

## ХАРАКТЕРИСТИКА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ БИОХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КРОВИ И МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

А.Ю. ЗАГАРИН

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Анализ биохимического статуса крови является универсальным способом мониторинга метаболизма и общего физиологического состояния животных, что обуславливает актуальность выявления характера связей между биохимическими показателями крови и различными хозяйственно-полезными и биологическими признаками. Цель исследований заключалась в определении корреляционных связей между биохимическими параметрами крови и морфологическими особенностями цыплят-бройлеров (на примере кросса Росс 308). Цыплят-бройлеров в количестве 258 гол. содержали в однозальном птичнике в течение 35 суток при соблюдении технологических параметров и системы кормления, рекомендуемых для данного кросса. В конце выращивания был произведен убой 18 гол. с последующим забором образцов крови и анатомической разделкой тушек. Полученные данные математически обрабатывали, рассчитывали коэффициенты корреляции Пирсона. Результаты корреляционного анализа свидетельствовали о наличии прямой связи между активностью аминотрансфераз и показателями, характеризующими развитие мышц и мясную продуктивность ( $r = +0,56-0,57$ ), активностью лактатдегидрогеназы и показателями, характеризующими развитие мышц и мясную продуктивность ( $r = +0,50-0,73$ ), концентрацией триглицеридов и массой печени ( $r = +0,51$ ), расчетными показателями белкового обмена и показателями мясной продуктивности ( $r = +0,47-0,64$ ). Отрицательная связь была установлена между уровнем глюкозы и суммой несъедобных частей тушки ( $r = -0,52$ ), а также между некоторыми абсолютными показателями белкового обмена и показателями мясной продуктивности ( $r = -0,54-0,61$ ). Результаты исследований являются важными для расширения базы данных диапазонов физиологической нормы биохимических показателей крови цыплят-бройлеров и могут быть использованы при интерпретации результатов гематологических анализов в качестве мониторинговых индикаторов обмена веществ, состояния и работы органов и уровня мясной продуктивности птицы.*

**Ключевые слова:** биохимические показатели крови, корреляция, цыплята-бройлеры, морфологические признаки, мясная продуктивность, обмен веществ.

### Введение

Кровь в организме животных выполняет множество различных функций и является универсальным источником информации о характере метаболизма. Исследования крови позволяют диагностировать отклонения в обмене веществ и общем физиологическом состоянии животных, оценить сбалансированность и полноценность кормления, качество производимой продукции, способствуют выявлению и корректровке негативных факторов. В птицеводстве, характеризуемой как наиболее развитая скороспелая отрасль [1], потребность в постоянном контроле физиолого-биохимического статуса организма особенно актуальна, поскольку сельскохозяйственная птица, относящаяся к высокопродуктивным кроссам, особенно чувствительна к действию различных стресс-факторов [2, 3].

Кроме того, оценка физиологических показателей птицы, в том числе биохимического профиля крови, является важным элементом селекционной деятельности в птицеводстве при создании новых пород и кроссов. Биохимический анализ крови предоставляет возможность осуществлять оценку функционального состояния организма птицы, работы отдельных органов, регулировать процессы белкового, углеводного, липидного и минерального метаболизма, биохимические показатели крови служат индикаторами продуктивности у многих животных [4, 5].

Представляют научный и практический интерес определение индикаторов метаболических процессов в организме птицы, поиск связи биохимического статуса крови и мышечной ткани, исследование корреляции биохимии крови и других биологических свойств животного организма [3].

Существуют работы, посвященные определению характера связи между биохимическими параметрами крови и хозяйственно-биологическими показателями различных сельскохозяйственных животных: мясной продуктивности свиней на откорме [6], показателей роста и экстерьерных признаков ремонтного поголовья свиней [7], молочной продуктивности коров [8], молочной продуктивности овцематок [9], пантовой продуктивности маралов [10], живой массы гусят-бройлеров [11], индикаторов антиоксидантной защиты кур разных направлений продуктивности [3] и других зоотехнических и биологических признаков животных. Однако в доступной научной литературе данных о связи биохимического профиля цыплят-бройлеров и их морфологическими особенностями, определяющими мясную продуктивность, накоплено недостаточно.

**Цель исследований:** определение корреляционных связей между биохимическими параметрами крови и морфологическими особенностями цыплят-бройлеров (на примере кросса Росс 308).

### **Материал и методы исследований**

Всю опытную птицу в количестве 258 гол. содержали в одном птичнике. Система содержания цыплят – напольная с использованием глубокой подстилки (опилки). Показатели микроклимата соответствовали требованиям содержания кросса. Для обеспечения кормления птицы использовали бункерные кормушки (1 кормушка на 43 гол.), кормление осуществляли вручную ежедневно. Для организации поения птицы использовали ниппельные поилки с каплеуловителями в количестве 1 поилка на 6–7 гол. В процессе опыта в кормлении цыплят-бройлеров использовали полнорационные комбикорма с одинаковой питательностью и химическим составом в виде гранул. Содержание обменной энергии и уровень питательных и биологически активных веществ в комбикормах соответствовали рекомендациям кормления цыплят-бройлеров кросса Росс-308 (Ross бройлеры: Спецификации рационов корма: Aviagen, 2022).

