 11,2 до 12,6 %; НДК – 45,44–50,92 %; КДК – 13,97–18,34 %.

По результатам анализа химического состава исходной зерностержневой смеси из початков кукурузы и коэффициентов переваримости питательных веществ была определена энергетическая и кормовая ценность 1 кг сухого вещества исходной массы зерностержневой смеси и установлено содержание обменной энергии на уровне 11,38 МДж и 1,20 кормовых единиц.

Результаты химического анализа консервированного корма на содержание органических кислот показали, что величина pH в консервированном корме зерностержневой смеси из початков кукурузы находилась на уровне 4,10. Доля молочной кислоты составила 70,1 %, а уксусной – 29,9 %. Присутствия масляной кислоты обнаружено не было.

По результатам химического анализа зерноотрубной смеси из початков кукурузы в научно-хозяйственном опыте установлено, что содержание сухого вещества было на уровне 47 %, концентрация сырого протеина – 10,44 %, сырого жира – 3,82 %, сырой клетчатки – 16,31 %, сырой золы – 2,4 %, БЭВ – 67,03 %, содержание кормовых единиц 1,18 и 1,15 МДж обменной энергии.

Кормление подопытных животных контрольной и опытной групп в научно-хозяйственном опыте осуществлялось на фоне хозяйственных рационов. На основании данных химического анализа зерноотрубной смеси из початков кукурузы и комбикорма был составлен рацион кормления (табл. 2).

В течение опыта животные контрольной группы получали хозяйственный рацион, в который входил комбикорм, в опытной группе – в составе рациона вместо комбикорма скармливали зерноотрубную смесь из початков кукурузы. Кроме того, в рацион были включены: сено, сенаж, силос кукурузный и шрот рапсовый.

Таблица 2. Фактический рацион кормления лактирующих коров

| Показатель                                   | Группа      |         |
|--|-------------|---------|
|  | контрольная | опытная |
| Силос кукурузный, кг                         | 15,20       | 12,90   |
| Сенаж клеверотимофеечный, кг                 | 14,40       | 14,00   |
| Сено многолетних трав, кг                    | 2,00        | 2,00    |
| Комбикорм для коров, К 60, кг                | 6,00        | 2,80    |
| Зерноотрубная смесь из початков кукурузы, кг | –           | 6,50    |
| Шрот рапсовый, кг                            | –           | 1,00    |
| В рационе содержится:                        |             |         |
| Кормовых единиц                              | 17,14       | 17,33   |
| Обменной энергии, МДж                        | 182,9       | 185,3   |
| Сухого вещества, кг                          | 18,1        | 18,4    |
| Сырого протеина, г                           | 2518        | 2583    |
| Переваримого протеина, г                     | 1691        | 1716    |
| Сырого жира, г                               | 643         | 653     |
| Сырой клетчатки, г                           | 4165        | 4298    |

Достаточное с физиологической точки зрения потребление питательных и биологически активных веществ коровами является важным моментом в поддержании высокой продуктивности и крепкого здоровья животных. За период проведения научно-хозяйственного опыта фактическое потребление кормов животными всех групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были практически равноценны по энергии

тической питательности (182,9–185,3 МДж ОЭ) и структуре. Содержание сырого протеина на 1 кг сухого вещества рациона составило 139,09 г в контрольной группе, в опытной группе – 140,77 г. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества в опытной группе составило 10,09 МДж, количество переваримого протеина на 1 кормовую единицу – 99,03 г. В контрольном рационе данные показатели находились на уровне 10,10 МДж и 98,67 г соответственно.

Исходя из анализа приведенных рационов, можно сделать вывод, что рационы контрольной и опытной групп полностью удовлетворяли потребность животных в основных питательных веществах, макро- и микроэлементах. Рацион соответствовал рекомендуемым нормам кормления для лактирующих коров данной продуктивности и живой массы.

С целью изучения переваримости питательных веществ рационов был проведен физиологический опыт на коровах. Следует отметить, что у животных контрольной и опытной групп была высокая переваримость всех питательных веществ (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов, %

| Группа      | Коэффициенты переваримости, % |               |           |                 |           |
|-------------|-------------------------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|
|             | сухое вещество                | сырой протеин | сырой жир | сырая клетчатка | БЭВ       |
| Контрольная | 66,33±0,8                     | 67,89±0,3     | 65,99±0,7 | 60,09±0,4       | 76,73±0,5 |
| Опытная     | 67,45±0,5                     | 68,61±0,4     | 68,05±0,5 | 62,50±0,2       | 77,98±0,6 |

В результате опыта установлено, что введение в рацион опытной группе животных зерноотрубной смеси из початков кукурузы оказало положительное влияние на переваримость питательных веществ. Результаты физиологических исследований показали, что у коров опытной группы было отмечено увеличение переваримости сухого вещества на 1,12 п. п., сырого протеина – на 0,72 п. п., сырого жира – на 2,06 п. п., сырой клетчатки – на 2,41 п. п., БЭВ – на 1,25 п. п. по сравнению с животными контрольной группы.

Величина молочной продуктивности и качество молока служат основными показателями данных опытов. За время опыта животные, получавшие с рационом зерноотрубную смесь из початков кукурузы, увеличили среднесуточный удой натурального молока на 5,4 % по сравнению с животными, которым в составе рациона скармливали комбикорм. За опытный период среднесуточный удой натурального молока на корову (табл. 4) в контрольной группе составил 20,20 кг, у коров опытной группы – 21,30 кг.

Таблица 4. Молочная продуктивность коров за период опыта

| Показатель                               | Группа      |            |
|--|-------------|------------|
|  | контрольная | опытная    |
| Среднесуточный фактический удой, кг      | 20,20±0,24  | 21,30±0,26 |
| Среднесуточный удой 3,6%-ного молока, кг | 20,82±0,15  | 22,25±0,20 |
| Молочный жир, %                          | 3,71±0,13   | 3,76±0,09  |
| Молочный белок, %                        | 3,49±0,05   | 3,50±0,05  |
| Лактоза, %                               | 4,71±0,04   | 4,73±0,03  |

При пересчете на 3,6%-ное молоко удой на голову в сутки в опытной группе составил – 22,25 кг, что на 6,9 % выше по сравнению с контрольной группой. По содержанию жира и белка статистически достоверных различий между группами не отмечено.

Уровень и полноценность кормления влияют не только на удои, но и на качество молока. Так, жирность молока животных опытной группы была выше на 0,08 % по сравнению с данным показателем молока коров контрольной группы. Содержание белка и лактозы в молоке различалось незначительно – на 0,01 % и 0,02 % выше соответственно.

Таким образом, из полученных данных следует, что включение в рацион лактирующих коров зерноотрубной смеси из початков кукурузы позволило улучшить химический состав молока, повысить в нем содержание жира и белка.

Все биохимические показатели крови у подопытных животных находились в пределах физиологических норм.

Использование в рационах молочных коров консервированного корма из зерноотрубной смеси початков кукурузы позволяет повысить среднесуточный удой на 5,4 %, снизить стоимость рациона на 6,5 % и получить выручку 1,44 руб. на одну голову в сутки. Себестоимость 1 кг молока у животных опытной группы за период опыта составила 0,42 руб., что ниже на 12,5 % по отношению к контрольной группе. Дополнительная прибыль за счет снижения себестоимости молока на голову за период опыта составила 80,1 руб.

**Заключение.** Установлено, что содержание сухого вещества в зерноотрубной смеси из початков кукурузы составило 47 %, концентрация сырого протеина – 10,44 %, сырого жира – 3,82 %, сырой клетчатки – 16,31 %, сырой золы – 2,4 %, БЭВ – 67,03 %. Энергетическая питательность в 1 кг сухого вещества консервированного корма, заготовленного из зерноотрубной смеси початков кукурузы, составила 11,15 МДж обменной энергии и 1,18 кормовых единиц.

Включение в состав рационов лактирующих коров консервированного корма из зерноотрубной смеси початков кукурузы способству-

ет получению среднесуточного удоя молока базисной жирности на уровне 22,25 кг, что выше на 6,9 % в сравнении с группой животных, получавших в составе рациона комбикорм. Выручка за счет снижения стоимости среднесуточного рациона на 0,37 руб. и повышения молочной продуктивности на 1,43 кг составила 1,44 руб. на 1 голову в сутки. Дополнительная прибыль за счет снижения себестоимости молока на голову за период опыта составила 80,1 руб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зенькова, Н. Н. Химический состав силосов из кормовых бобов / Н. Н. Зенькова, И. О. Моисеева, П. П. Разумовский // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – №2(30). – С. 89–94.
2. Влияние различных консервантов на химический состав и качество готового корма / М. Г. Маликова [и др.] // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. – 2018. – №1. – С. 43–49.
3. Булатов, А. П. Использование клеверного сенажа и минерального премикса при раздое коров / А. П. Булатов, Н. М. Костомахин // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. – 2017. – №5. – С. 18–28.
4. Волюнкина, М. Г. Переваримость питательных веществ и использование энергии рационов при сенажно-концентратном типе кормления / М. Г. Волюнкина, А. П. Булатов, Н. М. Костомахин // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. – 2017. – № 4. – С. 24–34.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003 – 456 с.
7. Технологические основы производства молока / И. В. Брыло [и др.]; рец.: М. В. Шалак, В. Н. Минаков; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2012. – 373 с.
6. Гвазава, Д. Г. Влияния повышения эффективности кормопроизводства на себестоимость кормов / Д. Г. Гвазова // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение №1 (49)* – 2017. – С. 106–11.
8. Зенькова, Н. Н. Продуктивность, качественный состав и использование кормовых бобов / Н. Н. Зенькова, Н. П. Разумовский, М. О. Моисеева // *Материалы научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева с международным участием*. – Калуга, 2018. – Вып. 12. – С. 83–87.
9. Микуленок, В. Г. Основные неиспользованные резервы в системе «корма – молочная продуктивность – долголетие коров» / В. Г. Микуленок, Н. Н. Зенькова // *Ученые записки ВГАВМ*. – 2017. – Т. 53, вып. 4. – С. 134–138.
10. Костомахин, Н. М. Научные основы содержания и кормления коров с различным уровнем продуктивности / Н. М. Костомахин // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 6. – С. 27–30.
11. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
12. Мальчевская, Е. Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленькая. – Минск: Урожай, 1981. – 143 с.
13. Петухова, Е. А. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессабарова, Л. Д. Холенева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ M-FEED В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ЦЫПЛЯТАМ-БРОЙЛЕРАМ

**Ю. Н. ПРЫТКОВ, А. А. КИСТИНА,  
К. В. КИСЕЛЕВА, Г. Г. БРАГИН**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский  
государственный университет имени Н. П. Огарева»,  
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия, 430005,  
e-mail: kafedra\_zoo@agro.mrsu.ru).

