

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 118-127.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no. 1. P. 118-127.

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Научная статья

УДК 636.5:633.854.59:636.085.25

doi:10.33284/2658-3135-107-1-118

### Сравнительная оценка влияния кормовой добавки Silaccess на основе льняного жмыха и цеолита на переваримость и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров

Лера Ленуровна Мусабаева<sup>1</sup>, Елена Анатольевна Сизова<sup>2</sup>, Ксения Сергеевна Нечитайло<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

<sup>1</sup>musabaeva\_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0199-1013>

<sup>2</sup>Sizova.L78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>

<sup>3</sup>k.nechit@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8755-414X>

**Аннотация.** В работе представлены результаты сравнительной оценки влияния кормовой добавки Silaccess на основе льняного жмыха (I группа) и цеолита (II группа) на переваримость питательных веществ стартового и ростового рационов цыплят-бройлеров. Наблюдается рост коэффициента переваримости сырого жира в стартовый период в экспериментальных группах, получавших кормовую добавку. Причём, по данному показателю I опытная группа превышает контроль на 5,12 %, II группа – на 7,83 %. Также отмечается увеличение переваримости углеводов стартового рациона в обеих экспериментальных группах на 0,22 % и 1,90 %. В ростовой период кормовая добавка, как содержащая в составе льняной жмых, так и цеолит, направленно способствует наилучшей переваримости сухого вещества, органического вещества, сырого жира, сырого протеина, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и углеводов. В связи с характерной картиной крови наилучшими показателями обладали птицы I опытной группы, получавшие кормовую добавку на основе льняного жмыха.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, кормовая добавка Silaccess, льняной жмых, цеолит, коэффициент переваримости

**Благодарности:** работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2024-2026 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2024-0002).

**Для цитирования:** Мусабаева Л.Л., Сизова Е.А., Нечитайло К.С. Сравнительная оценка влияния кормовой добавки Silaccess на основе льняного жмыха и цеолита на переваримость и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 118-127. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-1-118>

## THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Original article

### Comparative assessment of the effect of the feed additive Silaccess based on flaxseed cake and zeolite on digestibility and morphological parameters of broiler chickens

Lera L Musabaeva<sup>1</sup>, Elena A Sizova<sup>2</sup>, Ksenia S Nechitailo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

<sup>1</sup>musabaeva\_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0199-1013>

<sup>2</sup>Sizova.L78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5125-5981>

<sup>3</sup>k.nechit@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8755-414X>

**Abstract.** The paper presents the results of a comparative assessment of the effect of the feed additive «Silaccess» based on flaxseed cake (group I) and zeolite (group II) on the digestibility of nutrients in the starting and growth diet of broiler chickens. There is an increase in the digestibility coefficient of

crude fat during the starting period in the experimental groups receiving the feed additive. Moreover, according to this indicator, experimental group I exceeds the control by 5.12%, group II – by 7.83%. There is also an increase in the digestibility of carbohydrates in the starting diet in both experimental groups by 0.22% and 1.90%. During the growth period, a feed additive, both containing flaxseed cake and zeolite, specifically promotes the best digestibility of dry matter, organic matter, crude fat, crude protein, crude fiber, nitrogen-free extractives and carbohydrates. Due to the characteristic blood picture, the birds of experimental group I, which received a feed additive based on flaxseed cake, had the best performance.

**Keywords:** broiler chickens, feed additive Silaccess, flaxseed cake, zeolite, digestibility coefficient

**Acknowledgments:** the work was performed in accordance to the plan of research works for 2024-2026 FSBSI FRC BST RAS (FNWZ-2024-0002).

**For citation:** Musabaeva LL, Sizova EA, Nechitailo KS. Comparative assessment of the effect of the feed additive Silaccess based on flaxseed cake and zeolite on digestibility and morphological parameters of broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(1):118-127. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-1-118>

### **Введение.**

Грамотный подбор кормовых добавок в рационе способствует оптимизации переваримости и усвояемости питательных веществ кормов, повышает продуктивность птицы (Кочиш И.И. и Капитонова Е.А., 2021). К таким добавкам относятся цеолиты и льняной жмых, которые обуславливают усиление продуктивности птицы, снижают её заболеваемость и затраты на получение конечного выхода продукции сельского хозяйства.

