

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 203-214.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 1. P. 203-214.

Научная статья  
УДК 636.5:633.174:591.11  
doi: 10.33284/2658-3135-106-1-203

**Влияние новых видов кормов из местных растительных ресурсов на иммунный статус, зоотехнические и гематологические показатели кур-несушек**

**Иван Фёдорович Горлов<sup>1,4</sup>, Наталья Васильевна Калинина<sup>2</sup>,  
Марина Ивановна Сложенкина<sup>3,5</sup>, Евгения Александровна Струк<sup>6</sup>, Александр Николаевич Струк<sup>7</sup>,  
Ольга Юрьевна Дробязко<sup>8</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

<sup>4,5</sup> Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

<sup>6,7,8</sup>СП «Светлый» Акционерное Общество «Агрофирма «Восток», Волгоградская область, Светлый Яр, Россия

<sup>1,4</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

<sup>2</sup>ladyn0910@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2094-6154>

<sup>3,5</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

<sup>6</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6679-7847>

<sup>7</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7456-1933>

<sup>8</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2163-6839>

**Аннотация.** Было произведено исследование влияния рационов с добавлением сорго и нута на иммунный статус, зоотехнические и гематологические показатели кур-несушек. Научно-хозяйственный опыт проведён на базе СП «Светлый» АО «Агрофирма Восток» Светлоярского района Волгоградской области в 2022 г. на курах-несушках кросса Хайсекс Браун в период 1 фазы яйцекладки с 20- до 38-недельного возраста. Для проведения опыта из 240 голов кур-несушек по методу пар-аналогов было сформировано четыре группы (контрольная и три опытные) по 60 голов в каждой. Варианты кормления включали добавление от 10 до 20 % сорго и от 6 до 10 % нута, в одной из групп животные корма были исключены полностью. Установлено, что замена зерновой части рациона кур-несушек сорго и нутom активизировала секреторную деятельность организма, улучшила переваримость и усвоение питательных веществ корма, показатели сохранности птицы, экономии корма, яйценоскости и иммунный статус, биохимический и морфологический составы крови. Полное исключение животных кормов и добавление в рацион 20 % сорго и 10 % нута способствовало достоверному снижению уровня холестерина в крови ( $P \leq 0,001$ ), что даёт преимущество в производстве яиц с низким содержанием холестерина при сохранении основных параметров продуктивности.

**Ключевые слова:** куры-несушки, рационы кур-несушек, сорго, нут, переваримость, продуктивность, иммунный статус, гематологические показатели

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-16-00041.

**Для цитирования.** Влияние новых видов кормов из местных растительных ресурсов на иммунный статус, зоотехнические и гематологические показатели кур-несушек / И.Ф. Горлов, Н.В. Калинина, М.И. Сложенкина, Е.А. Струк, А.Н. Струк, О.Ю. Дробязко // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 1. С. 203-214. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-203>

Original article

**The effect of new types of feed from local plant resources on the immune status, zootechnical and hematological parameters in laying hens**

**Ivan F Gorlov<sup>1,4</sup>, Natalya V Kalinina<sup>2</sup>, Marina I Slozhenkina<sup>3,5</sup>, Evgenia A Struk<sup>6</sup>, Alexander N Struk<sup>7</sup>, Olga Y Drobyazko<sup>8</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia

<sup>4,5</sup>Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

<sup>6,7,8</sup>JV "Svetly" Joint Stock Company "Agrofirma "Vostok", Volgograd region, Svetly Yar, Russia

<sup>1,4</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

<sup>2</sup>ladyn0910@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2094-6154>

<sup>3,5</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

<sup>6</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6679-7847>

<sup>7</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7456-1933>

<sup>8</sup>ppr.cvetlyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2163-6839>

**Abstract.** A study was made on the effect of diets with the addition of sorghum and chickpeas on the immune status, zootechnical and hematological parameters in laying hens. The scientific and economic experiment was carried out on the basis of JV "Svetly" JSC "Agrofirma Vostok" in Svetloyarsky district of the Volgograd region in 2022 on laying hens of the Hisex Brown cross in the period of the 1st phase of egg production from 20 to 38 weeks of age. Four groups (control and three experimental) contained 60 heads per each group were formed from 240 laying hens using the method of analogue pairs to conduct the experiment. Feeding options included the addition of 10 to 20% sorghum and 6 to 10% chickpeas; feeds of animal origin was excluded completely in one of the groups. It was found that the replacement of the grain part with sorghum and chickpeas in diet of laying hens activated the secretory activity of the organism, improved the digestibility and absorption of feed nutrients, indicators of bird safety, feed savings, egg production and immune status, biochemical and morphological composition of blood. The complete exclusion of feeds of animal origin and the addition of 20% sorghum and 10% chickpea to the diet contributed to a significant decrease cholesterol levels ( $P \leq 0,001$ ) in blood, which provides an advantage in egg production with low cholesterol content while maintaining basic productivity parameters.