(Поступила в редакцию 15.03.2021)

*В статье приведены результаты по изучению влияния разных уровней биологической кормовой добавки «M-Feed» в рационах цыплят-бройлеров кросса Ross-308 на морфологические и биохимические показатели крови, на интенсивность роста, качественные показатели мясной продуктивности. Включение в состав комбикормов цыплят-бройлеров исследуемой добавки наблюдается увеличение количества в крови эритроцитов на 8,8 %, гемоглобина – на 26,7 %, получавших дополнительно 250–100 мг на 100 г комбикорма и снижению количества лейкоцитов. Установлено, что наибольший абсолютный прирост живой массы подопытной птицы отмечен при использовании в кормлении «M-Feed» до 30-дневного возраста цыплят-бройлеров в количестве 250 мг/100 г комбикорма и с 31–41 соответственно 100 мг/100 г комбикорма и составил 2765 г, что на 7,8 % выше по сравнению с аналогами контрольной группы и соответственно на 5,5 и 4,1 % со сверстниками 1-й и 3-й опытных групп. Имели лучшие убойные качества и достоверные различия между контрольной и всеми опытными группами по массе полупотрошенных и потрошенных туш. Так, масса полупотрошенной тушки цыплят-бройлеров 2-й опытной группы на 8,9 % выше по сравнению с аналогами контрольной группы и на 6,08 % и 4,6 % соответственно 1-й и 3-й опытных групп. Аналогичная закономерность выявлено и по массе потрошенных тушек. Положительное действие кормовая добавка оказала на развитие внутренних органов, на массу желудка и печени цыплят.*

**Ключевые слова:** эффективность, комбикорм, цыплята-бройлеры, продуктивность.

*The article presents the results of studying the effect of different levels of the biological feed additive «M-Feed» in the diets of Ross–308 cross broiler chickens on morphological and biochemical blood parameters, on the growth rate, and qualitative indicators of meat productivity. The inclusion of the additive under study into the mixed feeds of broiler chickens showed an increase in the number of red blood cells by 8.8 %, hemoglobin – by 26.7 %, and a decrease in the number of white blood cells. It was found that the greatest absolute increase in live weight of the experimental poultry was observed when "M-Feed" was used in the amount of 250 mg/100 g of mixed feed in the feeding of broiler chickens up to 30-days of age and in the amount of 100 mg/100 g of mixed feed in the feeding of 31–41-day-old chickens, and accounted for 2765 g, which is 7.8 % higher compared to the birds of the control group and, respectively, by 5.5 and 4.1 % in comparison with the flock mates of the 1st and 3rd experimental*

*groups. They had the best slaughter qualities and significant differences between the control group and all the experimental groups in terms of the weight of semi-eviscerated and eviscerated carcasses. Thus, the weight of the semi-eviscerated carcass of broiler chickens of the 2nd experimental group is 8.9 % higher compared to the counterparts of the control group and by 6.08 % and 4.6 %, respectively, of the 1st and 3rd experimental groups. A similar pattern was revealed for the mass of eviscerated carcasses. The feed additive had a beneficial effect on the development of internal organs, on the weight of the stomach and liver of chickens.*

**Key words:** *efficiency, concentrate feed, broiler chickens, productivity*

**Введение.** Мясное птицеводство – одна из наиболее интенсивных и динамичных отраслей агропромышленного комплекса страны. Развитие интенсивного птицеводства возможно только при наличии узкоспециализированных пород и линий, на основе скрещивания которых получают гибридную высокопродуктивную птицу. При сбалансированном кормлении и повышении биологической полноценности комбикормов обеспечивается наиболее полное проявление генетического потенциала птицы.

Среди факторов полноценного питания сельскохозяйственных птиц, важное значение имеют обогащение их рационов различными кормовыми добавками отечественного и зарубежного производства. Однако большинство кормовых добавок применяемые в кормлении цыплят-бройлеров являются малоэффективными и дорогостоящими, что приводит к повышению себестоимости производимой продукции. В связи с этим, в последние годы, в нашей стране идет постоянная работа по применению экологически чистых, многокомпонентных кормовых добавок природного происхождения, обладающие специфическими свойствами и оказывающие положительное действие на организм птицы. Одной из таких добавок, является «M-feed», которая представляет собой высокотехнологичный комбинированный и абсолютно натуральный продукт, созданный в крупнейшей европейской компании – «OLMIX» с использованием нано технологий.

Данный препарат прошел широкую научную производственную апробацию в различных отраслях животноводства. Исследованиями отечественных ученых установлено положительное действие «M-feed» на обмен веществ и продуктивность перепелов, молодняка овец и крупного рогатого скота. Однако, информации о применении данной кормовой добавки в мясном птицеводстве незначительны.

Поэтому изучение возможности применения кормовой добавки «M-feed» в составе комбикормов цыплят-бройлеров кросс Росс-308 для улучшения обмен веществ и увеличению продуктивных качеств является актуальной задачей и представляет определенный интерес для современной науки и производству [1, 2, 3].



Исследованиями отечественных ученых установлено положительное действие «M-feed» на обмен веществ и продуктивность перепелов, молодняка овец и крупного рогатого скота. Однако, информации о применении данной кормовой добавки в мясном птицеводстве незначительны. Поэтому разработка научно обоснованной оптимальной дозировки кормовой добавки в их рационах и изучение его влияния на обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров является актуальным, представляет определенный интерес для науки и производства.

Целью данной работы является изучение эффективности использования новой кормовой добавки «M-Feed» в рационах цыплят-бройлеров Ross-308.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- изучить влияние разных дозировок M-Feed в рационах цыплят-бройлеров на морфологические и биохимические показатели крови;
- изучить влияние разных дозировок M-Feed в рационах цыплят-бройлеров на количественные и качественные показатели мясной продуктивности.

**Основная часть.** Экспериментальные исследования проведены в производственных условиях АО Агрофирма «Октябрьская» Лямбирского района Республики Мордовия. Для этого по принципу пар-аналогов были отобраны 240 голов суточных цыплят-бройлеров кросса Росс-308 со средней живой массой 40 г. В результате было сформировано 4 группы по 60 голов в каждой. Температурный и световой режим, влажность воздуха, фронт кормления и поения птицы в период эксперимента соответствовали рекомендуемым нормам ВНИТИП. Кормление цыплят-бройлеров осуществлялся полнорационными комбикормами в соответствии с рекомендуемым нормам ВНИТИП [1].

По энергетической питательности и содержанию питательных веществ состав комбикормов у всех групп цыплят-бройлеров были одинаковыми и различались только содержанием в их составе изучаемой кормовой добавки. Схема научно-хозяйственного опыта представлена в табл. 1. Рецепты и потребление комбикормов цыплятами – бройлерами представлены в табл. 2 и 3. Цыплята-бройлеры контрольной группы получали основной рацион, а опытных групп по мимо основного рациона получали разные дозировки кормовой добавки M-Feed» представленные в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

| Группа      | Дозировка кормовой добавки M-Feed  |
|-------------|--|
| Контрольная | 0–41 основной рацион (ОР)  |
| 1-я опытная | 0–30 ОР+ кормовая добавка M-Feed 175 мг/100 г комбикорма;<br>с 31–41 ОР+ кормовая добавка M-Feed 70 мг /100 г комбикорма.    |
| 2-я опытная | 0–30 ОР+ кормовая добавка M-Feed 250 мг/100 г комбикорма;<br>с 31–41 ОР+ кормовая добавка M-Feed 100 мг /100 г комбикорма.   |
| 3-я опытная | 0–30 ОР+ кормовая добавка M-Feed 325 мг /100 г комбикорма;<br>с 31–41 ОР+ кормовая добавка M-Feed 130 мг / 100 г комбикорма. |

Повышение эффективности производства мяса и мясных продуктов является одной из важнейших проблем агропромышленного комплекса на современном этапе. Успешно решить эту важную народнохозяйственную задачу можно, прежде всего за счет дальнейшего развития бройлерного птицеводства. Интенсивное выращивание мясных цыплят позволяет ускоренно наращивать производство дешевого мяса и одновременно повышать его качество, так как бройлеры способны быстро расти и развиваться, хорошо усваивать корма и обеспечивать их высокую оплату. Важную роль в организме молодняка птицы играют минеральные вещества. Они оказывают влияние на энергетический, азотистый, углеводный и липидный обмены, являются структурным материалом при формировании органов и тканей, образовании продукции; участвуют в процессах дыхания, кроветворения, переваривания, всасывания, синтеза, распада и выделения продуктов обмена из организма. Включение их в рационы птицы благоприятно влияет на процессы пищеварения, повышает сохранность, интенсивность роста.