Цеолиты – минералы (алюмосиликаты), содержащие в своем составе металлы I А и II А групп периодической системы химических элементов. Было доказано, что цеолиты, включённые в рацион, улучшают общий метаболизм в организме птиц (Шарвадзе Р.Л. и др., 2022). Цеолиты напрямую участвуют в жировом, углеводном, белковом и водном обменах, способствуют повышению абсолютной живой массы и сохранности птицы. В них содержатся свыше 40 минеральных элементов (железо, цинк, марганец, кобальт, селен, молибден и др.), ценных для животного организма (Кичеева А.Г. и Терещенко В.А., 2021; Ежова О.Ю. и др., 2017). Внесение цеолита в рацион увеличивает содержание микро- и макроэлементов: Al, Si, O, Ca, Na (Береговая Н.Г. и др., 2019). Установлено, что цеолиты обладают также сорбционными свойствами (Ленкова Т.Н. и др., 2019).

Льняной жмых считается одним из наиболее полезных для птицы, широко используется в кормлении и позволяет существенно снижать стоимость кормов (Цай В.П. и Истранина Ж.А., 2022), так как он обладает большой энергетической ценностью: в 1 кг жмыха заключается 13,73 МДж энергии. Жмых льна является ресурсом витаминов – тиамина, рибофлавина, пиридоксина, ниацина, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты, биотина, токоферола. В 100 г жмыха льна содержится 1/5 нормы витаминов для птицы.

За счёт содержания в льняном жмыхе протеина и жира можно регулировать питательную ценность корма. Использование льняного жмыха в кормлении сельскохозяйственных птиц обеспечивает баланс рациона по содержанию белка и позволяет осуществить замену импортным добавкам, в связи с этим исследования в данном русле являются весьма актуальными (Жиенбаева С.Т. и др., 2020; Василенко З.В. и др., 2022).

Однако на данный момент нет обстоятельных сведений о влиянии кремнийсодержащих кормовых добавок на основе цеолита и льняного жмыха на переваримость основного рациона цыплятами-бройлерами.

### **Цель исследований.**

Изучить сравнительную эффективность влияния кормовой добавки Silaccess на основе льняного жмыха и цеолита на переваримость стартового и ростового рационов и морфологические показатели крови.

**Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Цыплята-бройлеры кросса «Арбор-Айкрес».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), Руководство по работе с лабораторными животными ([http://fncbst.ru/?page\\_id=3553](http://fncbst.ru/?page_id=3553)). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Исследования проводились в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН). В таблице 1 дана схема кормления цыплят-бройлеров.

Таблица 1. Схема опыта  
Table 1. Experimental scheme

| Группа / Group               | Рацион / Diet                                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Контрольная / Control        | Основной рацион (ОР) / Basic diet (BD)                                                                                |
| Опытная I / Experimental I   | Основной рацион (ОР)+0,1 % Silaccess на основе льняного жмыха / Basic diet (BD)+0.1% Silaccess based on flaxseed meal |
| Опытная II / Experimental II | Основной рацион (ОР)+0,1 % Silaccess на основе цеолита / Basic diet (BD)+0.1% Silaccess based on zeolite              |

В эксперименте отобраны 7-суточные цыплята-бройлеры методом пар-аналогов и образованы три группы (n=30): контрольная и две опытные. Содержание цыплят-бройлеров было идентичным и соответствовало зоотехническим нормам. Доступ воды и корма – свободный. Кормление проводилось согласно рекомендациям ВНИТИПа (2010). Забор крови у цыплят-бройлеров проводили утром в возрасте 42 суток из подкрыльцовой вены.

**Оборудование и технические средства.** Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>). Кровь животных исследовали на биохимическом автоматическом анализаторе марки Dirui CS-240 («DIRUI», Китай) и морфологическом автоматическом анализаторе DF-50 Vet («Shenzhen Dymind Biotechnology Co», Китай).

**Статистическая обработка.** Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Результаты представлены в виде среднего (M) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий сравниваемых коэффициентов определяли по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты исследований.**

Анализ переваримости стартового рациона (табл. 2) показал, что переваримость сухого вещества (СВ) у птиц опытных групп несущественно ниже показателей контрольной группы на 1,25 % и 0,17 %, хотя данные различия не являются достоверными. Переваримость органического вещества (ОВ) в эксперименте остаётся в пределах контрольных показателей во II группе и имеет тенденцию к снижению в I опытной группе на 1,05 %. Выявлены значительные отличия в значении коэффициента переваримости сырого жира (СЖ). По данному показателю I опытная группа превысила контроль на 4,24 %, II группа – на 6,48 %. Иными словами, птицы II экспериментальной группы намного эффективнее переваривают сырой жир (СЖ).