**Keywords:** laying hens, laying hen diets, sorghum, chickpeas, digestibility, productivity, immune status, hematological parameters

**Acknowledgments:** the work was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 22-16-00041.

**For citation:** Gorlov IF, Kalinina NV, Slozhenkina MI, Struk EA, Struk AN, Drobyazko OY. The effect of new types of feed from local plant resources on the immune status, zootechnical and hematological parameters in laying hens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023; 106(1):203-214. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-203>

**Введение.**

Система сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных и птицы должна разрабатываться с учётом местных особенностей. В разных региональных условиях страны для усовершенствования пищевой полноценности комбикормов, повышения эффективности их использования применяют различные нетрадиционные корма.

Перспективные проблемы птицеводства тесно связаны с обеспеченностью питательными веществами комбикормов и их сбалансированностью. Для повышения эффективности отрасли, продуктивности сельскохозяйственной птицы, необходимо введение в рацион альтернативных кормовых средств, способных удовлетворить потребность организма в аминокислотах, органических питательных и минеральных веществах (Горлов И.Ф. и др., 2021; Егорова Т.А., 2019; Николаев С.И. и др., 2019; Симонов Г.А. и др., 2022).

Засухоустойчивые культуры, возделываемые в условиях юга России и заменяющие фуражное зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, нечасто используются в кормлении птицы, несмотря на наличие такой возможности. В Волгоградской области актуально использование в рационах птицы зернобобовых культур сорго и нута, как популярных местных засухоустойчивых кормовых культур, с высоким содержанием белка и богатым аминокислотным составом (Балашов В.В. и др., 2021; Николаев С.И. и др., 2019).

Зоотехнические показатели птицы напрямую зависят от характеристик крови, уровня обмена питательных, минеральных веществ и иммунитета. При этом организму высокопродуктивных кур свойственен высокий уровень обменных процессов. Результаты исследований биохимических показателей крови свидетельствуют о том, что у них выше иммунологические показатели (Вертипрахов В.Г. и др., 2021; Саломатин В.В. и др., 2021; Загарин А.Ю. и др., 2022). Изменения в организме птицы связаны с развитием яйцекладки. К её началу постепенно увеличивается и совершенствуется реактивность организма, иммунитет, развитие желез внутренней секреции, формируется более интенсивный обмен веществ.

Основным способом определения состояния птицы является исследование крови, отражающей интенсивность обменных процессов организма (Загарин А.Ю. и др., 2022). Включение в рацион сельскохозяйственных животных и птицы новых кормовых добавок должно производиться с учётом их влияния на интенсивность метаболизма и уровень биохимических процессов в организме.

#### **Цель исследования.**

Изучить эффективность включения сорго и нута в рацион кур-несушек, с добавлением животных кормов и без них, на зоотехнические, гематологические показатели и естественную резистентность птицы.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Куры-несушки кросса Хайсекс Браун.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Научно-хозяйственный опыт был проведён на базе СП «Светлый» АО «Агрофирма Восток» Светлоярского района Волгоградской области в 2022 г. Для проведения опыта из 240 голов кур-несушек по методу пар-аналогов было сформировано четыре группы (контрольная и три опытные) по 60 голов в каждой. В течение опыта контрольная группа кур-несушек получала полнорационный комбикорм без добавок. В опытных группах взамен зерновой части комбикорма были применены 3 варианта добавок сорго (10, 15 и 20 %) и нута (6, 8 и 10 %) волгоградской селекции. Из рациона кур-несушек III опытной группы (с добавлением 20 % сорго и 10 % нута) корма животного происхождения были полностью исключены и для балансирования добавлены синтетические аминокислоты.

Для всех групп поддерживались одинаковые условия содержания. Водный режим несушек не ограничивали, птицу содержали при 16-часовом световом дне, средней освещённости 20 люкс, при температуре в корпусе +18...+20 °С. Влияние изучаемых добавок на продуктивность кур-несушек исследовали с учётом зоотехнических показателей, гематологической картины и иммунных реакций (лизотимной, фагоцитарной активности). Для этого в конце опыта у 3 кур-несушек из каждой группы осуществляли забор крови.

**Оборудование и технические средства.** Биохимические показатели крови определяли по методикам АО «Диакон-ДС» с использованием соответствующего набора биохимических реагентов на автоматических биохимических анализаторах URIT-800Vet, URIT-3020, иные исследования

– на сертифицированном оборудовании в комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ НИИММП (Волгоград, Россия).

**Статистическая обработка.** При статистической обработке данных использовалось программное обеспечение «Excel» («Microsoft», США) и осуществлялся расчёт среднего значения (M) и стандартных ошибок среднего ( $\pm$ SEM) с определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру. Пороги статистически достоверных различий: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$ . При определении критериев достоверности разности проводилось сравнение опытных групп с контрольной.