В качестве ключевых биохимических показателей крови определяли и использовали в корреляционном анализе концентрацию в сыворотке крови билирубина общего и прямого, мочевины, креатинина, кальция, фосфора, общего белка, альбумина, глобулина, глюкозы, холестерина, триглицеридов, а также активность АСТ, АЛТ и лактатдегидрогеназы.

Для определения морфологических свойств цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток в соответствии с методикой проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы [12] был проведен убой 18 цыплят с последующей анатомической разделкой тушек. Учитывали предубойную живую массу птицы, убойную массу, убойный выход, отдельно взвешивали грудные, бедренные и мышцы голени, а также прочие мышцы, внутренние органы и кости.

Для определения биохимических показателей от убитых петушков были отобраны образцы крови, помещены в вакуумные пробирки с коагулянтом активатором свертывания (компания Zhejiang Gongdong Medical Technology Co., Ltd., Китай). Затем кровь в пробирках центрифугировали, отделившуюся сыворотку крови помещали в пробирки типа Эппендорф. Биохимические показатели крови определяли на базе сертифицированной независимой ветеринарной лаборатории «Шанс Био» (г. Москва).

Биометрическая обработка экспериментальных данных была произведена с помощью метода математической статистики по Н.А. Плохинскому (1969) и Е.К. Меркурьевой (1970) с использованием компьютерных программ (стандартный пакет статистического анализа Microsoft Office Excel 2016). Рассчитывали средние арифметические ( $M$ ), их стандартные ошибки ( $\pm m$ ), коэффициенты корреляции Пирсона ( $r$ ). Выявленные различия для коэффициентов корреляции считались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ ,  $|r| \geq +0,47$ ;  $|r| \leq -0,47$ .

### Результаты и их обсуждение

Средняя живая масса цыплят-бройлеров перед убоем составила  $1922,78 \pm 17,22$  г. Средние значения признаков, характеризующих морфологические особенности и уровень мясной продуктивности, а также биохимический статус крови цыплят-бройлеров, представлены в таблицах 1, 2.

Статистически достоверные коэффициенты корреляции между биохимическими параметрами крови и морфологическими особенностями цыплят-бройлеров представлены в таблице 3.

Аспаратаминотрансфераза (АСТ) является ферментом, катализирующим транспорт аминокруппы с аспарагиновой на альфа-кетоглутаровую кислоту, преимущественно фермент локализуется в сердце, печени, почках, поджелудочной железе, а также в скелетной мускулатуре [30]. Достоверная прямая средняя связь ( $r = +0,56$ ) активности этого фермента с убойной массой цыплят обусловлена, вероятно, непосредственным участием АСТ в реакциях белкового и энергетического метаболизма и большем росте мышечной ткани птицы вследствие интенсификации синтеза аминокислот при увеличении активности фермента [31]. Взаимосвязь продуктивности мясной птицы и активности АСТ в крови была установлена в ранних работах. Так, была рассчитана корреляция между активностью АСТ и абсолютными приростами цыплят-бройлеров, которая на протяжении всего выращивания бройлеров находилась на высоком уровне ( $r = +0,91-0,97$ ) [32].

Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) в свою очередь имела прямую среднюю связь ( $r = +0,57$ ) с совокупной массой мышц крыльев, шеи и туловища, при этом достоверная связь активности этого фермента с массой грудных или ножных мышц не выявлена. Уровень активности АЛТ может свидетельствовать об интенсивности белкового обмена, а также о состоянии печени, однако у птицы данный биохимический показатель не является специфичным для определения функции этого органа [33, 34]. Существуют работы, указывающие на наличие положительной связи между активностью АЛТ и откормочными качествами разных сельскохозяйственных животных [5, 6], однако вышеописанная закономерность выявлена впервые. Вероятно, наличие такой связи также связано с участием АЛТ в белковом метаболизме, и как следствие – в росте мышечной ткани, а отсутствие связи активности фермента с массой мышц груди, бедра и голени обусловлено отличием аминокислотного состава этих частей тушки от вышеназванных мышц, выявленным в ранних научных исследованиях [35].

Таблица 1

**Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров, n = 18**

Показатель	M±m, % от живой массы	Референсные значения, % от живой массы [13–24]	Показатель	M±m, % от живой массы	Референсные значения, % от живой массы [13–24]
Масса потрошеной тушки, г	1373,46±15,00 (71,43)	71,0	Селезенка, г	1,95±0,10 (0,10)	0,10–0,20
Грудные мышцы, г	405,12±12,23 (21,07)	22,98	Голова, г	48,26±0,85 (2,51)	-
Бедренные мышцы, г	164,84±6,94 (8,57)	15,87	Кишечник с содержимым, г	90,61±2,88 (4,71)	4,11–5,56
Мышцы голени, г	127,20±3,27 (6,62)		Кости, г	326,74±13,57 (16,99)	14,42–20,59
Мышцы шеи, туловища и крыльев, г	121,86±5,02 (6,34)	-	Железистый желудок, г	7,37±0,30 (0,38)	0,34–0,46
Сумма мышц, г	819,01±13,75 (42,60)	38,86	Масса несъедобных частей тушки, г	557,72±16,44 (29,01)	22,34–30,71
Шея, г	42,83±3,13 (2,23)	-			
Печень, г	40,64±0,72 (2,11)	1,58–2,51			
Сердце, г	7,27±0,25 (0,38)	0,49–0,91			
Мышечный желудок, г	20,46±0,66 (1,06)	0,98–2,42			
Масса съедобных частей тушки, г	1158,03±13,99 (60,23)	49,48–62,56			
Отношение съедобных частей тушки к несъедобным				2,07±0,10	1,96–2,19

**Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров, n = 18**

Показатель	M±m	Референсные значения [3, 25–29]	Показатель	M±m	Референсные значения [3, 25–29]
Общий белок, г/л	33,23±0,898	28,63–34,87	Креатинин, мкмоль/л	20,78±0,404	≈14,00
Альбумин, г/л	12,10±0,193	9,10–12,13	Холестерин, ммоль/л	3,32±0,097	2,57–3,33
Глобулин, г/л	21,13±0,766	18,60–25,47	Триглицериды, ммоль/л	0,49±0,024	0,28–0,57
АСТ, ед/л	320,94±17,679	20–350	Кальций общий, ммоль/л	2,92±0,061	2,00–4,50
АЛТ, ед/л	2,17±0,325	1,17–6,67	Фосфор, ммоль/л	2,34±0,071	0,90–1,70
Глюкоза, ммоль/л	12,44±0,345	9,9–19,3	Лактатдегидрогеназа, ед/л	2267,44± ±229,417	–
Билирубин общий, мкмоль/л	2,34±0,109	≈2,7	Альбумины / глобулины	0,58±0,014	≈0,57
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,22±0,024	–	Мочевина / креатинин	39,44±1,859	–
Мочевина, ммоль/л	0,83±0,041	0,62–1,52	Коэффициент де Ритис	182,74± ±14,042	–

Наличие средней положительной связи ( $r = +0,57$ ) между концентрацией общего белка в сыворотке крови и массой кишечника с содержанием объясняется, очевидно, количеством поступившего и перевариваемого перед временем убоя корма, содержащего большое количество соединений белковой природы, всасывающихся в кишечнике. Кроме того, это может быть связано и с развитием тканей кишечника при наиболее высокой активности метаболизма и наибольшей интенсивности роста цыплят.

Известно, что основным резервом для роста мышечной массы является альбумин. Это объясняет обратный характер связи между соотношением съедобных и несъедобных частей тушек цыплят и концентрацией глобулина в сыворотке крови ( $r = -0,61$ ). Обратная связь уровня общего белка в крови цыплят-бройлеров и соотношения съедобных и несъедобных частей тушек ( $r = -0,54$ ) также обусловлена преобладанием глобулиновой фракции над альбуминовой (табл. 2).

Коэффициенты корреляции между биохимическими показателями крови и результатами анатомической разделки цыплят-бройлеров, n = 18

Показатель	Билирубин прямой	АСТ	АЛТ	Мочевина	Общий белок	Глюблин	Глюкоза	ЛДЛ	Триглицериды	Альбумины / Глобулины	Мочевина / Креатинин
Убойная масса	-	<b>+0,56*</b>	-	<b>+0,49*</b>	-	-	-	<b>+0,73***</b>	-	-	<b>+0,51*</b>
Убойный выход	-	-	-	-	-	-	-	<b>+0,50*</b>	-	-	<b>+0,50*</b>
Масса мышц туловища, крыльев и шеи	-	-	<b>+0,57*</b>	-	-	-	-	<b>+0,64**</b>	-	-	<b>+0,47*</b>
Масса всех мышц	-	-	-	-	-	-	-	<b>+0,51*</b>	-	-	<b>+0,49*</b>
Масса печени	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>+0,51*</b>	<b>-0,47*</b>	-
Масса шеи	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>-0,53*</b>	-
Масса головы	<b>+0,47*</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масса кишечника (включая содержимое)	-	-	-	-	<b>+0,57*</b>	<b>+0,64**</b>	-	-	-	<b>-0,67**</b>	-
Сумма несъедобных частей тушки	-	-	-	-	-	<b>+0,52*</b>	<b>-0,52*</b>	-	-	<b>-0,54*</b>	-
Отношение съедобных частей тушки к несъедобным	-	-	-	-	<b>-0,54*</b>	<b>-0,61**</b>	<b>+0,48*</b>	-	-	<b>+0,61**</b>	-

Примечание. Уровень достоверности корреляции: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$ .