Переваримость сырого протеина (СП) достоверно снижается в опытных группах на 9,12 % ( $P \leq 0,001$ ) и 6,45 % ( $P \leq 0,01$ ) соответственно. Тожественно изменяется переваримость сырой клетчатки (СК) на 9,39 % и 1,51%.

Несмотря на это, данные изменения не затронули переваримости безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), которые находятся на одном уровне с контрольными показателями. Также отмечено увеличение переваримости углеводов стартового рациона в обеих экспериментальных группах на 0,22 % и 1,53 % соответственно.

Таблица 2. Переваримость питательных веществ стартового рациона птиц  
 Table 2. Nutrient digestibility of birds' starter diet

| Стартовый рацион /<br>Starter diet | Контроль/<br>Control | Опытная I /<br>Experimental I | Опытная II /<br>Experimental II |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| СВ / Dry matter                    | 79,05±1,65           | 77,80±0,91                    | 78,88±1,29                      |
| ОВ /Organic matter                 | 81,13±1,49           | 80,08±0,82                    | 81,65±1,12                      |
| СЖ / Crude fat                     | 82,75±1,36           | 86,99±0,53*                   | 89,23±0,66**                    |
| СП / Crude protein                 | 84,73±1,20           | 75,61±1,00***                 | 78,28±1,33**                    |
| СК / Crude fiber                   | 35,83±5,06           | 26,44±3,02                    | 34,32±4,02                      |
| БЭВ / NFE                          | 84,15±1,25           | 84,46±0,64                    | 86,34±0,84                      |
| Углеводы / Carbohydrates           | 80,22±1,56           | 80,40±0,80                    | 81,75±1,12                      |

Примечание: \* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,05$ ), \*\* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,001$ )

Note: \* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,05$ ), \*\* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,001$ )

Анализ переваримости ростового рациона (табл. 3) выявил, что переваримость сухого вещества комбикорма была выше у птиц опытных групп, получавших кормовую добавку на основе льяного жмыха – на 3,58 %, цеолита – на 1,8 % в сравнении с контрольной группой. Таким образом, птица I группы лучше переваривала сухое вещество (СВ). Переваримость органического вещества (ОВ) также возрастает у птиц экспериментальных групп. Так, наилучшей переваримостью органического вещества отличается I группа, превышая показатели контрольных значений на 2,7 %, а II группа – на 1,54 %. Достоверная разница отмечается в переваривании сырого жира, которая по этому показателю также максимальна в I опытной группе, превышая значения контроля на 3,65 % ( $P \leq 0,01$ ), во II группе – 1,91 %. Уровень переваримости сырого протеина (СП) возрастает в экспериментальных группах на одинаковую величину, на 6,68 % ( $P \leq 0,01$ ) и 6,9 % ( $P \leq 0,01$ ) соответственно.

Таблица 3. Переваримость питательных веществ ростового рациона птиц  
 Table 3. Digestibility of nutrients in the growth diet of birds

| Стартовый рацион /<br>Starter diet | Контроль/<br>Control | Опытная I /<br>Experimental I | Опытная II /<br>Experimental II |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| СВ / Dry matter                    | 72,66±1,78           | 75,84±0,69                    | 74,06±1,25                      |
| ОВ /Organic matter                 | 75,23±1,61           | 77,93±0,63                    | 76,77±1,12                      |
| СЖ / Crude fat                     | 84,23±1,02           | 87,88±0,35**                  | 86,14±0,67                      |
| СП / Crude protein                 | 74,94±1,63           | 81,62±0,53**                  | 81,84±0,88**                    |
| СК / Crude fiber                   | 26,10±4,80           | 31,75±1,95                    | 31,13±3,32                      |
| БЭВ / NFE                          | 78,80±1,38           | 80,27±0,56                    | 78,08±1,06                      |
| Углеводы / Carbohydrates           | 74,59±1,65           | 75,93±0,69                    | 74,33±1,24                      |

Примечание: \*\* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,01$ )

Note: \*\* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,01$ )

В исследовании отмечается значительный рост показателей переваримости сырой клетчатки (СК) в опытных группах, так, птицы I и II опытных групп превысили контрольные значения на 5,65 % и 5,03 %.

