

УДК: 636.5.033; 159.91; 616.074

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.203

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КОРРЕКЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Галкина Е.А.* – соискатель, асс. каф. физиологии, этологии и биохимии животных (ORCID 0000-0003-3824-2577); Мурадян Е.А. – асс. каф. физиологии, этологии и биохимии животных (ORCID 0009-0007-9287-9153); Вертипрахов В.Г. – д-р биол. наук, зав. каф. физиологии, этологии и биохимии животных (ORCID 0000-0002-3240-7636)

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

*galkina.e@granit-concern.ru

Ключевые слова: тепловой стресс, активность трипсина, биомаркер, цыплята-бройлеры.

Key words: heat stress, trypsin activity, biomarker, broiler chickens.

Поступила: 28.01.2025

Принята к публикации: 06.03.2025

Опубликована онлайн: 26.03.2025



РЕФЕРАТ

В настоящее время, помимо традиционных методов в птицеводстве, начали использовать волновые технологии, основанные на воздействии слабых электромагнитных полей на птиц. Исследования проводили на 80 цыплятах-бройлерах кросса «Смена 9» в учебно-производственном птичнике и лаборатории физиологии питания РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 году. В условиях теплового стресса изучали физиологический статус и зоотехнические показатели птицы. В качестве метода повышения метаболизма и повышения продуктивности использовали аппарат неинвазивной электромагнитной терапии «ТОР» (производитель АО «Концерн ГРАНИТ»). Результаты исследований показали, что прирост живой массы за период опыта (35 суток) у цыплят-бройлеров опытной группы был выше на 19,5% ($p < 0.05$), что можно объяснить более высоким обменом веществ в организме опытных цыплят, поскольку у них значительно возросло потребление корма (на 7,3%). Усвоение питательных веществ было выше, поскольку затраты на 1 кг прироста живой массы в опытной группе ниже на 10,2% по сравнению с контрольной группой. Это было связано с усилением процессов пищеварения, при этом активность трипсина возрастала в опытной группе на 24,4% ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Активность трипсина в сыворотке крови имела тенденцию к повышению на 10,9%, общий белок увеличился на 8,9% ($p < 0,05$), что указывало на усиление скорости белкового обмена в сторону ассимиляции. Следовательно, многогранная роль трипсина в организме может выполнять роль биомаркера в диагностике стрессового состояния организма животных и корректироваться с помощью разных методов, в том, числе электромагнитного излучения.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Птицеводство – одна из самых динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства [1]. Особенности производственного цикла и высокая интенсивность выращивания бройлеров обуславливают возникновение ряда проблем: высокая скученность при содержании птицы, возникновение стресса, нарушение пищеварительных и обменных процессов. Решение этих проблем призвано повысить продуктивность мясного птицеводства, улучшить качество мяса и условия жизни бройлеров, чего можно достичь только при непрерывном усовершенствовании процессов и введении новых высокотехнологичных методов при содержании птицы.

В настоящее время, помимо традиционных методов в птицеводстве, начали использовать волновые технологии, основанные на воздействии слабых электромагнитных полей на птиц [2]. Высокопродуктивную птицу помещают в электромагнитное поле, создаваемое как естественными, так и искусственными источниками. Важно отметить, что в процессе эволюции у птиц развился определенный уровень активности физиологических и биохимических процессов, который зависит от воздействия природных электромагнитных полей [3]. Исследования показали, что обработка животных электромагнитными импульсами с помощью различных устройств безопасна и не вызывает нежелательных побочных эффектов [4].

Рост и развитие птицы в значительной степени зависят от её пищеварительной системы, которая играет ключевую роль в обмене веществ. Это, в свою очередь, влияет на здоровье птицы, эффективность использования корма и скорость набора живой массы, что имеет важное значение для экономики птицеводства. Для повышения эффективности мясного производства необходимо объединить генетический потенциал птицы с научным подходом к развитию её пищеварительной системы.

Наиболее показательным методом

оценки пищеварительной системы продуктивных животных являются фистульные технологии. Основной гидролиз питательных веществ происходит в тонком кишечнике, следовательно, расположение фистулы на восходящем колоне двенадцатиперстной кишки, в месте впадения панкреатических и желчных протоков, является наиболее информативным местом получения кишечного содержимого (химуса) для оценки ферментативной активности [5]. Фермент поджелудочной железы трипсин, поступая в кровь, выполняет гормоноподобную функцию [6], участвуя в регуляции метаболизма [7,8], артериального давления [9], снижает воспалительную реакцию [10]. Установлена корреляция между трипсином и щелочной фосфатазой, кальцием и фосфором в биологических жидкостях, что позволяет считать данный фермент биологическим маркером. Целью данного исследования было изучение влияния теплового стресса при выращивании цыплят-бройлеров на прирост массы и физиологические показатели, поиски нового биомаркера стрессовой реакции организма в виде трипсина и коррекция метаболизма птицы с использованием электромагнитного излучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования выполняли в учебно-производственном птичнике РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и лаборатории физиологии РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 году. Объектом исследования являлось 80 цыплят-бройлеров кросса «Смена 9» (*Gallus gallus L.*) в возрасте 1-35 суток.

Эксперименты проводились в соответствии с нормами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в исследованиях и для научных целей (ETS 123, Страсбург, 1986). Исследователи и персонал руководствовались требованиями гуманного отношения к животным, при хирургических манипуляциях применялись седативные и обезболивающие средства.