**Результаты исследования.**

Основные зоотехнические показатели кур-несушек приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зоотехнические показатели кур-несушек  
 Table 1. Zootechnical indicators of laying hens

Показатель / <i>Indicator</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контроль- ная/ <i>control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная / <i>II experimental</i>	III опытная / <i>III experimental</i>
Живая масса на конец опыта, 38 нед., г / <i>Live weight at the end of the experiment, 38 weeks, g</i>	1888,6 $\pm$ 14,0	1872,9 $\pm$ 15,1	1907,8 $\pm$ 12,4	1864,5 $\pm$ 14,8
Cv, % / <i>Cv, %</i>	6,5	7,3	6,0	6,9
Поголовье птицы на конец опыта, гол. / <i>The number of poultry at the end of the experiment, heads</i>	56	58	57	58
Сохранность, % / <i>Safety, %</i>	93,3	96,7	95,0	96,7
Расход кормов за весь период, кг / <i>Feed consumption for the entire period, kg</i>	829,3	812,0	826,1	842,0
кг/гол. / <i>kg/head</i>	13,94	14,00	14,34	14,66
Средняя масса яйца, г / <i>Average egg weight, g</i>	60,7 $\pm$ 1,3	59,6 $\pm$ 1,2	62,3 $\pm$ 1,4	59,2 $\pm$ 1,2
Cv, % / <i>Cv, %</i>	8,6	8,8	6,8	6,9
Яичная продуктивность, яиц/гол. / <i>Egg productivity, eggs/head</i>	94,2 $\pm$ 0,42	95,6 $\pm$ 0,38*	96,8 $\pm$ 0,31***	94,4 $\pm$ 0,34
Индекс яйценоскости, % / <i>Egg-laying index, %</i>	77,0	78,5	79,3	77,6

Примечание: здесь и далее разность по отношению к контрольной группе достоверна при:

\* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

Note: here in after, the difference in relation to the control group is significant:

\* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$

По данным таблицы 1, по живой массе на конец опытного периода на недостоверную величину лидировали куры II опытной группы. Наименьший коэффициент вариации по живой массе – 6,0 % установлен также во II опытной группе, что свидетельствует о наилучшей однородности стада и немаловажно при развитии яйценоскости. В целом все подопытные группы характеризовались высокой однородностью: Cv был в пределах от 6,0 до 7,3 %. Наименьшее потребление корма на 1 несушку было установлено в контрольной группе, однако по расходу кормов на поголовье группы за весь период минимальное значение было выявлено в I опытной группе, что на 2,09 % мень-

ше, чем в контрольной. На втором и третьем местах по экономии корма на поголовье группы были соответственно II и III опытные группы.

Наибольшая средняя масса яйца отмечена у кур II опытной группы, на 2 месте были куры контрольной группы, птица I и III опытных групп на недостоверную разницу отставали по данному признаку от кур контрольной группы. Следовательно, добавление испытуемых кормов не вызвало существенных различий между группами по массе яйца. По яичной продуктивности птица II опытной группы, потреблявшая рацион с добавкой 15 % сорго и 8 % нута превзошла птицу контрольной группы на 2,8 % ( $P \leq 0,001$ ). Наименьшая яичная продуктивность была отмечена в контрольной группе. Максимальный индекс яйценоскости как показатель, положительно коррелирующий с уровнем яичной продуктивности, также пришёлся на II опытную группу.

Таблица 2. Морфологический и биохимический состав крови кур-несушек  
Table 2. Morphological and biochemical composition of the blood in laying hens

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контрольная / control	I опытная / I experimental	II опытная / II experimental	III опытная / III experimental
Эритроциты $10^{12}/л$ / Erythrocytes $10^{12}/l$	3,44±0,05	3,58±0,08	3,73±0,06***	3,61±0,05*
Лейкоциты, $10^9/л$ / Leukocytes $10^9/l$	35,24±0,32	36,97±0,73	37,16±0,67**	35,88±0,84
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	104,42±2,14	110,22±1,92*	112,27±2,46*	111,31±1,72*
Гематокрит, % / Hematocrit, %	47,93±0,53	50,14±0,49**	52,28±0,72***	47,49±0,58

В нашем исследовании добавление сорго и нута в комбикорм кур-несушек способствовало достоверному увеличению в их крови уровня эритроцитов. При этом максимальная разница отмечена во II опытной группе: на  $0,29 \cdot 10^{12}/л$  или на 8,43 % ( $P \leq 0,001$ ). Между контрольной и I, III опытными группами разность составила соответственно  $0,14 \cdot 10^{12}/л$  (4,07%) и  $0,17 \cdot 10^{12}/л$  (4,94%) ( $P \leq 0,05$ ). Включение в рацион несушек исследуемого корма положительно отразилось и на уровне лейкоцитов: максимальная разница с аналогами контрольной группы была также во II опытной группе – на  $1,92 \cdot 10^9/л$  или 5,45 % ( $P \leq 0,01$ ). Куры I и III опытных групп превосходили по данному показателю аналогов контрольной группы на недостоверную величину. По количеству гемоглобина в крови кур опытных групп был выявлен устойчивый положительный эффект: в I, II и III опытных группах его было соответственно на 5,6 % ( $P \leq 0,01$ ), 7,5 % ( $P \leq 0,01$ ) и 6,6 % ( $P \leq 0,01$ ) больше по сравнению с показателем кур контрольной группы. Аналогичная картина наблюдалась и по гематокриту: наибольшая достоверная разница установлена между контрольной и II опытной группами – 4,35 % ( $P \leq 0,001$ ) и между контрольной и I опытной – 2,21 % ( $P \leq 0,01$ ).