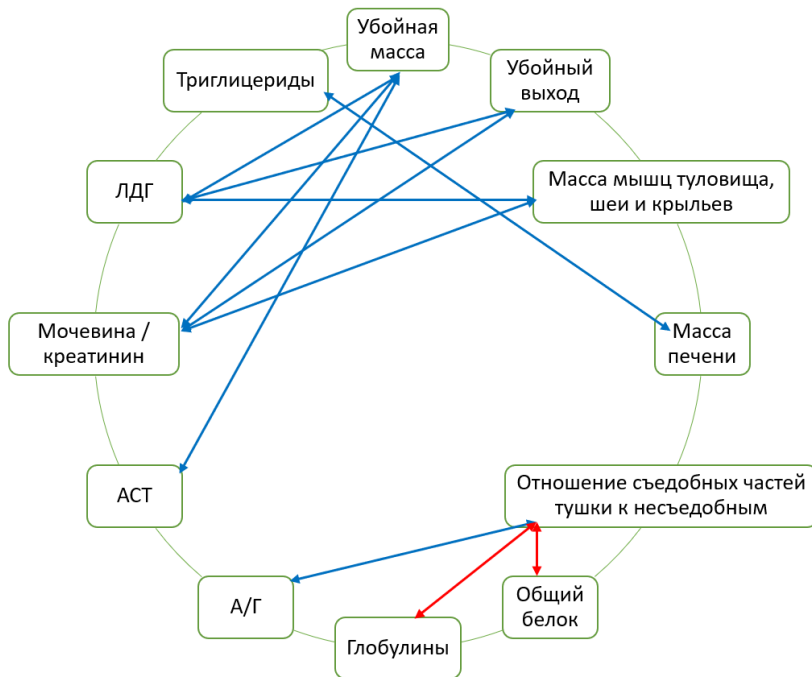
Углеводы корма являются ключевым источником энергии для птицы, что обуславливает значимость использования данных о концентрации глюкозы в крови в качестве маркера энергетического метаболизма [36]. В результате корреляционного анализа была выявлена обратная средняя связь ( $r = -0,52$ ) между уровнем глюкозы и массой несъедобных частей тушек цыплят, что косвенно свидетельствует о наличии связи между уровнем глюкозы и мясной продуктивностью птицы. Ранее была установлена высокая положительная корреляция ( $r = +0,78-0,89$ ) между яичной продуктивностью кур-несушек и концентрацией глюкозы, которую авторы объясняют потребностью биосинтетической функции репродуктивной системы кур в постоянном энергообеспечении за счет продуктов гликолиза [37]. Такое же объяснение следует рассматривать и в отношении роста скелетной мускулатуры, потребность в энергии которого обеспечивается в большой степени за счет гликолиза в анаэробных условиях. По этой же причине отмечено несколько достоверных корреляционных связей между активностью лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и наиболее часто используемыми показателями мясной продуктивности животных, поскольку ЛДГ является ферментом, катализирующим реакцию трансформации пирувата в лактат в ходе гликолиза [38]. В частности, установлена прямая средняя связь активности ЛДГ и совокупной массы мышц туловища, шеи и крыльев ( $r = +0,64$ ), совокупной массы всех мышц птицы включая грудные и ножные ( $r = +0,51$ ), убойным выходом ( $r = +0,50$ ), а также высокодостоверная прямая тесная связь активности фермента и убойной массы птицы ( $r = +0,73$ ).

Триглицериды отражают уровень липидного обмена и являются сложными эфирами трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Экзогенные триглицериды поступают в организм птицы с кормом, эндогенные синтезируются в печени преимущественно из углеводов [4, 30]. Это может объяснять наличие прямой средней связи ( $r = +0,51$ ) между концентрацией триглицеридов в сыворотке крови и массой печени: потребность организма птицы в большем количестве легкодоступного источника энергии обуславливала интенсификацию жиरोобразования, повышенную функциональную нагрузку на печень и рост числа гепатоцитов и, возможно, ее жировую инфильтрацию. Данная закономерность ярко выражена, например, в гусеводстве: уровень общих липидов в сыворотке гусей при обычном откорме составляет 11,0–12,0 г/л, а при откорме на жирную печень – 16,0–22,5 г/л [36].

Обнаружены достоверные корреляционные связи между расчетными параметрами биохимического статуса крови и морфологическими особенностями цыплят-бройлеров: средняя обратная связь между отношением альбуминов к глобулинам (А/Г) и массой шеи ( $r = -0,53$ ), массой кишечника с содержимым ( $r = -0,67$ ), суммарной массой несъедобных частей ( $r = -0,54$ ) и прямая средняя связь между А/Г и отношением съедобных частей к несъедобным ( $r = +0,61$ ). Последние две корреляции объясняются тем, что альбумины являются основным резервным источником пластического материала для роста тканей, в том числе мышечных, и это позволяет использовать данный показатель в качестве маркера мясной продуктивности птицы.

Отношение мочевины к креатинину также коррелировало с показателями мясной продуктивности цыплят-бройлеров: с убойной массой коэффициент составил +0,51, с убойным выходом – +0,50. Это обусловлено тем, что отношение мочевины и креатинина характеризует напряженность белкового обмена.

В результате корреляционного анализа были выявлены связи между биохимическими параметрами крови и морфологическими свойствами цыплят-бройлеров, некоторые из которых могут быть использованы в качестве индикаторов мясной продуктивности птицы (рис.).