Анализ полученных данных показал, что включение в состав комбикормов цыплят-бройлеров кормовой добавки «M-feed» положительно сказывается на обмен веществ и продуктивность. Скармливание цыплятам-бройлерам различных дозировок кормовой добавки «M-feed» способствовало повышению энергии роста подопытных цыплят-бройлеров. Так, цыплята-бройлеры 2-й опытной группы от с суточного до 40-дневного возраста увеличили живую массу в 70 раз, контрольной, 1-й, 3-й опытной групп соответственно в 65; 66,5; 67,4 раза. Максимальный абсолютный прирост живой массы составил у цыплят-бройлеров 2-й опытной группы 2765,0 г, что на 7,7, 5,4, 4,1 % больше, чем у сверстников контрольной, первой и третьей опытной групп.

При анализе динамики среднесуточных приростов цыплят-бройлеров видно, что наибольший среднесуточный прирост в среднем за период эксперимента 2-й опытной группы составил 69,1 г, что на

7,6; 5,5; 4,1 % больше, по сравнению с аналогами соответственно контрольной, первой, третьей опытной групп.

Максимальная интенсивность роста во всех группах выявлена финишный период выращивания от 35 до 40 суток и была на уровне 103,2 г в 2-й опытной группе, 97,2 г – 1-й опытной группе, 98,3 г – 3-й опытной группе. Сравнивая абсолютный прирост и живую массу цыплят-бройлеров за период эксперимента, выявлено, что эти показатели были выше у цыплят-бройлеров 2-й опытной группы.

Таблица 4. Динамика живой массы цыплят – бройлеров, г

| Показатели                          | Группы      |             |             |             |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                     | Контрольная | 1-я опытная | 2-я опытная | 3-я опытная |
| Живая масса (в сут.), г:            |             |             |             |             |
| в начале опыта                      | 40,0        | 40,0        | 40,0        | 40,0        |
| 7                                   | 180,3±0,25  | 186,8±0,16  | 206,8±0,20  | 193,0±0,42  |
| 14                                  | 471,7±0,31  | 479,3±0,10  | 515,0±0,22  | 475,0±0,26  |
| 21                                  | 909,0±0,61  | 961,3±0,37  | 986,7±0,29  | 962,0±0,74  |
| 28                                  | 1496,0±0,86 | 1534,7±0,28 | 1585,0±0,30 | 1536,2±0,82 |
| 35                                  | 2130,0±0,58 | 2175,8±0,10 | 2289,2±0,39 | 2204,8±0,48 |
| 40                                  | 2606,5±0,78 | 2661,7±0,14 | 2805,0±0,40 | 2696,5±0,46 |
| Абсолютный прирост, г               | 2566,5±0,78 | 2621,7±0,14 | 2765,0±0,40 | 2656,5±,46  |
| В среднем среднесуточный прирост, г | 64,2        | 65,5        | 69,1        | 66,4        |

Кровь играет исключительно важную роль в биохимических процессах, протекающих в организме птицы, выполняя трофическую, экскреторную, респираторную, защитную, терморегулирующие, а также коррелятивную функции. Количественный состав крови является одним из наиболее лабильных показателей функционального состояния организма цыплят-бройлеров, быстро и точно реагирующим на введение в корм различных добавок [4, 5, 6].

В связи с этим нами изучены некоторые гематологические показатели опытных цыплят-бройлеров. Использование в рационах подопытных цыплят-бройлеров комплексной кормовой добавки M-Feed в оптимальной дозировке оказывает благотворное влияние на состояние их здоровья, что подтверждается достоверным повышением в крови эритроцитов на 8,8 %, гемоглобина – на 26,7 % у цыплят-бройлеров, получавших дополнительно 250–100 мг на 100 г комбикорма. Включение изучаемого препарата в рационы способствовало снижению количества лейкоцитов в крови цыплят во всех подопытных группах.

Проведенный анализ результатов убоя и анатомической разделки тушек цыплят-бройлеров показал, что при включении в состав рациона

новой кормовой добавки «M-feed» бройлерам имели лучшие убойные качества. Достоверные различия между контрольной и всеми опытными группами были получены по массе полупотрошенных и потрошенных туш. Так, масса полупотрошенной тушки цыплят-бройлеров 2-й опытной группы на 8,9 % выше по сравнению с аналогами контрольной группы и на 6,08 % и 4,6 % соответственно 1-й и 3-й опытных групп. Аналогичная закономерность выявлена и по массе потрошенных тушек.

Результаты анатомической разделки тушек, показали, положительное действие «M-feed» на развитие внутренних органов. Так, включение в состав рациона кормовой добавки в количестве 250/100 мг/100 г комбикорма способствовало увеличению массы желудка и печени цыплят по сравнению с аналогами из контрольной группы.

В результате контрольного убоя установлено, что обогащение рационов разными дозами кормовой добавки «M-feed» оказало положительное влияние на мясную продуктивность бройлеров. Масса тушек птиц, выращиваемых с использованием изучаемой добавки, была выше цыплят-бройлеров контрольной группы на 4,0–9,0 %. При этом наибольшая масса тушки отмечена у бройлеров 2-й опытной группы.

По убойному выходу достоверной разницы между группами не обнаружено. Изучаемая добавка способствовала также и получению мяса более высокого качества. Так, в опытных группах выход тушек первой категории по сравнению с контрольными цыплятами был выше на 5,0–9,5 %. Тушки отличались повышенной массой съедобных частей и мышц.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что скармливание разных дозировок кормовой добавки «M-Feed» в составе комбикормов цыплят – бройлеров способствует улучшению переваримости питательных веществ и использованию минеральных элементов рационов, нормализации крови, повышению живой массы и среднесуточных приростов на 7,6 % по сравнению с контрольной группой, снижению расхода корма на 1 кг прироста.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных // Справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов. – Москва, 2003. – 456 с.
2. Прытков Ю. Н. Применение хвойно-каротиновой добавки в яичном птицеводстве / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина // Аграрный научный журнал. – № 8. – 2016. – С. 52–55.
3. Prytkov Y. N., Chervyakov M. Y., Kistina A. A. Influence of Different Dosages of Selencum Yeast in the Diets of Laying Hens Cross lohmann Brown on Metabolic Indices and Egg Productivity. // biosciences biotechnology research asia. – 2016 – vol/13(2), 991–997.

4. Прытков, Ю. Н. Научно-практическое обоснование применения препарата «Селениум Ист» в рационах кормления кур-несушек кросса Ломанн браун / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина // Аграрный научный журнал. – № 7. – 2017. – С. 41–43.

5. Кистина, А. А. Биологическое обоснование применения в кормлении кур-несушек органического селеносодержащего препарата селениум Ист. Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. (Мат. XI международ. научно-практ. конф.) / А. А. Кистина. – Саранск, Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 100–102.

6. Гайирбегов Д. Ш., Киселева К. В., Симонов Г. А., Никульников В. С., Симонов А. Г. Биологическая кормовая добавка в рационе цыплят-бройлеров повышает их продуктивность и улучшает состав крови / Д. Ш. Гайирбегов [и др.] // Природные ресурсы центрального региона России и их рациональное использование (мат. II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета имени И. С. Тургенева. – г. Орел, 2018. – С. 74–79.

## ДИНАМИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В РАЦИОНАХ СЕЛЕНОСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ

Ю. Н. ПРЫТКОВ, А. А. КИСТИНА, Г. Г. БРАГИН

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский  
государственный университет имени Н. П. Огарева»,  
Россия, Республика Мордовия, г. Саранск 430005  
e-mail: kafedra\_zoo@agro.mrsu.ru

(Поступила в редакцию 15.03.2021)

*В статье рассмотрены результаты использования селеносодержащих препаратов в кормлении коров. Установлено, что включение в рационы кормления коров препарата «Сел-Плекс» с концентрацией селена 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества рациона оказало благотворное влияние на морфологические и биохимические показатели крови. В крови коров-первотелок, получавших препарат «Сел-Плекс» с концентрацией селена 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества рациона, отмечалось увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина. В молочивный период оно было выше, чем в контрольной группе, соответственно на 12,09 и 7,54 %; в период раздоя – на 14,65 и 7,16; в конце лактации – на 16,66 и 8,69; в сухостойный период – на 13,59 и 6,88 % и выше, чем у аналогов из 6-й группы, соответственно на 0,88 и 0,70 %, 1,84 и 0,85; 1,71 и 1,14; 1,11 и 1,65 %. Применение в кормлении коров-первотелок диацетофенонилселенида заметно повлияло на гематологические показатели. У коров 3-й опытной группы достоверно повышалось содержание гемоглобина и эритроцитов по отношению к тем же показателям контрольной группы: в молочивный период – на 5,96 и 10,62 %; в период раздоя – на 6,00 и 9,71; в конце лактации – на 5,66 и 10,95; в сухостойный период – на 6,44 и 11,09 %. Доступность селена из селеноорганических добавок выше, что способствует более активному накоплению его в крови коров-первотелок, нежели неорганические соединения.*