Увеличение уровня общего белка в крови кур свидетельствует о высоком уровне обменных процессов в организме, положительно отражающихся на продуктивности кур-несушек. В нашем опыте максимальный показатель установлен в крови кур II опытной группы, разница с контрольной составила 14,77 % ( $P \leq 0,001$ ). Птица вышеуказанной группы, лидирующая по продуктивности, превосходила аналогов контрольной по уровню альбуминов и глобулинов в крови соответственно на 4,77 г/л (23,41 %) ( $P \leq 0,001$ ) и на 3,57 г/л (14,50 %) ( $P \leq 0,001$ ). По уровню альбуминов в крови птица I опытной группы также превзошла аналогов контрольной на 11,63 % ( $P \leq 0,01$ ), уровень остальных показателей белка крови и его фракций в крови кур I и III опытных групп был выше, чем у птицы контрольной группы, на недостоверную величину. Общеизвестно, что по величине белкового индекса можно судить об уровне белкового обмена в организме. В крови кур опытных групп данный показатель был на 3,6 %, 7,2 и 6,0 % соответственно выше показателя контрольной группы, следовательно, новая кормовая добавка способствует росту белкового обмена крови, что положительно сказывается в первую очередь на продуктивности кур.

Таблица 3. Биохимический состав крови кур-несушек  
 Table 3. Biochemical composition of the blood in laying hens

Показатель / <i>Indicator</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контрольная / <i>control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная/ <i>II experimental</i>	III опытная/ <i>III experimental</i>
Общий белок, г/л / <i>Total protein, g/l</i>	43,67±1,18	47,34±1,35*	50,12±1,23***	45,22±0,96
Альбумины, (А) г/л / <i>Albumins, (A) g/l</i>	20,38±0,64	22,75±0,53**	25,15±0,57***	21,53±0,72
%	45,58	46,34	47,52	45,83
Глобулины, (Г) г/л / <i>Globulins, (G) g/l</i>	24,62±0,72	26,57±0,61	28,19±0,54***	24,32±0,66
%	52,42	53,66	52,48	54,17
Белковый индекс (А/Г) / <i>Protein index</i> (A/G)	0,83	0,86	0,89	0,88
Холестерин, мг/дл / <i>Cholesterol, mg/dl</i>	88,24±1,31	86,39±1,18	84,87±1,44	76,13±1,25***

Наименьшее содержание холестерина было в крови кур III опытной группы без животных кормов в рационе – 76,13 мг/дл, что на 12,11 мг/дл или 13,7 % меньше, чем в контрольной ( $P \leq 0,001$ ). Замена зерновой части корма на 10-15 % сорго и 6-8 % нута (I и II опытные группы), даже несмотря на наличие в их рационах животных кормов, повлекла снижение уровня холестерина в крови несушек на недопустимую величину.

Установлено, что по показателям естественной резистентности птица опытных групп превосходила кур контрольной группы. На первом месте были молодки II опытной группы, отличавшиеся от контрольных аналогов по лизоцимной активности на 4,17 % ( $P \leq 0,01$ ), фагоцитарному индексу – на 1,63 % ( $P \leq 0,001$ ) и фагоцитарному числу – на 1,78 % ( $P \leq 0,01$ ). На втором месте по лизоцимной, фагоцитарной активности и фагоцитарному индексу птицу контрольной группы превосходили молодки I опытной группы: разница составила соответственно 3,42 % ( $P \leq 0,05$ ), 3,41 % и 0,95 % ( $P \leq 0,05$ ). Показатели резистентности кур III опытной группы также превосходили кур контрольной группы на недопустимую величину. По фагоцитарному индексу разница между контрольной и опытными группами была достоверной в пользу опытных групп (табл. 4).

Таблица 4. Показатели естественной резистентности кур-несушек  
 Table 4. Indicators of natural resistance in laying hens

Показатель / <i>Indicator</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контрольная / <i>control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная/ <i>II experimental</i>	III опытная/ <i>III experimental</i>
Лизоцимная активность, % / <i>Lysozyme activity, %</i>	18,22±0,86	21,64±1,14*	22,39±0,98**	20,74±0,91
Фагоцитарная актив- ность, % / <i>Phagocytic</i> <i>activity, %</i>	67,23±2,18	70,64±1,72	72,41±2,03	68,79±1,90
Фагоцитарный индекс / <i>Phagocytic index</i>	5,24±0,29	6,19±0,31*	6,87±0,26***	4,06±0,34**
Фагоцитарное число / <i>Phagocytic number</i>	8,45±0,34	9,28±0,47	10,23±0,42**	9,43±0,51

**Обсуждение полученных результатов.**

В процессе яйцекладки живая масса кур-несушек изменяется незначительно, её уменьшение или увеличение в данный период способствует снижению продуктивности. При отсутствии отклонений по массе птица, как правило, раньше достигает пика яйцекладки, при этом увеличиваются её интенсивность и продолжительность (Егорова А., 2016). Немаловажным является и коэффициент вариации по данному признаку, поскольку однородность стада определяет выраженность живой массы, характеризующую приспособленность птицы к кормовому фону.