**Рис.** Корреляционные связи между биохимическими показателями крови и параметрами мясной продуктивности цыплят-бройлеров:  
 ↔ – прямая связь; ↔ – обратная связь

## Выводы

Таким образом, в результате корреляционного анализа были выявлены статистически значимые связи между некоторыми параметрами биохимического состава крови и морфологическими особенностями цыплят-бройлеров кросса Росс 308. Наибольший интерес представляют биохимические индикаторы, коррелирующие с признаками, отражающими уровень мясной продуктивности цыплят-бройлеров. К их числу относились активность ферментов аминотрансфераз и лактатдегидрогеназы, абсолютные и расчетные показатели белкового обмена, уровень триглицеридов.

Полученные результаты могут быть использованы в расширении базы данных референсных значений биохимических показателей крови цыплят-бройлеров, способствуют накоплению информации об анатомических особенностях мясных кроссов сельскохозяйственной птицы и могут послужить теоретической основой при интерпретации результатов анализа биохимического состава крови цыплят-бройлеров в качестве маркеров характера метаболизма, функционального состояния и степени развития органов, а также мясной продуктивности.

## Библиографический список

1. Трухачев В.И., Лещева М.Г., Юлдашбаев Ю.А. Мясной рынок России: анализ состояния и перспективы развития // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 3–9.
2. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Егоров И.А., Егорова Т.А. Оценка физиологического состояния птицы по показателям крови // Птицеводство. – 2023. – № 1. – С. 45–50.



3. Боголюбова Н.В., Некрасов Р.В., Зеленченко А.А. и др. Биохимический профиль организма кур разного направления продуктивности // Ветеринария и кормление. – 2022. – № 6. – С. 11–15.
4. Вертипрахов В.Г., Ксенофонтов Д.А., Колесник Е.А., Овчинникова Н.В. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы: учеб. пособие. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 134 с.
5. Моисейкина Л.Г., Убушиева А.В., Чмидова Н.В. и др. Биохимический состав крови и продуктивность крупного рогатого скота калмыцкой породы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 172–177.
6. Шахбазова О.П. Биохимические показатели крови и их взаимосвязь с откормочными и мясными качествами у свиней разных генотипов // Ветеринарная патология. – 2011. – № 1–2 (36). – С. 100–103.
7. Гриценко С.А., Верещага О.С., Корюхов Д.А. Оценка взаимосвязей между показателями крови и продуктивными качествами ремонтных свинок различной породной принадлежности // БИО. – 2019. – № 10 (229). – С. 8–16.
8. Мкртчян Г.В. Корреляция между биохимическими показателями крови и молочной продуктивности у коров с разной массовой долей белка в молоке // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 4–2 (118). – С. 141–147.
9. Жариков Я.А. Биохимические показатели крови овцематок на первом месяце лактации и их связь с молочной продуктивностью // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 3. – С. 409–417.
10. Растопшина Л.В., Казанцев Д.А. Исследование взаимосвязи показателей крови с пантовой продуктивностью маралов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 115–119.
11. Маршания И.В., Суханова С.Ф., Позднякова Н.А. Связь продуктивных и гематологических показателей гусят-бройлеров, потреблявших Био-Сорб-Селен // Научное обеспечение безопасности и качества продукции животноводства: Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган, 23 мая 2019 г. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019. – С. 144–151.
12. Салеева И.П., Лысенко В.П., Шоль В.Г. и др. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы. – Сергиев Посад: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2015. – 103 с.
13. Нормативные показатели для производства бройлеров Ross 308: Справочное пособие. – Aviagen, 2022. – 12 с.
14. Котарев В.И., Иванова Н.Н. Продуктивность и масса внутренних органов цыплят-бройлеров при применении комплексной кормовой добавки // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2021. – № 4 (17). – С. 65–70.
15. Галиев Д.М., Мусин Д.М., Шацких Е.В. Влияние кормовой добавки Карбитокс на продуктивность, развитие внутренних органов и мясные качества цыплят-бройлеров // Молодежь и наука. – 2016. – № 5. – С. 55.
16. Логвинов О.Л. Повышение качества мяса цыплят-бройлеров // Зоотехническая наука Беларуси. – 2019. – № 54 (2). – С. 193–200.
17. Михалюк А.Н., Малец А.В., Дубинич В.Н. и др. Производственные испытания кормовой добавки «Полтрибак» на цыплятах-бройлерах в условиях СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сборник научных трудов. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2019. – Т. 46. – С. 209–226.