Максимальные значения коэффициентов переваримости безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) были у цыплят I опытной группы, что выше, чем у птиц контрольной группы на 1,47 %. При этом птицы II экспериментальной группы не отличались по коэффициенту переваримости от таковых значений контроля.

Аналогичная картина отмечается в переваримости углеводов ростового рациона, которая возрастает у птиц I опытной группы на 1,34 % и остаётся примерно равной контролю у цыплят II группы.

При оценке влияния нутриентного фактора на здоровье цыплят-бройлеров обязательным критерием безопасности применения является динамика морфологических показателей крови.

В ходе исследования было выявлено влияние кормовой добавки Silaccess в дозе 0,1 % на основе льняного жмыха и цеолита на морфологию крови птиц (табл. 4).

Таблица 4. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Арбор-Айкрес» на 42 сутки

Table 4. Morphological blood parameters of broiler chickens of the Arbor Acres cross on the 42nd day

| Показатель / Indicator                                        | Контроль / Control | Опытная I / Experimental I | Опытная II / Experimental II |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|
| Лейкоциты, $10^9/\text{л}$ , WBC, $10^9/\text{l}$             | 36,50±1,175        | 31,88±1,611                | 29,27±4,872                  |
| Нейтрофилы, %/ Neutrophils, %                                 | 45,25±4,250        | 36,50±4,651                | 24,20±8,879                  |
| Лимфоциты, %/ Lymphocytes, %                                  | 45,35±4,850        | 55,43±6,894                | 69,7±9,846                   |
| Моноциты, %/ Monocytes, %                                     | 0,35±0,050         | 1,17±0,491                 | 0,20±0,153                   |
| Эозинофилы, %/ Eosinophils, %                                 | 8,70±0,600         | 5,37±1,690                 | 5,03±1,443                   |
| Базофилы, %/ Basophils, %                                     | 0,35±0,050         | 1,23±0,260*                | 0,87±0,088**                 |
| Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$ /RBC $10^{12}/\text{l}$        | 1,98±0,020         | 1,74±0,064                 | 1,53±0,363                   |
| Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l                             | 106,50±1,500       | 98,00±3,512                | 83,00±19,218                 |
| Гематокрит, % / Hematocrit, %                                 | 23,55±0,450        | 21,20±0,751                | 18,80±4,384                  |
| Средний объём эритроцитов, фм/ MCV fl                         | 118,70±3,400       | 121,67±0,612               | 123,10±1,429                 |
| Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг / MCH, pg     | 53,70±1,300        | 56,17±0,145                | 54,33±0,524                  |
| Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л /MCHC, g/l | 452,50±2,500       | 461,67±1,856*              | 441,33±1,667*                |

Примечание: \* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,05$ ),

\*\* – достоверная разница опытных групп с контрольной группой ( $P \leq 0,01$ )

Note: \* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,05$ ),

\*\* – significant difference between the experimental groups and the control group ( $P \leq 0,01$ )

В крови цыплят количество лейкоцитов в экспериментальных группах снижалось на 12,66 % и 19,80 % в сравнении с контрольной величиной соответственно. Показатели лейкоцитов соответствовали физиологической норме.

Характерная картина отмечена по содержанию нейтрофилов в эксперименте. Их количество уменьшилось в I группе на 13,6 % и во II группе – на 42,72 % в сравнении с контрольными величинами.

Касаемо уровня лимфоцитов наблюдается обратная картина: повышение лимфоцитов в экспериментальных группах связано с общим снижением уровня лейкоцитов в крови. Уровень лимфоцитов в I группе вырос на 22,23 %, у птиц II группы – на 53,69 %.

Динамика уровня моноцитов отличается в ходе эксперимента в опытных группах. У птиц I группы уровень моноцитов резко возрастает практически в два раза и становится выше контрольных значений на 234,28 %, в то время как у птиц II опытной группы обнаружено его падение на 42,86 % по сравнению с контрольной величиной.

Доля процентного содержания эозинофилов снижается в обеих опытных группах на 38,27 % и 42,18% соответственно.

Достоверными являются различия процентного содержания базофилов, которое растёт в обеих опытных группах на 251,43 % ( $P \leq 0,05$ ) и 148,57 % ( $P \leq 0,01$ ) соответственно.