По данным таблицы 1, по живой массе на конец опытного периода лидировали куры II опытной группы, в рацион которых добавляли 15 % сорго и 8 % нута, их масса была больше, чем в контрольной ( $P \leq 0,05$ ); при этом птица I и III опытных групп уступала по данному показателю аналогам контрольной группы на недостоверную величину. Исключение животных кормов из рациона кур III группы практически не повлияло на рост и развитие птицы. Наименьший коэффициент вариации по живой массе был установлен во II опытной группе, что свидетельствует о наилучшей однородности стада и немаловажно для развития яйценоскости. В целом все подопытные группы характеризовались высокой однородностью. Количество потребляемого корма зависит от его питательности, при этом куры яичного направления наиболее чувствительны к качеству корма по сравнению с мясной птицей (Егорова А. 2016; Саломатин В.В. и др., 2019). В нашем опыте наименьшее потребление корма на 1 несушку было установлено в контрольной группе, на втором месте по данному признаку была II опытная группа. Максимальное потребление корма за период опыта и на 1 голову пришлось на III опытную группу, где из рациона были исключены животные корма и добавлены сорго и нут в количестве 20 и 10 % соответственно. Следовательно, замена животных кормов синтетическими аминокислотами привела к увеличению потребления комбикорма.

Сохранность кур как важный зоотехнический показатель, сопряжённый с их продуктивностью, определяющий успех производства в целом, характеризует её жизнеспособность в течение всего срока использования. В проведённом эксперименте, сохранность поголовья I, II, III опытных группах была выше, чем в контрольной. Замена зерновой части комбикорма сорго и нутом способствует определённым изменениям характера процессов пищеварения, происходящим вследствие увеличения уровня растительных кормов в рационе несушек, что отражается на процессах обмена веществ в организме птицы. Данное обстоятельство согласуется с исследованиями авторов, в которых добавление в рацион цыплят-бройлеров сырой клетчатки и пищевых волокон способствовало улучшению пищеварения, стимулированию ферментативной деятельности желудочно-кишечного тракта, формированию полезной микробиоты кишечника и усилению иммунитета (Гречкина В.В. и др., 2021, Sheida EV et al., 2020; Slama J et al., 2019; Singh AK et al., 2019). По яичной продуктивности, массе яйца, индексу яйценоскости наилучшего результата с высоким уровнем достоверности также достигла птица II опытной группы, потреблявшая рацион с 15 % сорго и 8 % нута. Исключение животных кормов из рациона кур III группы не вызвало достоверных различий с контрольной группой по зоотехническим показателям.

Биохимический и морфологический составы крови как специально сформировавшаяся система являются отражением метаболических процессов организма. Кровь тонко реагирует на изменения кормления и содержания птицы и служит важным показателем состояния организма. Уровень гемоглобина в крови свидетельствует об обеспеченности кислородом и интенсивности обменных процессов в организме птицы (Загарин А.Ю. и др., 2022; Симонов Г.А. и др., 2022). В нашем исследовании добавление сорго и нута в комбикорм кур-несушек способствовало достоверному увеличению в их крови уровня эритроцитов и лейкоцитов. По количеству гемоглобина в крови кур опытных групп был также выявлен устойчивый положительный эффект: в I, II и III группах его было больше при  $P \leq 0,001$  по сравнению с показателем кур контрольной группы. Аналогичная картина наблюдалась по гематокриту. При исключении из рациона кур кормов животного происхождения концентрация форменных элементов крови и гемоглобина в их крови несколько снизилась, но была выше, чем в крови кур контрольной группы. Увеличение количества эритроцитов и гемо-

глобина свидетельствовало о высокой насыщенности кислородом органов и тканей опытных несушек и, как следствие, высокой их продуктивности.

Поскольку продуктами птицеводства являются яйцо и мясо, то необходимо изучение уровня белка и его фракций в крови птицы, что непосредственно связано с её продуктивностью (Вертипрахов В.Г. и др., 2021). В нашем опыте максимальный показатель белка крови установлен у кур II опытной группы при  $P \leq 0,01$ . Птица вышеуказанной группы, лидирующая по продуктивности, отличалась от контрольной и I опытных групп и по уровню альбуминов и гемоглобина в крови с высокой степенью достоверности, что свидетельствует о повышении интенсивности белкового обмена в крови кур. Данное обстоятельство подтверждает мнение вышеназванных авторов об уровне содержания белка и его фракций в крови птицы как критерии оценки её продуктивности. О том, что уровень метаболизма и белкового обмена был выше в крови птиц всех опытных групп, свидетельствует и белковый индекс крови, который превосходил данный показатель контрольной на 3,6 %; 7,2 % и 6,0 % соответственно.