18. *Тюрина Л.Е., Лефлер Т.Ф., Турицына Е.Г.* Влияние нетрадиционных минеральных смесей на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 6 (159). – С. 138–143.
19. *Калоев Б.С., Ибрагимов М.О., Псхацьева З.В.* Возможности улучшения мясных качеств цыплят-бройлеров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3 (39). – С. 118.
20. *Копысов С.А.* Влияние витамина С натурального происхождения на продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 8. – С. 22–25.
21. *Копысов С.А., Копысова Е.В., Корниенко С.А.* Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при включении в рацион биологически активной добавки «NUTRILITE витамин с плюс» // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 3 (11). – С. 96–99.
22. *Никитченко Д.В., Никитченко В.Е., Андрианова Д.В.* Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при включении в их рацион пробиотика суб-про // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1 (53). – С. 198–206.
23. *Стрельцов В.А., Фищук А.П.* Влияние пробиотической кормовой добавки на продуктивность цыплят-бройлеров // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4 (86). – С. 52–59.
24. *Марусич А.Г., Кузьменкова Т.С.* Убойные качества, органолептическая и дегустационная оценка мяса и бульона из мяса цыплят-бройлеров при обогащении финишного комбикорма витамином С // Современные достижения и актуальные проблемы животноводства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию биотехнологического факультета и кафедр генетики и разведения сельскохозяйственных животных, технологии производства продукции и механизации животноводства, кормления сельскохозяйственных животных. Витебск, 12–13 октября 2023 г. – Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2023. – С. 214–218.
25. *Бурмистров Е.Н.* Шанс Био: лабораторная диагностика. – М.: ООО Независимая ветеринарная лаборатория «Шанс Био», 2021. – 322 с.
26. *Садовников Н.В.* Морфофункциональные изменения в иммунных органах у цыплят разной степени физиологической зрелости до и после воздействия регуляторными пептидами: Дис. ... д-ра ветеринар. наук. – Санкт-Петербург, 1995. – 298 с.
27. *Кондрахин И.П. и др.* Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / Под общ. ред. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004.
28. *Сизова Е.А., Рахматуллин Ш.Г., Чурсина Н.Ю. и др.* Биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров при различном уровне обменной энергии и минеральном составе рациона // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (100). – С. 340–343.
29. *Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Йылдырым Е.А. и др.* Эффективность комплексного препарата для коррекции пищеварения у цыплят-бройлеров (*Gallus gallus* L.) при экспериментальном микотоксикозе // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 4. – С. 730–742.
30. *Садовников Н.В., Придыбайло Н.Д., Верещак Н.А., Заслонов А.С.* Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов. – Екатеринбург: УральскаяГСХА, 2009. – 86 с.
31. *Саломатин В.В., Ряднов А.А., Ряднова Т.А., Ряднова Ю.А.* Влияние биологически активной кормовой добавки на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2021. – № 3. – С. 45–49.

32. Дерхо М.А., Колесник Е.А. Корреляция прироста живой массы и сохранности бройлеров кросса ISA-15 с уровнем биохимических показателей крови // *Аграрный вестник Урала*. – 2011. – № 3 (82). – С. 27–29.
33. Горлов И.Ф., Калинина Н.В., Рудковская А.В. и др. Влияние фосфатидов и бишофита на зоотехнические показатели, гематологический и иммунный статус кур-несушек кросса Хайсекс Браун // *Птицеводство*. – 2023. – № 6. – С. 19–26.
34. Кочиш И.И., Романов М.Н., Лаптев Г.Ю. и др. Методические рекомендации по использованию современных биотехнологий для оценки экспрессии генов, связанных с продуктивностью и устойчивостью птицы к неблагоприятным факторам. – М.: Сельскохозяйственные технологии, 2019. – 112 с.
35. Гоноцкий В.А. Научное обоснование, разработка и реализация технологии продуктов из мяса птицы: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2008. – 78 с.
36. Околелова Т.М., Енгашиев С.В., Егоров И.А., Егорова Т.А. Роль биохимических показателей крови в оценке физиологического состояния птицы // *Птицеводство*. – 2023. – № 2. – С. 44–51.
37. Середя Т.И., Дерхо М.А. Характеристика углеводного обмена в организме кур-несушек кросса «Ломанн белый» // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2011. – № 3 (31). – С. 334–337.
38. Турганбаева А.С., Абдыкадырова Н.С., Абдираимова Н.А., Давлетова Ч.С. Особенности активности ферментов центральной и периферической зон метаболизма у кур во второй половине эмбриогенеза и в первые дни после вылупления // *Вестник Ошского государственного университета*. – 2018. – № 3. – С. 191–195.

## CHARACTERIZATION OF CORRELATIONS BETWEEN BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF BROILER CHICKENS

A.YU. ZAGARIN

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*Analysis of blood biochemical status is a universal way of monitoring metabolism and general physiological state of animals, which determines the relevance of identifying the nature of relationships between blood biochemical parameters and various economically useful and biological traits. The aim of the work is to determine the correlations between blood biochemical parameters and morphological features of broiler chickens (on the example of cross Ross 308). Broiler chickens in the number of 258 birds were reared in a one-room poultry house for 35 days under observance of technological parameters and feeding system recommended for the given cross. At the end of rearing, 18 chickens were slaughtered with subsequent blood sampling and anatomical cutting of carcasses. The obtained data were mathematically processed; Pearson correlation coefficients were calculated. The results of correlation analysis showed a direct relationship between the activity of aminotransferases and indicators characterizing muscle development and meat productivity ( $r = +0.56-0.57$ ), the activity of lactate dehydrogenase and indicators, characterizing muscle development and meat productivity ( $r = +0.50-0.73$ ), triglyceride concentration and liver weight ( $r = +0.51$ ), calculated indicators of protein metabolism and indicators of meat productivity ( $r = +0.47-0.64$ ). A negative relationship was found between glucose level and the sum of inedible parts of the carcass ( $r = -0.52$ ), as well as between some absolute indices of protein metabolism and indicators of meat productivity ( $r = -0.54-0.61$ ). The results of the research are important for expansion of the database of ranges of physiological norms of biochemical blood parameters of broiler chickens and can be used in interpretation of blood analysis results*

as monitoring indicators of metabolism, state and work of organs and level of meat productivity of poultry. The results of the research are important for expanding the database of ranges of physiological norms of biochemical blood indices of broiler chickens and can be used in interpreting the results of hematological analyses as monitoring indicators of metabolism, state and work of organs and level of meat productivity of poultry.