Количество эритроцитов в опытных группах близко к контрольным показателям, со смещением в сторону уменьшения в I группе на 12,12 % ( $P \leq 0,05$ ) и недостоверного снижения у птиц II группы на 22,73 %.

В крови снижается уровень гемоглобина. Его концентрация ниже в I группе на 7,98 % (8,5 г/л), во II группе – на 22,06 % (23,5 г/л), что ниже референтных величин.

Гематокрит – соотношение объёма плазмы и форменных элементов крови, выраженное в процентах по объёму. Изменения в гематокрите характеризуются тождественным его падением на 9,98 % (в I группе) и на 20,17 % (во II группе).

Средний объём эритроцита (MCV) – средняя величина объёма эритроцитов. Этот индикатор применяют в основном для характеристики вида анемий, в то время как его изменения дают нужную информацию о проблемах в водном и электролитном балансах. Так, в экспериментальных группах растёт средний объём эритроцитов, несмотря на снижение их общего числа. У птиц I группы средний объём эритроцитов увеличивается на 2,5 %, у II опытной группы – на 3,7 %.

Положительный рост отмечается в показателе MCH. Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH) – показатель степени насыщения эритроцита гемоглобином. Отмечено данное увеличение на 4,59 % и на 1,17 % в I и II опытных группах соответственно.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC) изменяется неравномерно с достоверными отличиями. Так, она увеличивается на 2,03 % ( $P \leq 0,05$ ) в I группе, и снижается на 2,47 % ( $P \leq 0,05$ ) во II группе.

### **Обсуждение полученных результатов.**

По итогам исследования рассчитаны коэффициенты переваримости питательных веществ и проведён анализ динамики данных коэффициентов в зависимости от состава кормовой добавки. Выявлено, что введение в рацион кормовой добавки Silaccess на основе льняного жмыха и цеолита оказывает различное влияние на переваримость рациона. В стартовый период кормовая добавка достоверно увеличивает рост переваримости сырого жира и углеводов в обеих опытных группах, достигая предельных значений во II опытной группе, получавшей кормовую добавку на основе цеолита.

Исходя из полученных результатов, можно предположить, что кормовая добавка в момент становления структурно-функциональных особенностей пищеварительной системы птиц способствует улучшению переваримости жира и углеводов как основных источников получения энергии в организме.

В ростовой период кормовая добавка как на льняном жмыхе, так и на цеолите направленно способствует наилучшей переваримости сухого вещества, органического вещества, сырого жира, сырого протеина, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и углеводов. Отмечено достоверное увеличение переваримости сырого жира и сырого протеина в организме птиц опытных групп.

Клетчатка трудно гидролизруется в организме птицы по причине отсутствия необходимых ферментов для её гидролиза. Следовательно, в нашем опыте в результате активизации микробиологических процессов ускорилось переваривание питательных ингредиентов, в том числе и клетчатки, в ростовой период (Красноперов А.С. и Малков С.В., 2018).

Таким образом, наш опыт согласуется с результатами многих исследователей, изучавших влияние кормовых добавок на основе кремния – Набикат и Иркутин. Было выявлено, что они положительно влияют на продуктивность птицы, на улучшение метаболизма и усиление перевариваемости корма (Николаев С.И. и др., 2018).

Кровь характеризуется относительным постоянством состава и физико-химических условий, благодаря чему обеспечивается гомеостаз организма (Наточин Ю.В., 2019). Проведённое исследование показало, что при использовании кормовой добавки Silaccess происходит снижение лейкоцитов, нейтрофилов и эозинофилов на фоне увеличения числа лимфоцитов, базофилов и моноцитов. Вероятнее всего, снижение уровня лейкоцитов обусловлено влиянием кормовой добавки на метаболизм и, в связи с этим, иммуномодулирующим воздействием на организм птиц, что является подтверждением отсутствия воспалительных процессов. На организм цыплят-бройлеров опытных групп не оказывали влияния факторы, подрывающие устойчивость гомеостаза, так как кремнийсодержащий препарат нивелирует их влияние, в том числе и стрессы.

Количество эритроцитов в опытных группах остаётся максимально приближённым к контрольным показателям, хотя уровень гемоглобина немного снижен по сравнению с контролем, но всё же находится в пределах физиологической нормы для птиц I опытной группы. Точно такие же изменения характерны и для гематокрита.