Определение количества лейкоцитов и гематокрита крови является наиболее эффективным методом диагностики физиологического состояния птицы, поскольку данные показатели быстро реагируют на развитие патологических процессов в организме при различных заболеваниях (Саломатин В.В. и др., 2021). В нашем опыте включение в рацион несушек исследуемого корма положительно отразилось на уровне лейкоцитов. По количеству гемоглобина в крови кур опытных групп был также выявлен устойчивый положительный эффект с достоверностью  $P \leq 0,01$  по сравнению с показателем кур контрольной группы. Аналогичная картина отслеживалась по гематокриту. Следует отметить, что птица III опытной группы, из рациона которой были исключены животные корма и добавлены 20 % сорго и 10 % нута, также превосходила несушек контрольной группы по показателям обеспеченности крови кислородом, что свидетельствует о повышении интенсивности обменных процессов в организме.

Снижение содержания холестерина в яйце положительно коррелирует со снижением уровня холестерина в крови (Hosseintabar-Gazemabad B et al., 2022). Следовательно, уровень холестерина в крови является индикатором его содержания в яйце, и новый тип кормления можно применять для получения яиц с пониженным содержанием холестерина. По итогам нашего исследования, наименьшее содержание холестерина было в крови кур III опытной группы, без животных кормов в рационе – на 13,7 % меньше, чем в контрольной ( $P \leq 0,001$ ), что предоставляет возможность производства яиц с низким содержанием холестерина при сохранении основных параметров продуктивности. Замена зерновой части рациона на 10-15 % сорго и 6-8 % нута (I и II опытные группы) также способствовала снижению уровня холестерина в крови кур данных групп, даже несмотря на наличие в их рационах животных кормов.

Фактор естественной резистентности и состояние иммунной системы кур-несушек играют большую роль в промышленном птицеводстве, поскольку при воздействии патогенной микрофлоры, многократной вакцинации, антибиотикотерапии наблюдается снижение защитных функций организма. В нашем опыте по показателям естественной резистентности птица опытных групп превосходила кур контрольной группы. На первом месте были молодки II, затем I опытных групп, превосходившие аналогов контрольной группы по лизоцимной активности, фагоцитарному индексу при  $P \leq 0,001$  и фагоцитарному числу – при  $P \leq 0,01$  и  $P \leq 0,001$ . Показатели резистентности кур III опытной группы превосходили данные показатели аналогов контрольной группы. По фагоцитарному индексу достоверно лидировали куры всех опытных групп. Следовательно, новый вариант кормления способствовал совершенствованию иммунного статуса птицы.

### **Заключение.**

Результаты исследования свидетельствуют о том, что замена зерновой части комбикорма разным количеством сорго и нута способствовала усилению секреторной функции кишечника птицы, что положительно сказалось на уровне обмена веществ и энергии, окислительно-восстановительных процессов, улучшило гематологические параметры крови и, как следствие,

благоприятно отразилось на зоотехнических показателях. Наилучший результат был достигнут курами-несушками II опытной группы при замене зерновой части рациона 15 % сорго и 8 % нута. Исключение животных кормов из рациона кур III опытной группы способствовало достоверному снижению уровня холестерина в крови на 13,7 % ( $P \leq 0,001$ ) в сравнении с аналогами контрольной группы, что даёт преимущество в производстве яиц с низким содержанием холестерина при сохранении основных параметров продуктивности.

#### Список источников

1. Биохимический состав крови цыплят-бройлеров при скармливании экстракта древесины сладкого каштана / А.Ю. Загарин и др. // Птицеводство. 2022. № 4. С. 57-63. [Zagarin Ayu et al. Biochemical parameters of blood serum in broilers fed different doses of the extract of sweet chestnut. Poultry Farming. 2022;4:57-63. (In Russ.)]. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-4-57-63
2. Влияние биологически активной кормовой добавки на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / В.В. Саломатин, А. А. Ряднов, Т.А. Ряднова, Ю.А. Ряднова // Птицеводство. 2021. № 3. С.45-49. [Salomatina VV, Ryadnov AA, Ryadnova TA, Ryadnova YuA. The effect of fir-tree based bioactive additive on the morphological and biochemical blood parameters in broilers. Poultry Farming. 2021;3:45-49. (In Russ.)]. doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-3-45-49
3. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров / Г.А. Симонов, М.А. Степурина, А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, В.С. Затеев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С.73-79. [Simonov GA, Stepurina MA, Varakin AT, Salomatina VV, Zoteev VS. Effect of mineral supplement on blood serum total protein and its fractions of a cattle. Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2022;1:73-79. (In Russ.)].
4. Влияние пищевых волокон различной природы на рост, переваримость и обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров / В.В. Гречкина, С.В. Лебедев, А.С. Ушаков, Ю.К. Петруша // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 136-147. [Grechkina VV, Lebedev SV, Ushakov AS, Petrusha YK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):136-147. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-136
5. Влияние премиксов и БВМК на гематологические показатели сельскохозяйственной птицы / С.И. Николаев и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2(54). С. 229-238. [Nikolaev SI, et al. Effect of premixes and protein-vitamin-mineral concentrates on hematological indicators of poultry. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2019;2(54):229-238. (In Russ.)]. doi: 10.32786/2071-9485-2019-02-28
6. Егорова А. Родительское стадо: технология успеха // Животноводство России. 2016. № S1. С. 43-45. [Egorova A. Parental herd: technology of success. Animal Husbandry of Russia. 2016; S1:43-45. (In Russ.)].
7. Егорова Т.А. Развитие российского птицеводства в мировом тренде // Птицеводство. 2019. № 2. С. 4-9. [Egorova TA. The development of Russian poultry production: in line with world trends. Poultry farming. 2019;2:4-9. (In Russ.)]. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-4-9
8. Инновационное развитие "зеленых" технологий АПК в свете глобальных триггеров мирового продовольственного кризиса: монография / Г.В. Федотова, М.И. Сложенкина, М.Т. Койчужева, И.В. Денисов, Р.М. Ламзин. Волгоград: ООО «Сфера», 2021. 176 с. [Fedotova GV, Slozhenkina MI, Kojchueva MT, Denisov IV, Lamzin RM. Innovacionnoe razvitie "zelenyh" tehnologij APK v svete global'nyh triggerov mirovogo prodovol'stvennogo krizisa: monografija. Volgograd: «Sfera» Ltd.; 2021: 176 p. (In Russ.)].
9. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы: учеб. пособие / В.Г. Вертипрахов и др. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2021. 134 с.