**Keywords:** blood biochemical parameters, correlation, broiler chickens, morphological traits, meat productivity, metabolism.

## References

1. Trukhachev V.I., Leshcheva M.G., Yuldashbaev Yu.A. Meat market in Russia: analysis of current state and prospects of development. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2012;11:3–9. (In Russ.)
2. Okolelova T.M., Engashev S.V., Egorov I.A., Egorova T.A. Assessment of the physiological state of poultry by blood parameters. *Ptitsevodstvo*. 2023;1:45–50. (In Russ.)
3. Bogolyubova N.V., Nekrasov R.V., Zelenchekova A.A. et al. Biochemical profile of the body of chickens of different directions of productivity. *Veterinaria i kormlenie*. 2022;6:11–15. (In Russ.)
4. Vertiprakhov V.G., Ksenofontov D.A., Kolesnik E.A., Ovchinnikova N.V. *Morpho-biochemical studies of blood in farm poultry*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2022:134 c. (In Russ.)
5. Moiseikina L.G., Ubushieva A.V., Chimidova N.V. et al. Biochemical composition of blood and productivity of cattle of the Kalmyk breed. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana*. 2022;251(3):172–177. (In Russ.)
6. Shakhbazova O.P. Biochemical parameters of blood and their relationship with fattening and meat qualities in pigs of different genotypes. *Veterinary Pathology*. 2011;1–2(36):100–103. (In Russ.)
7. Gritsenko S.A., Vereshchaga O.S., Koryukhov D.A. Evaluation of the relationship between blood parameters and productive qualities of repair pigs of different breed affiliation. *BIO*. 2019;10(229):8–16. (In Russ.)
8. Mkrtchyan G.V. Correlation between biochemical indicators of blood and milk productivity in cows with different mass fraction of protein in milk. *International Research Journal*. 2022;4–2(118):141–147. (In Russ.)
9. Zharikov Ya.A. Biochemical blood values of ewes in the first month of lactation and their relation to milk productivity. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(3):409–417. (In Russ.)
10. Rastopshina L.V., Kazantsev D.A. Study of the relationship of blood indices and velvet antler production of marals. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;1(159):115–119. (In Russ.)
11. Marshania I.V., Sukhanova S.F., Pozdnyakova N.A. Relationship of productive and hematological indicators of broiler goslings consuming Bio-Sorb-Selenium. *Vserossiyskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Nauchnoe obespechenie bezopasnosti i kachestva produktsii zhivotnovodstva. May 23, 2019*. Kurgan, Russia: Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, 2019:144–151. (In Russ.)
12. Saleeva I.P., Lysenko V.P., Shol V.G. et al. *Methods of research on the technology of egg and poultry meat production*. Sergiev Posad, Russia: All-Russian Research and Technological Poultry Institute, 2015:103. (In Russ.)