**Ключевые слова:** рацион, селеносодержащие препараты, биохимические показатели.

*The article discusses the results of using selenium-containing preparations in cow feeding. It was found that adding preparation «Sel-Plex» with a selenium concentration of 0.31–0.36 mg / kg of ration dry matter to the diets of cows had a beneficial effect on the morphological and biochemical parameters of blood. An increase in the content of red cells and hemoglobin was noted in the blood of first-calf cows treated with Sel-Plex with a selenium concentration of 0.31–0.36 mg/kg of ration dry matter. In the colostrum period, red cell count was higher than in the control group, respectively, by 12.09 and 7.54 %; in the lactation period – by 14.65 and 7.16 %; at the end of lactation – by 16.66 and 8.69 %; in the dry period – by 13.59 and 6.88 % and higher than in the counterparts from the 6th group, respectively, by 0.88 and 0.70 %; 1.84 and 0.85; 1.71 and 1.14; 1.11 and 1.65 %. Using diacetophenonyl selenide in the feeding of first-calf cows significantly affected the hematological parameters. In cows of the 3rd experimental group, the content of hemoglobin and red blood cells significantly increased in relation to the same indicators of the control group: in the colostrum period – by 5.96 and 10.62 %; in the lactation period– by 6.00 and 9.71%; at the end of lactation – by 5.66 and 10.95 %; in the dry period – by 6.44 and 11.09 %. The availability of selenium from organic selenium supplements (rather than inorganic compounds) is higher, which contributes to a more active accumulation of it in the blood of first-calf cows.*

**Key words:** ration, selenium-containing preparations, biochemical indicators.

**Введение.** Одной из важнейших задач агропромышленного комплекса России в рамках Национального проекта является снабжение населения нашей страны высококачественными продуктами питания, особенно молоком и мясом, было и остается важной народно-хозяйственной задачей. Основным направлением в решении этой проблемы должен стать ускоренный рост производства молока и говядины, прежде всего за счет полноценного кормления животных, удовлетворяющего потребности во всех элементах питания. Существенную роль в данном случае играют минеральные вещества. Известно, что их необходимость во многом определяется физиологическим состоянием организма. Она особенно велика во время беременности и лактации, а также у растущих животных.

В настоящее время существенно возросло число показателей, по которым контролируется минеральное питание сельскохозяйственных животных. Однако уровень потребности в некоторых веществах, выполняющих различные физиологические функции в организме, не установлен. Не определена их оптимальная норма в рационах животных. Это относится и к такому эссенциальному элементу, как селен. Основная его биохимическая роль состоит в поддержании структурной стабильности и активной функциональной деятельности клеточных мембран, обеспечивающих нормальное течение обменных процессов в живой клетке. Участвуя в сложном комплексе ферментных систем, селен и его соединения существенно влияют на окислительно-восстановительные процессы, обмен веществ и энергии в организме и в конечном счете на их продуктивность [1, 3, 4].

В последние годы большое значение придается использованию в кормлении животных экологически безопасных, биологически активных элементов и препаратов, оказывающих положительное влияние на их биохимические, иммунологические, гематологические и продуктивные показатели. Однако сведения об эффективности применения селеносодержащих препаратов в рационах коров незначительны и весьма противоречивы. С учетом этих обстоятельств на данном этапе развития науки о кормлении сельскохозяйственных животных актуальными задачами являются установление биологически обоснованных оптимальных доз введения селена в составе натрия селенистокислого, диацетифенонилселенида и «Сел-Плекса» в рационы коров черно-пестрой породы, а также изучение особенностей метаболизма данного элемента в организме животных.

Научно-хозяйственный опыт, проведенный на коровах черно-пестрой породы в производственных условиях ЗАО «ВКМ-Агро» Рузаевского муниципального района Республики Мордовия, продолжался в течение лактации. По принципу пар-аналогов из коров-первотелок сформировали 7 групп, по 15 животных в каждой.

Коровы контрольной группы получали хозяйственный рацион без селеносодержащей добавки. Аналогам 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й, 6-й опытных групп, помимо основного рациона, включали селеносодержащие препараты. Уровень микроэлемента в рационах подопытных животных 1-й и 2-й опытных групп регулировали за счет введения солей натрия селенистокислого. Рацион животных 3-й и 4-й опытных групп восполняли органическим препаратом диацетофенонилселенидом. К основному рациону подопытных животных 5-й и 6-й опытных групп добавляли селенорганический препарат «Сел-Плекс». Исследуемую добавку скармливали в составе кормосмеси. Условия кормления и содержания были одинаковыми для животных всех групп. Кровь брали у 5 коров от каждой группы из яремной вены утром до кормления разные физиологические периоды. Гематологические исследования проводили в физиологические периоды: в молозивный период, период раздоя и осеменения, конец лактации. Определяли в цельной крови уровень гемоглобина, содержание эритроцитов, лейкоцитов. В сыворотке крови исследовали общий белок, альбумины, глобулины и фракционный состав. Общий анализ форменных элементов крови показал, что максимальное содержание эритроцитов, гемоглобина выявлена у коров, получавших в составе рационов селенорганический препарат Сел-Плекс из расчета 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества, что свидетельствует о лучшем обмене веществ у животных 5-й опытной группы. На основании данных морфологических и биохимических показателей крови животных, можно утверждать, что животные характеризовались повышенным уровнем окислительно-восстановительных процессов и более интенсивным обменом веществ.

**Основная часть.** Экспериментальная часть проводилась на коровах черно-пестрой породы в производственных условиях ЗАО «ВКМ-Агро» Рузаевского муниципального района Республики Мордовия. Подопытные животные ежедневно получали селен согласно разработанным схемам (табл. 1.). Уровень микроэлемента в рационах подопытных животных 1-й и 2-й опытных групп регулировали за счет введения солей натрия селенистокислого ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ )-ТУ-6-17-209-88, который является производным селенистой кислоты и представляет собой белый аморфный порошок, хорошо растворимый в воде. Селена в нем содержится 45,2 % [2].

В рационах животных 3-й и 4-й опытных групп восполняли органическим препаратом диацетофенонилселенидом (ДАФС-25) ТУ 9337-001-26880895096, разработанным в 1996 году НИИ химии Саратовского государственного университета и Пензенской государственной сельскохозяйственной академией. Он представляет собой сыпучий порошок от белого до светло-желтого цвета со слабым специфическим запахом; нерастворим в воде.



К основному рациону подопытных животных 5-й и 6-й опытных групп добавляли селенорганический препарат «Сел-Плекс», который получен микробиологическим методом – выделен из дрожжевых клеток. Он содержит селен преимущественно в составе аминокислот: селенометионина (50 %), селеноцистина (15 %), селеноцистеина (15 %), селеноцистатина (10 %), метилселеноцистеина (10 %), неорганических форм. Общее содержание селена в «Сел-Плекс» – 1 000 мг/кг. Дозировки селеносодержащих препаратов рассчитывали с учетом количества сухого вещества в рационе подопытных животных и их потребности в этом элементе.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

| Группа                    | Уровень селена в рационе, мг/кг сухого вещества | Дозировка селеносодержащих препаратов, мг   |
|---------------------------|---|---|
| <b>Молозивный период</b>  |   |   |
| Контрольная               | 0,11  | Основной рацион                             |
| 1-я опытная               | 0,36  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (7,6)   |
| 2-я опытная               | 0,60  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (15,2)  |
| 3-я опытная               | 0,36  | ОР+ДАФС-25 (13,8)                           |
| 4-я опытная               | 0,60  | ОР+ДАФС-25 (27,6)                           |
| 5-я опытная               | 0,36  | ОР+Сел-Плекс (3440)                         |
| 6-я опытная               | 0,60  | ОР+Сел-Плекс (6880)                         |
| <b>Период раздоя</b>      |   |   |
| Контрольная               | 0,11  | Основной рацион                             |
| 1-я опытная               | 0,36  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (9,5)   |
| 2-я опытная               | 0,60  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (19,0)  |
| 3-я опытная               | 0,36  | ОР+ДАФС-25 (17,2)                           |
| 4-я опытная               | 0,60  | ОР+ДАФС-25 (34,4)                           |
| 5-я опытная               | 0,36  | ОР+Сел-Плекс (4290)                         |
| 6-я опытная               | 0,60  | ОР+Сел-Плекс (8580)                         |
| <b>Конец лактации</b>     |   |   |
| Контрольная               | 0,13  | Основной рацион                             |
| 1-я опытная               | 0,31  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (4,9)   |
| 2-я опытная               | 0,49  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (9,8)   |
| 3-я опытная               | 0,31  | ОР+ДАФС-25 (8,9)                            |
| 4-я опытная               | 0,49  | ОР+ДАФС-25 (17,8)                           |
| 5-я опытная               | 0,31  | ОР+Сел-Плекс (2230)                         |
| 6-я опытная               | 0,49  | ОР+Сел-Плекс (4460)                         |
| <b>Сухостойный период</b> |   |   |
| Контрольная               | 0,11  | Основной рацион                             |
| 1-я опытная               | 0,36  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (6,1)   |
| 2-я опытная               | 0,61  | ОР+Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (12,20) |
| 3-я опытная               | 0,36  | ОР+ДАФС-25 (11,1)                           |
| 4-я опытная               | 0,61  | ОР+ДАФС-25 (22,2)                           |
| 5-я опытная               | 0,36  | ОР+Сел-Плекс (2780)                         |
| 6-я опытная               | 0,61  | ОР+Сел-Плекс (5560)                         |

С целью контроля физиологического состояния и протекания биохимических процессов в организме подопытных коров-первотелок под влиянием различных дозировок неорганического и органических препаратов мы провели изучение их влияния на динамику морфологических и биохимических показателей крови.