[Vertiprahov VG, et al. Morfo-biohimicheskie issledovaniya krovi u sel'skohozyajstvennoj pticy: ucheb. posobie. Blagoveshensk: Dal'nevostochnyj GAU; 2021:134 p. (*In Russ.*)].

10. Морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при введении в рацион биологически активных препаратов / А.Ф. Злепкин, В.В. Саломатин, В.А. Злепкин, В.О. Паршкова // Птицеводство. 2019. № 2. С. 30-34. [Zlepkin AF, Solomatin VV, Zlepkin VA, Parshkova VO. Morphological and biochemical blood parameters in broiler chicks fed different combinations of biologically active additives. Poultry farming. 2019;2:30-34. (*In Russ.*)]. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-30-34

11. Особенности роста и развития сортов нута Волгоградской селекции на каштановых почвах Волгоградской области / В.В. Балашов, А.В. Балашов, А.А. Малахова, В.А. Балашов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 36-45. [Balashov VV, Balashov AV, Malahova AA, Balashov VA. Features of growth and development of chickpea varieties of volgograd breeding on chestnut soils of Volgograd region. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2021;1(61):36-45. (*In Russ.*)]. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-03

12. Hosseintabar-Gazemabad B, Janmohammadi H, Hosseinhani A, Amirdahri S, Bagban-Kanani P, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Ramirez LS, Seidavi A. Effects of using processed amaranth grain with and without enzyme on productivity, egg quality, antioxidant status, and lipid profile of blood and yolk cholesterol in laying hens. *Animals*. 2022;12(22):3123. doi: 10.3390/ani12223123

13. Sheida EV, Lebedev SV, Gubaidullina IZ, Grechkina VV, Ryazanov VA. Biotechnological aspects of the use of vegetable oils in the production of meat products. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;624:012114. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012114

14. Singh AK, Tiwari UP, Berrococo JD, Dersjant-Li Y, Awati A, Jha R. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. *Poult Sci*. 2019;98(11):5571-5581. doi: 10.3382/ps/pez310

15. Slama J, Schedle K, Wurzer GK, Gierus M. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. *J Sci Food Agric*. 2019;99(8):3895-3902. doi: 10.1002/jsfa.9612

## References

1. Zagarin Ayu et al. Biochemical parameters of blood serum in broilers fed different doses of the extract of sweet chestnut. *Poultry Farming*. 2022;4:57-63. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-4-57-63

2. Salomatin VV, Ryadnov AA, Ryadnova TA, Ryadnova YuA. The effect of fir-tree based bioactive additive on the morphological and biochemical blood parameters in broilers. *Poultry Farming*. 2021;3:45-49. doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-3-45-49

3. Simonov GA, Stepurina MA, Varakin AT, Salomatin VV, Zoteev VS. Effect of mineral supplement on blood serum total protein and its fractions of a cattle. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2022;1:73-79.