Несмотря на происходящие изменения, в картине красной крови наблюдается увеличение среднего объёма эритроцитов. Так, у птиц I группы средний объём эритроцитов увеличивается на 2,5 %, у II опытной группы – на 3,7 % (в сравнении с контролем). Положительный рост отмечается в показателе МСН, который увеличивается в экспериментальных группах на 4,59 % и на 1,17 %. Однако при этом асинхронно изменяется средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСНС), которая увеличивается на 2,03 % ( $P \leq 0,05$ ) в I группе и снижается на 2,47 % ( $P \leq 0,05$ ) во II группе.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что динамика морфологических показателей крови цыплят-бройлеров характеризуется волнообразными изменениями показателей, главная доля которых не выходит за границы физиологической нормы и характерна для птиц данного кросса (Жиенбаева С.Т. и др., 2020).

Наши данные согласуются с данными других авторов по результатам морфологического состава крови животных, комбикорма которых содержали кремнийсодержащие добавки, такие как НаБиКат и добавку на основе диоксида кремния коллоидного. Что в конечном итоге способствовало усилению обмена веществ и улучшению окислительно-восстановительных реакций в организме, становлению высокого уровня естественной устойчивости к заболеваниям, оказывало положительное влияние на иммунную систему организма, балансировало увеличение иммунокомпетентных клеток (Мижевикина А.С. и др., 2022; Лыкасова И.А. и др., 2023; Мустафин Р.З. и Мустафина А.С., 2021).

### **Заключение.**

Анализируя результаты коэффициентов переваримости, необходимо отметить, что наиболее оптимальными они были в I опытной группе, которой дополнительно к основному рациону вводили кормовую добавку Silaccess в дозировке 0,1 % от рациона на основе льняного жмыха. Независимо от периода выращивания птицы, кормовая добавка на любой основе увеличивает переваримость ростового рациона в целом, тем самым способствуя эффективному влиянию на метаболизм птиц. В связи с характерной картиной крови наилучшими показателями обладали птицы I опытной группы, получавшие кормовую добавку на основе льняного жмыха.

## Список источников

1. Влияние муки из жмыха льняного на биологическую ценность белков вареной колбасы из мяса птицы / З.В. Василенко и др. // Механика и технологии. 2022. № 2(76). С. 59-65. [Vasilenko ZV et al. Influence of flaxseed cake flour on the biological value of proteins of boiled poultry sausage. Mechanics and Technologies. 2022;2(76):59-65. (In Russ.)]. doi: 10.55956/VQQD2432
2. Гематологические показатели сельскохозяйственной птицы при введении в комбикорма нетрадиционной кормовой добавки / С.И. Николаев, Л.В. Андреев, М.В. Струк, О.Е. Карнаухова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 12(170). С. 78-83. [Nikolayev SI, Andreyenko LV, Struk MV, Karnaukhova OYe. Hematological parameters of poultry with the introduction of non-traditional feed supplements into diets. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;12(170):78-83. (In Russ.)].
3. Ежова О.Ю., Сенько А.Я., Маслов М.Г. Влияние цеолита на обмен веществ и воспроизводительные качества уток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 162-165. [Yezhova OYu, Senko AY, Maslov MG. Effect of zeolite on metabolism and reproductive qualities of ducks. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017;1(63):162-165. (In Russ.)].
4. Жиенбаева С.Т., Ермуканова А.М., Мынбаева А.Б. Применение льняного жмыха при производстве комбикормов для сельскохозяйственных птиц // Механика и технологии. 2020. № 4(70). С. 83-88. [Zhienbaeva ST, Yermukanova AM, Mynbayeva AB. Application of flax cake in the feed concentrates production for poultry. Mechanics and Technologies. 2020;4(70):83-88. (In Russ.)].
5. Кичеева А.Г., Терещенко В.А. Перспективы использования природных глинистых минералов в животноводстве (обзор) // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 88-93. [Kicheeva AG, Tereshchenko VA. Prospects for the use of natural clay minerals in animal husbandry (review). Agrarian Scientific Journal. 2021;12:88-93. (In Russ.)]. doi: 10.28983/asj.y2021i12pp88-93
6. Кочиш И.И., Капитонова Е.А. Мясная продуктивность сельскохозяйственной птицы Беларуси при профилактике микотоксикозов цеолитсодержащими кормовыми добавками // Ветеринария и кормление. 2021. № 5. С. 38-41. [Kochish II, Kapitonova EA. Meat productivity of belarus agricultural poultry in the prevention of mycotoxicoses with zeolite-containing feed additives. Veterinaria i kormlenie. 2021;5:38-41. (In Russ.)]. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-10
7. Красноперов А.С., Малков С.В. Влияние кормовой добавки на основе диоксида кремния на иммунологические показатели телят с диспепсией // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (г. Екатеринбург, 07-08 июня 2018 г). Екатеринбург: ООО "Уральское издательство", 2018. С. 213-220. [Krasnoperov AS, Malkov SV. Vliyanie kormovoj dobavki na osnove dioksida kremniya na immunologicheskie pokazateli teljat s dispepsiej. (Conference proceedings) Ekologo-biologicheskie problemy ispol'zovanija prirodnih resursov v sel'skom hozjajstve: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh i specialistov (g. Ekaterinburg, 07-08 ijunja 2018 g). Ekaterinburg: ООО "Ural'skoe izdatel'stvo"; 2018:213-220. (In Russ.)].
8. Ленкова Т.Н., Егорова Т.А., Сысоева И.Г. Продуктивность бройлеров, получавших цеолиты в комбикормах // Птицеводство. 2019. № 5. С. 26-31. [Lenkova TN, Egorova TA, Sysoeva IG. The productive performance in broilers fed crushed vs. micronized zeolite. Ptitsevodstvo. 2019;5:26-31. (In Russ.)]. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-5-26-31
9. Лыкасова И.А., Мижевикина А.С., Савостина Т.В. Результаты применения кормовых добавок в промышленном птицеводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4(102). С. 319-324. [Lykasova IA, Mizhevikina AS, Savostina TV. Results of the use of feed additives in industrial poultry farming. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2023;4(102):319-324. (In Russ.)].