Анализ полученных данных показал, что в крови коров-первотелок 5-й опытной группы, получавших препарат «Сел-Плекс» с концентрацией селена 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества рациона, отмечалось увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина. В молозивный период оно было выше, чем в контрольной группе соответственно на 12,09 и 7,54 %; в период раздоя – на 14,65 и 7,16; в конце лактации – на 16,66 и 8,69; в сухостойный период – на 13,59 и 6,88 % ( $P < 0,001$ ) и выше, чем у аналогов из 6-й группы, соответственно на 0,88 и 0,70 %; 1,84 и 0,85; 1,71 и 1,14; 1,11 и 1,65 %.

Важным показателем состояния белкового обмена в организме является содержание в крови белка, его основных фракций и их соотношение. Включение в рационы подопытных животных селеносодержащих препаратов в разных дозировках несколько изменило содержание общего белка в сыворотке крови. В ходе наших исследований у коров-первотелок 5-й опытной группы, получавших с рационами селен в дозе 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества, уровень общего белка в крови коров в молозивный период был выше на 10,39 %; в период раздоя – на 9,59; в конце лактации – на 8,80; в сухостойный период на 12,90 % ( $P < 0,001$ ), чем у их аналогов из контрольной группы и соответственно на 2,53; 1,43; 1,32; 1,29 % ( $P > 0,05$ ) выше, чем у животных 6-й опытной группы.

Возрастная динамика содержания альбуминов и глобулинов и сыворотке крови согласовалась в целом с возрастной динамикой общего белка. Наблюдались также периоды подъемов и спадов величин этих показателей. Что же касается влияния дозировок «Сел-Плекса» на фракционный состав белка сыворотки крови, то здесь следует отметить положительное воздействие данного препарата на концентрацию альбуминов и глобулинов. Во все физиологические периоды она была выше у коров 5-й опытной группы: в молозивный период соответственно на 15,22 ( $P < 0,01$ ) и 6,36 % ( $P > 0,05$ ); в период раздоя – на 18,36 ( $P < 0,001$ ) и 2,82; в конце лактации – на 13,84 ( $P < 0,001$ ) и 5,02; в сухостойный период – на 17,93 ( $P < 0,001$ ) и 2,72 %, чем и контрольной группе при достоверной разнице. Рост глобулинов происходил за счет увеличения его фракций, среди которых наибольший удельный вес

занимают гамма-глобулины, причем межгрупповая разница незначительна [5, 6, 7].

Добавление в рационы кормления коров-первотелок «Сел-Плекса» оказало определенное влияние на минеральный состав крови. Так, содержание кальция и фосфора в сыворотке крови животных, получавших данный препарат с концентрацией селена 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества рациона в молозивный период было выше на 15,47 и 7,14 %; в период раздоя – на 12,11 и 7,96; в конце лактации – на 9,84 и 11,0; в сухостойный период – на 13,10 и 13,59 % ( $P < 0,01$ ).

Нами проведены исследования по изучению влияния различных препаратов на концентрацию селена в плазме крови коров-первотелок в зависимости от его уровня в рационах и технологического периода. Результаты исследований показали, что в плазме крови коров 5-й опытной группы количество селена было выше; в молозивный период – на 1,1 мкмоль/л; в период раздоя – на 1,11; в конце лактации – на 1,09; в сухостойный период – на 1,09 мкмоль/л ( $P < 0,001$ ), чем у аналогов контрольной группы, и ниже, чем у сверстниц 6-й опытной группы соответственно на 0,03; 0,04; 0,04; 0,02 мкмоль/л. Судя по полученным данным, наибольшее содержание селена в плазме крови выявлено у животных, получавших с рационами его повышенный уровень.

Применение в кормлении коров-первотелок диацетофенилселенида заметно повлияло на гематологические показатели. У коров 3-й опытной группы достоверно повышалось содержание гемоглобина и эритроцитов по отношению к тем же показателям контрольной группы: в молозивный период – на 5,96 ( $P < 0,001$ ) и 10,62 % ( $P < 0,05$ ); в период раздоя – на 6,00 ( $P < 0,001$ ) и 9,71 ( $P < 0,01$ ); в конце лактации – на 5,66 ( $P < 0,001$ ) и 10,95 ( $P < 0,05$ ); в сухостойный период – на 6,44 ( $P < 0,001$ ) и 11,09 % ( $P < 0,05$ ). Повышение в рационах коров-первотелок уровня селена до 0,49–0,61 мг/кг сухого вещества рациона способствовало незначительному снижению изучаемых показателей, но они были выше, чем у животных контрольной группы. Количество лейкоцитов с возрастом почти не изменялось, но наблюдалось незначительное повышение в пределах физиологически допустимых колебаний количества лейкоцитов в крови животных контрольной группы.

Установлено, что включение в рационы коров 3-й опытной группы селеноорганического препарата ДАФС-25 с доведением концентрации селена до 0,31–0,36 мг/кг сухого вещества рациона привело к увеличению в их крови количества общего белка в молозивный период – на 7,02 %; в период раздоя – на 7,65; в конце лактации – на 7,58; в су-

хостойный период – на 5,51% ( $P < 0,01$ ). Также выявлено, что в крови коров 3-й опытной группы достоверно выше, чем у их сверстниц из контрольной группы, содержание альбуминов: в молозивный период – на 10,47 %; в период раздоя – на 12,17; в конце лактации – на 13,18; в сухостойный период – на 13,98 % ( $P < 0,01$ ). Количество альфа- и бета-глобулинов в 3-й опытной группе было также выше, чем у животных контрольной группы: в молозивный период на 11,75 и 12,10 %; в период раздоя – на 15,30 и 17,20; в конце лактации – на 26,82 и 17,92; в сухостойный период – на 21,17 и 12,02 %.

**Заключение.** Результаты исследований показали, что применение селеноорганических препаратов способствуют нормализации крови и активнее увеличивают концентрацию селена в крови коров-первотелок, нежели неорганические соединения, что связано, по-видимому, с более высоким использованием этого элемента и более активным всасыванием его в кровь животных.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Прытков, Ю. Н. Влияние селеноорганических препаратов в рационах коров черно-пестрой породы на обмен веществ и молочную продуктивность / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина // *Аграрный научный журнал*. – 2018. – № 1. – С. 31–35.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных // *Справочное пособие 3-е издание переработанное и дополненное* / А. П. Калашников [и др.]. – Москва, 2003. – 456 с.
3. Pрыtkov Y. N., Kistina A. A., Korotkiy V. P., Ryzhov V. A., Roshchin V. I. Biological substantiation of application of the coniferous-energy supplement in feeding of heifers. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Т.9. – № 6. – С. 817–821.
4. Прытков, Ю. Н. Влияние хвойно-энергетической добавки на переваримость и использование питательных и минеральных веществ рационах нетелями // Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, Г. Г. Брагин // *Аграрный научный журнал*. – 2017. – №12. – С. 42–45.
5. Прытков, Ю. Н. Эффективность применения хвойно-энергетической кормовой добавки в молочном скотоводстве / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, М. Ю. Червяко // *Аграрный научный журнал*. – 2015. – № 10. – С. 17–20.
6. Прытков, Ю. Н. Обогащение рационов нетелей хвойно-энергетической добавкой / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, Е. И. Дорожкина // *Точка роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка: мат. междунардн. научн.-прак. конф.* – Казань, 2018. – С. 299–304.
7. Андреев, А. И. Показатели крови дойных коров при использовании в рационах разных видов силоса / А. И. Гурьянова, В. И. Чикунова, А. М. Гурьянов // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2012. – № 4 (29). – С. 42–45.

## ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СВИНОМАТОК

А. В. СОЛЯНИК, В. А. СОЛЯНИК

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 18.03.2021)

*Изучены некоторые морфологические и биохимические показатели крови проверяемых свиноматок при скармливании им в первую половину супоросности добавки витаминов В<sub>7</sub> и В<sub>9</sub> раздельно и в комплексе. Установлено, что скармливание добавки витамина В<sub>9</sub> раздельно и в комплексе с витамином В<sub>7</sub> способствовало повышению количества эритроцитов в крови свиноматок второй опытной группы в первый месяц супоросности на 8,4 % ( $P \leq 0,05$ ), во второй месяц – на 9,6 % ( $P \leq 0,05$ ), а третьей – на 9,5 ( $P \leq 0,05$ ) и 13,8 % ( $P \leq 0,01$ ) и достоверному ( $P \leq 0,05$ ) увеличению в них концентрации гемоглобина на 8,5 и 6,0 % и 9,1 и 6,8 % соответственно в сравнении с контрольной группой. Содержание лейкоцитов в крови свиноматок этих опытных групп незначительно отличалось от контроля и колебалось от 11,3 до 12,1  $\times 10^9$ /л. Введение в рацион добавок витаминов раздельно повысило содержание общего белка в сыворотке крови свиноматок первой и второй опытных групп в первый месяц супоросности на 2,6 и 3,1 %, во второй месяц – на 1,0–3,4 %, а в комплексе в третьей опытной группе – на 5,5 ( $P \leq 0,05$ ) и 6,3 % ( $P \leq 0,05$ ). У свиноматок первой опытной группы содержание альбуминов возросло в первый и во второй месяцы супоросности на 1,7 и 1,6 %, второй – на 2,1 и 1,2 %, третьей – на 3,1 и 2,7 % в сравнении с контрольной. В первый месяц супоросности содержание глобулинов в сыворотке крови свиноматок первой опытной группы возросло на 3,6, во второй – на 0,4 % в сравнении с контролем. Во второй опытной группе этот показатель в первую и вторую половину супоросности был на 4,3 и 8,5 % ( $P \leq 0,05$ ) выше контроля, а в третьей – на 8,3 ( $P \leq 0,05$ ) и 9,7 % ( $P \leq 0,05$ ) соответственно.*

**Ключевые слова:** свиноматка, морфологические, биохимические показатели крови.

*Some morphological and biochemical blood parameters of the tested sows were studied when they were fed with vitamin В<sub>7</sub> and В<sub>9</sub> supplements separately and in combination during the first half of gestation. It was found that feeding vitamin В<sub>9</sub> supplements separately and in combination with vitamin В<sub>7</sub> increased the red cell level in the blood of sows of the second experimental group in the first month of gestation by 8.4 % ( $P < 0.05$ ), in the second month – by 9.6 % ( $P < 0.05$ ), and the third one – by 9.5 ( $P < 0.05$ ) and 13.8 % ( $P < 0.01$ ) as well as raised ( $P < 0.05$ ) their hemoglobin concentrations by 8.5 and 6.0 %; 9.1 and 6.8%, respectively, in comparison with the control group. The white blood cell count in the sows of these experimental groups differed slightly from the control and ranged from 11.3 to 12.1  $\times 10^9$ /l. The introduction of vitamin supplements into the diet separately increased the total protein content in the blood serum of sows of the first and second experimental groups in the first month of gestation by 2.6 and 3.1 %, in the second month – by 1.0–3.4 %, and taken together in the third experimental group – by 5.5 ( $P < 0.05$ ) and 6.3 % ( $P < 0.05$ ). Albumin content increased in the sows of the first experimental group in the first and second months of gestation by 1.7 and 1.6%, of the second group – by 2.1 and 1.2%, in the third one – by 3.1 and 2.7 % in comparison with the control group. In the first month of gestation, globulin content in the blood serum of sows of the first experimental group increased by 3.6, in the second group – by 0.4 % as*

compared to the control. In the second experimental group, this indicator in the first and second half of pregnancy was 4.3 and 8.5 % ( $P < 0.05$ ) higher than the control, and in the third group – by 8.3 ( $P < 0.05$ ) and 9.7 % ( $P < 0.05$ ), respectively.

**Key words:** breeding sow, morphological, biochemical parameters of blood.

**Введение.** В Беларуси в 2030 году планируется увеличить объемы производства свинины до 650 тыс. тонн, за счет возведения новых, большей мощности, и реконструкции старых свиноводческих объектов, создания приспособленных к условиям промышленной технологии новых пород и типов свиней, совершенствования условий кормления и содержания различных половозрастных групп животных [1]. Однако концентрация поголовья в закрытых помещениях, только концентратный тип кормления, содержание на щелевых полах способствуют потере продуктивности животных [2]. Значительно ужесточаются требования к качеству комбикормов и их отдельным компонентам, в том числе витаминам, многие из которых в кормах могут разрушаться или терять активность во время хранения и быть недоступными для усвоения животными [3]. Свины не могут обеспечить за счет синтеза в организме свои потребности в витаминах группы В, в том числе в В<sub>7</sub> и В<sub>9</sub> [4].

Витамин В<sub>9</sub> состоит из птероидной кислоты и остатков глутаминовой кислоты, производные которой, включающие моно- и полиглутаматные формы птероил-L-глутаминовой кислоты, являются результатом метаболизма ее в организме. В толстом отделе кишечника свины он синтезируется в незначительных количествах, что существенного не влияет на обеспечение организма, поэтому должен поступать с кормом. Синтетический препарат витамина более биодоступен для организма, быстро абсорбируется в тонком кишечнике и всасывается в кровь [5]. Механизм его действия остаётся неизвестным [6]. Предполагается, что он нужен для поддержания структуры генома и нормального деления клеток, участвуют в биосинтезе аминокислот [7]; в развитии плаценты [8]; росте и делении клеток плода и плаценты [9]. Скармливание его свиноматкам добавки повышало их многоплодие [10], молочность, качество молока и продуктивность поросят, активизирует Ацил-КоА оксидазы, метионин-аденозилтрансферазы, цистационин-β-синтазы, метилентетрагидрофолатредуктазы, ДНК-метилтрансферазы в печени поросят с ЗВУР и с нормальной массой тела [11].

Витамин В<sub>7</sub>, бициклическое производное мочевины, содержащее серу относится к сравнительно малоизученным микровитаминам. Из восьми форм изомеров только правовращающаяся идентична ему [12]. Зависимыми от него ферментами являются пируват-карбоксилаза, ацетил-КоА-карбоксилаза и пропионил-КоА-карбоксилаза. В составе карбоксилирую-

щего фермента он катализирует образование метилмалоновой кислоты из пропионовой и участвует в превращении пропионовой в янтарную кислоту [13]. При беременности развивается его дефицит, который может привести к развитию врожденных пороков [12]. Доказан его гормональный контроль над генами, ответственными за эмбриогенез и развитие скелета, метаболизм инсулина и глюкозы [14]. При недостаточном его потреблении у свиноматок снижается размер гнезда и живая масса поросят при отъеме [15].

Точная доза этих витаминов в рационах свиней не определена. Для обеспечения, особенно свиноматок, их необходимо добавлять в комбикорма в составе премиксов. Однако в стандартные премиксы эти витамины не введены.

Цель работы – дать научно-практическое обоснование использования в рационах свиноматок витаминов В<sub>7</sub> и В<sub>9</sub> для улучшения их физиологического состояния.

**Основная часть.** Научно-хозяйственный опыт проведен в КСУП «Овсянка им. И. И. Мельника» Горецкого района.

С учетом возраста, живой массы проверяемых свиноматок распределили в четыре группы по 30 голов в каждой. Учетный период начинался с первых суток после осеменения и оканчивался после опороса. Свиноматкам контрольной группы скармливали основной рацион. Свиноматкам опытных групп в первые 63 суток супоросности дополнительно к основному рациону вводили добавку на 1 кг сухого вещества корма: первой – 0,1 мг витамина В<sub>7</sub>, второй – 3,0 мг витамина В<sub>9</sub>, третьей – 0,1 мг витамина В<sub>7</sub> и 3,0 мг витамина В<sub>9</sub> в комплексе. Добавки витаминов скармливали в один прием в утреннее кормление в соответствии с распорядком дня, принятым на комплексе. Количество эритроцитов, лейкоцитов, концентрации гемоглобина определяли при помощи автоматического гематологического анализатора «Abacus junior Vet», биохимические исследования крови животных выполняли готовыми наборами реагентов, производимыми фирмами «Согмау», «Витал», с помощью автоматического биохимического анализатора BS-300. Цифровой материал по результатам исследований, обработан с помощью MS Excel 2010.

Результаты исследований показали, что перед скармливанием добавок витаминов содержание эритроцитов и гемоглобина, участвующих в транспорте кислорода и углекислоты, выполняющих также буферные функции в крови свиноматок контрольной и опытных групп, колебалось от 7,2 до  $7,3 \times 10^{12}/л$  и от 128,6 до 135,6 г/л соответственно, а количество лейкоцитов, играющих важную роль в специфической и неспецифической

защите организма от патогенных агентов, колебалось от 10,9 до  $12,2 \times 10^9/\text{л}$  (табл. 1), что соответствовало физиологической норме.

Таблица 1. Содержание эритроцитов, лейкоцитов и концентрация гемоглобина в крови свиноматок

| Группы                    | Показатели                     |                 |                            |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------|
|                           | Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$ | Гемоглобин, г/л | Лейкоциты, $10^9/\text{л}$ |
| В начале опыта            |                                |                 |                            |
| контрольная               | 7,2±0,21                       | 132,6±5,14      | 11,1±0,60                  |
| 1-я опытная               | 7,3±0,31                       | 135,6±3,64      | 12,2±0,30                  |
| 2-я опытная               | 7,3±0,16                       | 128,6±3,46      | 10,9±0,47                  |
| 3-я опытная               | 7,2±0,30                       | 129,6±3,13      | 11,6±0,48                  |
| Первый месяц супоросности |                                |                 |                            |
| контрольная               | 7,2±0,17                       | 127,8±3,38      | 11,5±0,65                  |
| 1-я опытная               | 7,4±0,27                       | 133,2±2,63      | 11,7±0,54                  |
| 2-я опытная               | 7,9±0,20*                      | 138,6±2,91*     | 11,3±0,71                  |
| 3-я опытная               | 7,9±0,21*                      | 139,4±2,76*     | 11,4±0,51                  |
| Второй месяц супоросности |                                |                 |                            |
| контрольная               | 7,2±0,20                       | 129,4±2,21      | 12,0±0,33                  |
| 1-я опытная               | 7,5±0,20                       | 131,4±3,01      | 11,5±0,61                  |
| 2-я опытная               | 7,9±0,20*                      | 137,2±2,12*     | 11,7±0,33                  |
| 3-я опытная               | 8,2±0,19**                     | 138,2±2,41*     | 12,1±0,34                  |

\* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$ .