4. Grechkina VV, Lebedev SV, Ushakov AS, Petrusha YK. The effect of various fiber types on the growth, digestibility and chemical elements exchange in broiler body. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):136-147. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-136

5. Nikolaev SI, et al. Effect of premixes and protein-vitamin-mineral concentrates on hematological indicators of poultry. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2019;2(54):229-238. doi: 10.32786/2071-9485-2019-02-28

6. Egorova A. Parental herd: technology of success. *Animal Husbandry of Russia*. 2016; S1:43-45.

7. Egorova TA. The development of Russian poultry production: in line with world trends. *Poultry farming*. 2019;2:4-9. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-4-9

8. Fedotova GV, Slozhenkina MI, Kojchueva MT, Denisov IV, Lamzin RM. Innovative development of "green" technologies in AIC from the point of global triggers of the world food crisis: monograph. Volgograd: «Sfera» Ltd.; 2021:176 p.
9. Vertiprahov VG, et al. Morpho-biochemical blood tests in poultry: textbook. Blagoveshensk: Far Eastern State Agrarian University; 2021:134 p.
10. Zlepkin AF, Solomatin VV, Zlepkin VA, Parshkova VO. Morphological and biochemical blood parameters in broiler chicks fed different combinations of biologically active additives. Poultry farming. 2019;2:30-34. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-30-34
11. Balashov VV, Balashov AV, Malahova AA, Balashov VA. Features of growth and development of chickpea varieties of volgograd breeding on chestnut soils of Volgograd region. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2021;1(61):36-45. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-03
12. Hosseintabar-Gazemabad B, Janmohammadi H, Hosseiniani A, Amirdahri S, Bagban-Kanani P, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Ramirez LS, Seidavi A. Effects of using processed amaranth grain with and without enzyme on productivity, egg quality, antioxidant status, and lipid profile of blood and yolk cholesterol in laying hens. Animals. 2022;12(22):3123. doi: 10.3390/ani12223123
13. Sheida EV, Lebedev SV, Gubaidullina IZ, Grechkina VV, Ryazanov VA. Biotechnological aspects of the use of vegetable oils in the production of meat products. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;624:012114. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012114
14. Singh AK, Tiwari UP, Berrococo JD, Dersjant-Li Y, Awati A, Jha R. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and nonstarch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. Poult Sci. 2019;98(11):5571-5581. doi: 10.3382/ps/pez310
15. Slama J, Schedle K, Wurzer GK, Gierus M. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. J Sci Food Agric. 2019;99(8):3895-3902. doi: 10.1002/jsfa.9612

#### **Информация об авторах:**

**Иван Фёдорович Горлов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6; заведующий кафедрой «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, 400005, Россия, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28, тел.: 8 (844) 239-10-48.

**Наталья Васильевна Калинина**, кандидат биологических наук, лаборант-исследователь, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844) 239-10-48.

**Марина Ивановна Сложенкина**, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6; профессор кафедры «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, 400005, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28, тел.: 8 (844) 239-10-48.

**Евгения Александровна Струк**, кандидат биологических наук, заместитель директора СП «Светлый» Акционерное Общество «Агрофирма «Восток», 404171, Волгоградская обл., р.п. Светлый Яр, пер. Виноградный, 36 тел.: 8-844-77-6-24-54.

**Александр Николаевич Струк**, доктор сельскохозяйственных наук, директор СП «Светлый» Акционерное Общество «Агрофирма «Восток», 404171, Волгоградская обл., р.п. Светлый Яр, пер. Виноградный, 36 тел.: 8-844-77-6-24-54.

**Ольга Юрьевна Дробязко**, заведующий отделением АО «Агрофирма «Восток», 404171, Волгоградская обл., р.п. Светлый Яр, пер. Виноградный, 36 тел.: 8-844-77-6-24-54.

**Information about the authors:**

**Ivan F Gorlov**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, 400066, Russia, Volgograd region, Volgograd, st. named after Marshal Rokossovsky 6, Head of the Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, 400005, Russia, Volgograd region, Volgograd, avenue named after V.I. Lenin, 28, tel.: 8 (844) 239-10-48.

**Natalya V Kalinina**, Cand. Sci. (Biology), research laboratory assistant, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 400066, Russia, Volgograd Region, Volgograd, st. named after Marshal Rokossovsky, 6, tel.: 8 (844) 239-10-48.

**Marina I Slozhenkina**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Volga Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 400066, Russia, Volgograd Region, Volgograd, st. named after Marshal Rokossovsky, 6, Professor of the Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, 400005, Russia, Volgograd region, Volgograd, avenue named after V.I. Lenin, 28, tel.: 8 (844) 239-10-48.

**Evgenia A Struk**, Cand. Sci. (Biology), Deputy Director of JV Svetly, Joint Stock Company "Agrofirma" Vostok", 404171, Volgograd Region, WS Svetly Yar, Vinogradny lane, 36, tel.: 8-844-77-6-24-54.

**Alexander N Struk**, Dr. Sci. (Agriculture), Director of JV Svetly, Joint-Stock Company "Agrofirma" Vostok", 404171, Volgograd Region, WS Svetly Yar, Vinogradny lane, 36, tel.: 8-844-77-6-24-54.

**Olga Yu Drobyazko**, department head of JSC "Agrofirma" Vostok", 404171, Volgograd region, WS Svetly Yar, Vinogradny lane, 36, tel.: 8-844-77-6-24-54.

Статья поступила в редакцию 10.02.2023; одобрена после рецензирования 28.02.2023; принята к публикации 20.03.2023.

The article was submitted 10.02.2023; approved after reviewing 28.02.2023; accepted for publication 20.03.2023.