13. *Normative indicators for the production of Ross 308 broilers*: reference book. Aviagen, 2022:12. (In Russ.)
14. Kotarev V.I., Ivanova N.N. Productivity and mass of internal organs of broiler chickens when using a complex feed additive. *Bulletin of Veterinary Pharmacology*. 2021;4(17):65–70. (In Russ.)
15. Galiev D.M., Musin D.M., Shatskikh E.V. Effect of feed supplements Karbitoks on productivity, development of internal organs and meat quality of broiler chickens. *Molodezh i nauka*. 2016;5:55. (In Russ.)
16. Logvinov O.L. Improving quality of broilers meat. *Zootechnical Science of Belarus*. 2019;54(2):193–200. (In Russ.)
17. Mikhalyuk V.V., Malets A.V., Dubinich V.N. et al. Production tests of Poltribak feed additive on broilers in the conditions of APO Progress-Vertelishki of the Grodno district. In: *Agriculture – problems and prospects*. Ed. by B.K. Pestis. Grodno, Belarus: Grodno State Agrarian University, 2019;46:209–226. (In Russ.)
18. Tyurina L.E., Lefler T.F., Turitsyna E.G. Influence of unconventional mineral mixtures on meat productivity of broiler chickens. *Bulletin of KSAU*. 2020;6(159):138–143. (In Russ.)
19. Kaloev B.S., Ibragimov M.O., Pskhatsieva Z.V. Possibilities of improvement of broiler meat qualities. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017;3(39):118. (In Russ.)
20. Kopysov S.A. Influence of vitamin C of natural origin on the productivity of broiler chickens of cross “Ross-308”. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2017;8:22–25. (In Russ.)
21. Kopysov S.A., Kopysova E.V., Kornienko S.A. Meat productivity of broiler chickens when including in the diet biologically active additive “NUTRILAITE vitamin C plus”. *Innovations in Agricultural Complex: Problems and Perspectives*. 2016;3(11):96–99. (In Russ.)
22. Nikitchenko D.V., Nikitchenko B.E., Andrianova D.V. Meat productivity of broiler chickens when including sub-pro probiotic in their diet. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;1(53):198–206. (In Russ.)
23. Streltsov V.A., Fishchuk A.P. Effects of probiotic feed additive on the productivity of broiler chickens. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021;4 (86):52–59. (In Russ.)
24. Marusich A.G., Kuzmenkova. T.C. Slaughter qualities, organoleptic and tasting evaluation of meat and broth from broiler chicken meat at enrichment of finishing mixed fodder with vitamin C. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 90-letiyu biotekhnologicheskogo fakul'teta i kafedr genetiki i razvedeniya sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh, tekhnologii proizvodstva produktii i mekhanizatsii zivotnovodstva, kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh “Sovremennye dostizheniya i aktual'nye problemy zivotnovodstva”*. October 12–13, 2023. Vitebsk, Belarus: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2023:214–218. (In Russ.)
25. Burmistrov E.N. *Chance Bio*: laboratory diagnostics. Moscow, Russia: Nezavisimaya veterinarnaya laboratoriya “Shans Bio”, 2021:322. (In Russ.)
26. Sadovnikov N.V. Morphofunctional changes in immune organs in chickens of different degrees of physiological maturity before and after exposure to regulatory peptides. DSc (Vet) thesis: 06.02.01. St. Petersburg, Russia, 1995:298. (In Russ.)
27. *Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics*: reference book. Ed. by I.P. Kondrakhin. Moscow, Russia: KolosS, 2004. (In Russ.)
28. Sizova E.A., Rakhmatullin Sh.G., Chursina N.Yu. et al. Biochemical and morphological indices of blood of broiler chickens at different levels of metabolic

energy and mineral composition of the diet. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009;6(100):340–343. (In Russ.)

29. Vertiprakhov V.G., Grozina A.A., Yildirim E.A. et al. Efficacy of a complex preparation to correct digestion in broiler chickens (*gallus gallus* L.) in experimental mycotoxicosis. *Agricultural Biology*. 2022;57(4):730–742. (In Russ.)

30. Sadovnikov N.V., Pridybaylo N.D., Vereshchak N.A., Zaslunov A.S. *General and special methods of blood research of birds of industrial crosses*: monograph. Ekaterinburg-St. Petersburg, Russia: Ural'skaya GSKhA, 2009;86. (In Russ.)

31. Salomatina B.V., Ryadnov A.A., Ryadnova T.A., Ryadnova Yu.A. The effect of fir-tree based bioactive additive on the morphological and biochemical blood parameters in broilers. *Ptitsevodstvo*. 2021;3:45–49. (In Russ.)

32. Derkho M.A., Kolesnik E.A. Correlation of live weight gain and safety of broilers ISA-15 with the level of biochemical blood parameters. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011;3(82):27–29. (In Russ.)

33. Gorlov I.F., Kalinina N.V., Rudkovskaya A.V. et al. The effects of dietary phosphatides and bischofite on productive performance, hematological and immune statuses in Hisex Brown laying hens. *Ptitsevodstvo*. 2023;6:19–26. (In Russ.)

34. Kochish I.I., Romanov M.N., Laptev G.Yu. et al. *Guidelines for the use of modern biotechnology to assess the expression of genes associated with productivity and resistance of poultry to unfavourable factors*. Moscow, Russia: Sel'skokhozyaystvennyye tekhnologii, 2019: 112. (In Russ.)

35. Gonotskiy V.A. Scientific substantiation, development and realisation of the technology of poultry meat products. DSc (Eng) thesis: 05.18.04. Moscow, Russia, 2008:78. (In Russ.)

36. Okolelova T.M., Engashev S.V., Egorov I.A., Egorova T.A. The role of blood biochemical parameters in the assessment of the physiological state of poultry. *Ptitsevodstvo*. 2023;2:44–51. (In Russ.)

37. Sereda T.I., Derkho M.A. Characteristics of carbohydrate metabolism in the body of laying hens cross “Lohmann white”. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011;3 (31):334–337. (In Russ.)

38. Turganbaeva A.S., Abydkadyrova N.S., Abdiraimova N.A., Davletova Ch.S. Peculiarities of activity of enzymes of the central and peripheral zone of metabolism in chickens in the second half of embryogenesis and in the first days after hatching. *Bulletin of Osh State University*. 2018;3:191–195. (In Russ.)

### Сведения об авторе

**Загарин Артем Юрьевич**, аспирант, ассистент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: azagarin@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–34–34

### Information about the author

**Artem Yu. Zagarin**, postgraduate student, Assistant of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (499) 976–34–34; e-mail: azagarin@rgau-msha.ru)