10. Мустафин Р.З., Мустафина А.С. Определение рациональной дозы диоксида кремния в кормлении цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 1. С. 8-19. [Mustafin RZ, Mustafina AS. Determination of the rational dose of silicon dioxide in feeding of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):8-19. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-8
11. Наточин Ю.В. Принципы эволюции органов выделения и система гомеостаза // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2019. Т. 55. № 5. С. 348-359. [Natochin YuV. Principles of evolution of the excretory organs and the system of homeostasis. Zhurnal evolyutsionnoi biokhimii i fiziologii. 2019;55(5):348-359. (In Russ.)]. doi: 10.1134/S0044452919050103
12. Органические формы микроэлементов в кормлении сельскохозяйственной птицы: метод. рекомендации / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.Б. Петросян, А.В. Манукян и др. ВНИИ-ТИП.-Сергиев Посад, 2010. 44 с. [Egorov IA, Andrianova EN, Petrosjan AB, Manukjan AV et al. Organicheskie formy mikroelementov v kormlenii sel'skhozjajstvennoj pticy: metod. rekomendacii. VNITIP.-Sergiev Posad; 2010:44 p. (In Russ.)].
13. Синтетический цеолит NaX как кормовая добавка для цыплят-бройлеров / Н.Г. Береговая, В.В. Герасименко, В.Н. Никулин, И.А. Бабичева // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 2. С. 136-150. [Beregovaya NG, Gerasimenko VV, Nikulin VN, Babicheva IA. Synthetic zeolite NaX as a feed additive for broiler chickens Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(2):136-150. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-102-2-136
14. Сравнительное влияние кормовых добавок на обменные процессы у цыплят-бройлеров / А.С. Мизhevикина и др. // АПК России. 2022. Т. 29. № 5. С. 653-658. [Mizhevikina AS et al. Comparative effect of feed additives on metabolic processes in broiler chickens. Agro-industrial Complex of Russia. 2022;29(5):653-658. (In Russ.)]. doi: 10.55934/2587-8824-2022-29-5-653-658
15. Цай В.П., Истринина Ж.А. Комбикорма с разными уровнями жмыха льна масличного в рационах откармливаемого молодняка крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси. 2022. Т. 57. № 2. С. 84-93. [Tsai VP, Istranyina ZhA. Compound feed with different levels of oil flax cake in the diets of fattened young cattle. Zootechnical Science of Belarus. 2022;57(2):84-93. (In Russ.)]. doi: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-84-93
16. Шарвадзе Р.Л., Пензин А.А., Юэцзюэ Ч. Влияние цеолитов Вангинского месторождения на продуктивность кур // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16. № 1. С. 87-94. [Sharvadze RL, Penzin AA, Yuetszyue Ch. The effect of the wanginsky deposit zeolites on the productivity of hens. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2022;16(1):87-94. (In Russ.)]. doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-87-94