Введение в рацион в первые 63 суток супоросности в рацион свиноматок первой опытной группы добавки витамина В<sub>7</sub> повысило на 2,2–4,5 % количество эритроцитов и на 1,5–4,2 % концентрацию гемоглобина в крови животных. Количество лейкоцитов у животных этой группы в первый месяц супоросности было на 1,7 % выше, а во второй месяц – на 4,2 % ниже в сравнении с контролем.

Скармливание добавки витамина В<sub>9</sub> отдельно и в комплексе с витамином В<sub>7</sub> способствовало повышению количества эритроцитов в крови свиноматок второй опытной группы в первый месяц супоросности на 8,4 % ( $P \leq 0,05$ ), во второй месяц – на 9,6 % ( $P \leq 0,05$ ), а третьей – на 9,5 ( $P \leq 0,05$ ) и 13,8 % ( $P \leq 0,01$ ) и достоверному ( $P \leq 0,05$ ) увеличению в них концентрации гемоглобина на 8,5 и 6,0 % и 9,1 и 6,8 % соответственно в сравнении с контрольной группой. Содержание лейкоцитов в крови свиноматок этих опытных групп незначительно отличалось от контроля ( $10,9$ – $11,6 \times 10^9$  г/л) и колебалось от 11,3 до  $12,1 \times 10^9/\text{л}$ .

Положительное действие скармливания добавки витамина В<sub>9</sub> отдельно и в комплексе с витамином В<sub>7</sub> на процессы кроветворения в течение супоросности, когда в организме активизируются окислительно-восстановительные процессы, связанные с общей интенсивностью обмена веществ и ростом большего количества плодов проявляется в



повышении содержания эритроцитов и гемоглобина в крови свиноматок. Эритроциты и гемоглобин отвечают за транспорт кислорода к органам и тканям организма свиней, а повышение их содержания в крови животных опытных групп является положительным фактом, так как зародыши в период своего внутриутробного развития не испытывают недостатка в кислороде.

Важнейшими биохимическими показателями, играющими исключительно важную роль в жизнедеятельности организма, в сложных процессах обмена веществ между ним и внешней средой, характеризующими состояние здоровья организма животного являются белки крови. Они транспортируют по всему организму важнейшие биологически активные соединения, обеспечивают иммунную реактивность организма, особенно в условиях промышленной технологии, их концентрация способствует созданию коллоидно-осмотического давления плазмы, связана с возрастом, физиологическим состоянием, уровнем кормления животных. Отмечается снижение к концу супоросности общего количества белка, в основном за счет фракций, кроме  $\alpha$ -глобулиновой. В сыворотке крови свиноматок подопытных групп в начале опыта содержалось общего белка от 70,29 до 72,22 г/л, альбуминов – от 36,78 до 37,40, глобулинов – от 32,97 до 35,06 г/л (табл. 2).

Мы не установили достоверной разницы в содержании общего белка и его отдельных фракций в сыворотке крови свиноматок контрольной и опытных групп.

Скармливание добавок витаминов отдельно повысило содержание общего белка в сыворотке крови свиноматок первой и второй опытных групп в первый месяц супоросности на 2,6 и 3,1 %, во второй месяц – на 1,0–3,4 %, а в комплексе в третьей группе – на 5,5 ( $P \leq 0,05$ ) и 6,3 % ( $P \leq 0,05$ ).

Важнейшая белковая фракция сыворотки крови – альбумины, которые создают онкотическое давление, принимают активное участие в связывании воды, неорганических ионов, метаболитов, гормонов, лекарственных препаратов, аминокислот, обладают высокой биохимической активностью, являются транспортной формой для многих питательных веществ, пластическим материалом и служат для обновления тканей животного организма. Глобулины участвуют в транспорте липидов, гормонов, витаминов и ионов металлов, они образуют важные компоненты системы свертывания крови; фракция  $\gamma$ -глобулинов содержит антитела иммунной системы.

Для белковых фракций сыворотки крови супоросных свиноматок отмечена аналогичная закономерность в изменении количественного содержания, как и для общего белка, хотя и с меньшей разницей в показателях альбуминовой и большей глобулиновой.

В первый месяц супоросности в контрольной группе концентрация альбуминов составляла 37,88 г/л, во второй месяц снизилась до 36,42 г/л, а глобулинов увеличилась с 33,11 до 33,66 г/л.

Таблица 2. Содержание общего белка, альбуминов и глобулинов в сыворотке крови свиноматок, г/л

| Группы                    | Показатели  |            |             |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|
|                           | Общий белок | Альбумины  | Глобулины   |
| В начале опыта            |             |            |             |
| контрольная               | 72,22±1,02  | 37,16±0,73 | 35,06±0,63  |
| 1-я опытная               | 71,37±1,85  | 36,78±0,86 | 34,59±1,01  |
| 2-я опытная               | 70,29±2,26  | 37,32±1,52 | 32,97±1,67  |
| 3-я опытная               | 71,86±1,09  | 37,40±0,25 | 34,46±0,49  |
| Первый месяц супоросности |             |            |             |
| контрольная               | 71,00±1,10  | 37,88±0,47 | 33,12±0,98  |
| 1-я опытная               | 72,86±1,10  | 38,54±0,70 | 34,32±0,45  |
| 2-я опытная               | 73,20±1,55  | 38,66±0,92 | 34,54±0,72  |
| 3-я опытная               | 74,91±1,13* | 39,04±0,64 | 35,87±0,53* |
| Второй месяц супоросности |             |            |             |
| контрольная               | 70,10±1,47  | 36,44±0,79 | 33,66±0,58  |
| 1-я опытная               | 70,80±1,17  | 37,02±0,49 | 33,78±0,60  |
| 2-я опытная               | 72,47±1,13  | 35,96±0,61 | 36,51±0,62* |
| 3-я опытная               | 74,54±1,16* | 37,40±0,57 | 36,94±0,56* |

У свиноматок первой опытной группы содержание альбуминов возросло в первый и во второй месяцы супоросности на 1,7 и 1,6 %, второй – на 2,1 и 1,2 %, третьей – на 3,1 и 2,7 % в сравнении с контрольной. В первый месяц супоросности содержание глобулинов в сыворотке крови свиноматок первой опытной группы возросло на 3,6, во второй – на 0,4 % в сравнении с контролем. Во второй опытной группе этот показатель в первую и вторую половину супоросности был на 4,3 и 8,5 % ( $P \leq 0,05$ ) выше контроля, а в третьей – на 8,3 ( $P \leq 0,05$ ) и 9,7 % ( $P \leq 0,05$ ) соответственно, что указывает на повышение иммунобиологической активности, резистентности организма свиноматок, получавших добавку витамина  $B_9$  раздельно и в комплексе с витамином  $B_7$ .

**Заключение.** Скармливание супоросным проверяемым свиноматкам комплексной добавки витамина  $B_7$  в дозе 0,1 мг/кг и витамина  $B_9$  в дозе 3,0 мг/кг сухого вещества корма способствовало повышению в первом и во втором месяцах супоросности в крови животных количества эритроцитов на 9,5–13,8 % ( $P \leq 0,05$ – $0,01$ ), концентрации гемогло-

бина – на 6,8–9,1 % ( $P \leq 0,05$ ), содержания в сыворотке крови свиноматок общего белка – на 5,5–6,3 ( $P \leq 0,05$ ), глобулинов – на 8,3–9,7 ( $P \leq 0,05$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Попков, Н. А. Проблемы научного обеспечения животноводства Беларуси / Н. А. Попков, И. П. Шейко // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, 19–20 дек. 2019 г. – Минск: Беларус. навука, 2019. – С. 15–20.
2. Зоогигиена и ветеринарная санитария: учебник для СПО / А. Ф. Кузнецов [и др.]. – Санкт-Петербург: Квадро, 2019. – 384 с.
3. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных: учеб. пособие / С. Н. Хохрин. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2018. – 504 с.
4. Научные основы кормления свиней / В. М. Голушко [и др.] // Белорус. сел. хоз-во. Приложение. – 2010. – № 6 (98). – 32 с.
5. Tam, C. Circulating unmetabolized folic acid: relationship to folate status and effect of supplementation / C. Tam, D. O'Connor, G. Koren. – *Obstet. Gynecol. Int.* 2012; Article ID 485179.
6. The interplay between DNA methylation, folate and neurocognitive development / R. E. Irwin [et al.] // *Epigenomics*. – 2016. – № 8 (6). – P. 863–879.
7. Plasma homocysteine levels and genetic polymorphisms in folate metabolism are associated with breast cancer risk in Chinese women / X. Wu [et al.] // *Hered. Cancer. Clin. Pract.* – 2014. – № 12. – 1. – 2. doi: 10.1186/1897-4287-12-2.
8. Analysis of MTR and MTRR Polymorphisms for Neural Tube Defects Risk Association / Y. Wang [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2015. – Vol. 94 (35). – P. 1367.
9. Effect of folate intake on health outcomes in pregnancy: a systematic review and meta-analysis on birth weight, placental weight and length of gestation / K. Fekete [et al.] // *Nutr. J.* – 2012. – № 11. – P. 75.
10. Титова, Н. В. Микроэлементы и фолиевая кислота в кормлении супоросных свиноматок / Н. В. Титова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2017. – № 6. – С. 37–42.
11. Effects of maternal folic acid supplementation on antioxidant abilities and gene expression in liver of newborn piglets / Liu Jingbo [et al.] // *Chinese Journal of Animal Science*. – 2011. – № 47 (1). – P. 41–44.
12. Громова, О. А. Традиционные и новые взгляды на витамин Н (биотин) / О. А. Громова // *Практика педиатра*. – 2007. – № 9. – С. 36–39.
13. Алексеев, В. А. Влияние концентрата биотина в составе минерально-витаминной добавки на рост и обмен веществ молодняка свиней / В. А. Алексеев, Е. Н. Никитин // *Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана*. – Казань, 2013. – Т. 1. – С. 11–16.
14. Ребров, В. Г. Витамины, макро- и микроэлементы [Электронный ресурс] / В. Г. Ребров, О. А. Громова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 960 с. – Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970408148.html>.
15. Isabel, B. Optimum vitamin nutrition in pigs / B. Isabel and A. I. Rey, C. Lopez Boite // *Optimum vitamin nutrition, in the production of quality animal foods*. – 5M Publishing: United Kingdom, 2012. – P. 243–306.

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И BIOTEХНОЛОГИЯ РЕПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

|  |     |
|--|-----|
| Г. Ф. Медведев, О. Н. Кухтина. Репродуктивная способность и частота выбытия коров с заболеваниями метритного комплекса .....   | 3   |
| В. А. Дойлидов. Двухступенчатый отбор свиноматок с учетом Элиминации носителей генотипа $eror^{cc}$ и величины значений показателей РСОС и РСОС <sub>м</sub> .....   | 11  |
| Д. С. Конотоп, В. В. Максимович. Проблемы воспроизводства на современном свиномкомплексе .....   | 19  |
| О. Т. Экхортумвен, Г. Ф. Медведев. Взаимосвязь показателей репродуктивной способности коров при фронтальной синхронизации половой охоты .....  | 27  |
| В. В. Абонеев, Ю. А. Колосов, Е. В. Абонеева, Д. В. Абонеев. Воспроизводительные качества тонкорунных овец при разных технологиях содержания .....   | 36  |
| С. В. Рудая, Е. В. Рябинина, В. А. Мельник, Л. М. Пальваль. Полиморфизм однонуклеотидных замен гена миостатина у кур украинской селекции .....   | 44  |
| А. М. Котык, В. О. Труфанова, О. В. Труфанов, О. О. Катеринич, А. М. Закревский. Влияние веса яичек в предоперационный период на морфофизиологические и репродуктивные особенности петухов .....   | 54  |
| А. Н. Рудак, Ю. И. Герман, А. И. Будевич. Особенности экстерьерно-конституциональных качеств трансгенных коз, разводимых в Беларуси .....  | 62  |
| В. П. Симоненко, А. И. Ганджа, Л. Л. Леткевич, И. В. Кириллова, Е. Д. Ракович, О. П. Курак, Н. В. Журина, М. А. Ковальчук. Биологические показатели спермы быков-производителей <i>in vitro</i> .....  | 70  |
| Е. А. Капшевич. Анализ генетической структуры чистопородного и помесного молодняка белорусской мясной породы по маркерным генам: ESR, PRLR, RYR1, H-FABP .....   | 78  |
| М. А. Горбуков, Ю. И. Герман, В. И. Чавлытко, А. Н. Рудак, А. И. Герман, Е. В. Садьков. Экстерьерно-конституциональные особенности и динамика роста молодняка белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород в экспериментальных группах продуктивного направления ..... | 86  |
| Н. В. Барулин, А. О. Воробьев, А. О. Жарикова, И. Н. Дубина. Изучение эмбриотоксичности кормовой добавки «Купрум-актив» на лабораторном объекте данио рерио ( <i>Danio Rerio</i> ) .....   | 94  |
| Н. В. Барулин, А. О. Жарикова, А. О. Воробьев, И. Н. Дубина. Влияние фульвово́й кислоты на эмбриотоксичность данио рерио в эксперименте <i>in vivo</i> .....   | 102 |
| Н. Б. Мохначева. Анализ гена бета-казеина (CSN2) в популяциях серой украинской породы крупного рогатого скота .....  | 112 |
| А. Г. Марусич, А. П. Павлов. Молочная продуктивность и качество молока коров различных линий быков-производителей Минской области .....  | 122 |
| И. В. Гончаренко, С. И. Гришко. Особенности подготовки племенных коров к выставкам и селекционные достижения ГП «Чайка» .....  | 130 |

## КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ

|   |     |
|---|-----|
| Н. А. Садонов, Л. А. Шамсуддин. Особенности использования подкислителя в кормлении свиней .....   | 145 |
| В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Г. В. Бесараб, А. Я. Райхман, И. С. Серяков, В. А. Голубицкий. Система выращивания телят, обеспечивающая активизацию обменных процессов в организме, высокую резистентность и продуктивность.....  | 153 |
| Н. А. Садонов, Л. В. Шульга, К. Л. Медведева, А. В. Ланцов, Ю. Буева. Энергия роста цыплят-бройлеров при использовании натуральной кормовой добавки «Альгавет».....   | 160 |
| А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсальева, А. Я. Райхман, И. С. Серяков В. А. Голубицкий. Оптимизация использования протеина в организме молодняка крупного рогатого скота путем синхронизации процессов ферментирования азотсодержащих веществ и углеводов кормов ..... | 167 |
| А. П. Дуктов, А. А. Капанский, К. О. Дуж, Г. В. Бесараб. Эффективность применения подкислителя в кормлении кур-несушек .....  | 174 |
| Т. В. Ласько, А. Ф. Карпенко. Параметры перехода <sup>137</sup> Cs в основные кормовые культуры в отдаленный постчернобыльский период .....   | 182 |
| И. Б. Измайлович. Влияние Каролина на гематологические показатели ремонтного молодняка кур.....   | 191 |
| А. А. Курепин. Содержание структурных углеводов в зеленой массе растений в зависимости от фазы вегетации .....  | 198 |
| И. Б. Измайлович. Воздействие Каролина на физиологический статус ремонтного молодняка кур.....  | 207 |
| М. И. Муравьева, Е. А. Марусич. Кормовая добавка «Лизунец брикетированный» как источник макро- и микроэлементов в рационах коров .....  | 215 |
| А. И. Козинец, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец, М. А. Надаринская, А. В. Швед. Энергожировые концентраты с фузом и лецитином в кормлении дойных коров .....  | 221 |
| И. С. Серяков, В. И. Караба, В. В. Скобелев. Влияние различных дозировок витамина В <sub>12</sub> в рационах молодняка свиней на изменение живой массы.....   | 228 |
| А. И. Козинец. Эффективность ферментных кормовых добавок для молодняка крупного рогатого скота при использовании трепела в качестве наполнителя .....   | 238 |
| А. Л. Зиновенко, А. А. Курепин, А. П. Шуголеева, Е. П. Ходаренок, Е. Е. Евсеенко, Н. Л. Фурс. Эффективность использования консервированной зерноостержевой смеси из початков кукурузы в кормлении лактирующих коров .....   | 247 |
| Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, К. В. Киселева, Г. Г. Брагин. Эффективность скармливания M-feed в составе комбикормов цыплятам-бройлерам.....   | 255 |
| Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, Г. Г. Брагин. Динамика гематологических и биохимических показателей крови коров черно-пестрой породы с использованием в рационах селеносодержащих препаратов .....  | 262 |
| А. В. Соляник, В. А. Соляник. Пути улучшения физиологического состояния свиноматок .....  | 269 |

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, не опубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде в 2-х экземплярах на бумаге формата А5 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vak-bia@yandex.ru.

**К статье должны быть приложены:**

**рецензия-рекомендация** специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук;

**сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации);

**экспертное заключение;**

**контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

**Требования, предъявляемые к оформлению статей:**

**объем** 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п. или 8–10 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 10, через 1 интервал, абзацный отступ – 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 8 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц – только книжная использование автоматических конечных и обычных сносок в статье не допускается;

**таблицы** набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 % (не более 3);

**формулы** составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом;

**рисунки** (не более 3) вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм);

**список литературы** должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

**Структура статьи:**

**индекс** по Универсальной десятичной классификации (УДК);

**инициалы и фамилия автора (авторов);**

**название** должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

**аннотация** (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи; **ключевые слова** (рекомендуемое количество – 5–7);

**введение** должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области); анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; здесь же указывается цель исследования;

**основная часть** статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

**заключение** должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

*Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.*

*Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Редакционная коллегия осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей. Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлегией. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.*

*Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки.*

*Публикация статей в сборнике бесплатная.*

*Авторы несут ответственность за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.*

*Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.*

*Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).*

*Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.*

Адрес редакции:

213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,  
ул. Мичурина, 5, корпус № 10, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99  
e-mail: vak-bia@yandex.ru

Подписные индексы: 74821 – индивидуальный, 748212 – ведомственный.  
Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

Научное издание:

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИВНОГО  
РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Сборник научных трудов

Выпуск 24

В двух частях

Часть 1

Редактор научный Е. П. Савчиц

Редактор технический Т. В. Серякова

Подписано в печать 15.06.2021

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 16,51 Уч.-изд. л. 16,04.

Тираж 100 экз. Заказ .

*Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-  
оформительских работ центра научно-методического обеспечения  
учебного процесса УО БГСХА*

*213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5*