### References

1. Vasilenko ZV et al. Influence of flaxseed cake flour on the biological value of proteins of boiled poultry sausage. Mechanics and Technologies. 2022;2(76):59-65. doi: 10.55956/VQQD2432
2. Nikolayev SI, Andreyenko LV, Struk MV, Karnaukhova OYe. Hematological parameters of poultry with the introduction of non-traditional feed supplements into diets. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;12(170):78-83.
3. Yezhova OYu, Senko AY, Maslov MG. Effect of zeolite on metabolism and reproductive qualities of ducks. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017;1(63):162-165.
4. Zhienbaeva ST, Yermukanova AM, Mynbayeva AB. Application of flax cake in the feed concentrates production for poultry. Mechanics and Technologies. 2020;4(70):83-88.
5. Kicheeva AG, Tereshchenko VA. Prospects for the use of natural clay minerals in animal husbandry (review). Agrarian Scientific Journal. 2021;12:88-93. doi: 10.28983/asj.y2021i12pp88-93
6. Kochish II, Kapitonova EA. Meat productivity of belarus agricultural poultry in the prevention of mycotoxicoses with zeolite-containing feed additives. Veterinary Medicine and Feeding. 2021;5:38-41. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-10

7. Krasnoperov AS, Malkov SV. The influence of a feed additive based on silicon dioxide on the immunological parameters of calves with dyspepsia (Conference proceedings) Ecological and biological problems of using natural resources in agriculture: materials of the IV International. scientific-practical conf. of young scientists and specialists (Ekaterinburg, June 07-08, 2018). Ekaterinburg: Ural Publishing House LLC; 2018:213-220.
8. Lenkova TN, Egorova TA, Sysoeva IG. The productive performance in broilers fed crushed vs. micronized zeolite. Poultry Breeding. 2019;5:26-31. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-5-26-31
9. Lykasova IA, Mizhevikina AS, Savostina TV. Results of the use of feed additives in industrial poultry farming. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2023;4(102):319-324.
10. Mustafin RZ, Mustafina AS. Determination of the rational dose of silicon dioxide in feeding of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):8-19. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-8
11. Natochin YuV. Principles of evolution of the excretory organs and the system of homeostasis. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2019;55(5):348-359. (*In Russ.*)] doi: 10.1134/S0044452919050103
12. Egorov IA, Andrianova EN, Petrosyan AB, Manukyan AV et al. Organic forms of microelements in feeding poultry: method. recommendations. VNITIP.-Sergiev Posad; 2010:44 p.
13. Beregovaya NG, Gerasimenko VV, Nikulin VN, Babicheva IA. Synthetic zeolite NaX as a feed additive for broiler chickens Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(2):136-150. doi: 10.33284/2658-3135-102-2-136
14. Mizhevikina AS et al. Comparative effect of feed additives on metabolic processes in broiler chickens. Agro-industrial Complex of Russia. 2022;29(5):653-658. doi: 10.55934/2587-8824-2022-29-5-653-658
15. Tsai VP, Istranyna ZhA. Compound feed with different levels of oil flax cake in the diets of fattened young cattle. Zootechnical Science of Belarus. 2022;57(2):84-93. doi: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-84-93
16. Sharvadze RL, Penzin AA, Yuetszyue Ch. The effect of the wanginsky deposit zeolites on the productivity of hens. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2022;16(1):87-94. doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-87-94

**Информация об авторах:**

**Лера Ленуровна Мусабаяева**, соискатель, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29.

**Елена Анатольевна Сизова**, доктор биологических наук, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29.

**Ксения Сергеевна Нечитайло**, кандидат биологических наук, научный сотрудник центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29.

**Information about the authors:**

**Lera L Musabayeva**, applicant, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000.

**Elena A Sizova**, Dr. Sci. (Biology), Head of the Centre "Nanotechnologies in Agriculture", Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000.

**Ksenia S Nechitailo**, Cand. Sci (Biology), researcher at the Centre for Nanotechnologies in Agriculture, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg.

Статья поступила в редакцию 21.11.2023; одобрена после рецензирования 15.02.2024; принята к публикации 18.03.2024.

The article was submitted 21.11.2023; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 18.03.2024.