Цыплята были разделены на две груп-

пы, контрольную и опытную, случайным отбором, и рассажены в 2 брудера по 40 голов в каждом.

Для воздействия на цыплят опытной группы использовали аппарат неинвазивной электромагнитной терапии «ТОР» (производитель АО «Концерн ГРАНИТ»). Принцип обработки был основан на слабом неионизирующем нетепловом ЭМИ, непрерывно генерируемом высоковольтными импульсами амплитудой 5–8 кВ, которые способны воздействовать на рН изотонических растворов на дистанции до 700 м [11]. Частота импульсов составляла 100–150 Гц. Каждый волновой пакет с крутыми прямоугольными фронтами содержал частотные моды, кратные 25 кГц. Рабочая мощность прибора не превышала 80 Ватт, то есть была меньше мощности стандартной лампы накаливания в помещениях [12]. Воздействие на птицу производилось Аппаратом «ТОР», установленным на штатив на расстоянии 2 м от клетки с птицей с использованием спектра «Росток+». Обработку птицы осуществляли на протяжении всего периода выращивания в следующем режиме: 1-21 сутки - 3 мин - направленное воздействие электромагнитных излучений (ЭМИ), затем 57 мин — перерыв в течении 12 ч с 08.00 до 20.00; 22-35 сутки - 3 мин воздействие/27 мин перерыв в течении 12 ч с 08.00 до 20.00. Среднее расстояние от аппарата до цыплят опытной группы составляло не менее 1,5–2,0 м, при этом контрольная группа находилась вне зоны действия прибора.

С 1-суточного до 7-суточного возраста цыплята содержались в брудерах Оптима Цифра с терморегулятором, производитель компания «Подворье» (Киров, ул. Филатова, 34 корпус Б), на сетчатом полу, при температуре внутри брудера 30°C, влажности 65 %. Световой режим составлял: 1-4 сутки – 1 час темноты/23 часа освещения; 5-7 сутки – 2 часа темноты/22 часа освещения.

В 8-суточном возрасте цыплята были пересажены в клетки с сетчатым полом. Температурный режим: 8-14 дни - 28 °С; 15-21 дни - 26°C. При норме 22 °С. Влаж-

ность: 70 %. Световой режим: 7-8 дни – 3 часа темноты/21 час освещения; 9-14 сутки – 4 часа темноты/20 часов освещения; 15-21 сутки – 12 часов темноты/12 часов освещения.

В 22-суточном возрасте каждая группа была разделена на две части по массе, по 10 голов цыплят наименьшей массы от каждой группы было переведено в отдельное помещение. Температурный режим составлял: 22-35 дни – 24°C; 36-42 дни – 22°C. При норме – 20 °С. Влажность: 70 %. Световой режим: 22-35 сутки – 8 часов темноты/16 часов освещения; 36-42 сутки – 4 часа темноты/20 часов освещения.

Фистульные птицы после хирургической операции были переведены в индивидуальные клетки. Температурный режим: 22-42 сутки – 24°C. При норме 20°C. Влажность: 70 %. Световой режим: дневное освещение.

Кормление цыплят осуществлялось кормами производства ООО «Агроцентр» (Московская область, городской округ Истра, посёлок станции Холщёвики, территория Истра-Хлебопродукт, с1). Корм для обеих групп (контрольной и опытной) был одинаковым, кормление производилось одновременно и в одинаковом объеме. Фистульные цыплята не кормились накануне проведения операции и в день операции.

Корм ПРЕСТАРТ ПК-5 для молодняка бройлеров 0-14 дней, ГОСТ 18221-2018. Состав: пшеница, кукуруза, масло растительное, шрот соевый, лизин, метионин, треонин, валин, соль, монокальцийфосфат, известняковая мука, премикс (витамины и микроэлементы для молодняка бройлеров).

Корм СТАРТ ПК-5 для молодняка бройлеров 1-4 недели. Состав: пшеница, кукуруза, шрот соевый, жмых подсолнечный, масло растительное, белковый концентрат, лизин, метионин, треонин, соль поваренная, монокальцийфосфат, известняковая мука, сода пищевая, комплексная кормовая добавка для молодняка бройлеров (витамины + микроэлементы).

Корм РОСТ ПК-6 для молодняка брой-

леров старше 5 недель. Состав: пшеница, кукуруза, жмых подсолнечный, шрот подсолнечный, глютенный кукурузный корм, масло растительное, белковый концентрат, мучка пшеничная, лизин, метионин, треонин, соль поваренная, монокальцийфосфат, известняковая мука, сода пищевая, комплексная кормовая добавка для бройлеров (витамины + микроэлементы).

Доступ к воде был свободный.

Взвешивание птицы проводилось на 1, 4, 8, 12 (выборочное), 15, 18 (выборочное), 21, 29, 31 (фистульные птицы), 35 (выборочное), 41,43 (фистульные птицы) суток. Для взвешивания цыплят в возрасте 1-7 суток использовались весы Aceline RT-40 (Китай): предел взвешивания макс 5 кг, точность 1 г. Для взвешивания цыплят в возрасте 8-43 суток использовались порционные весы МИДЛ серии «Базар 2у Н» (Россия): предел взвешивания макс 30 кг, мин 100 г, точность 5/10 г.

С целью учета съеденного корма перед выдачей порция корма взвешивалась отдельно для каждой клетки.

Хирургические операции проводили на 10 цыплятах контрольной группы и 10 цыплятах опытной группы в возрасте 20-22 суток, вживляя канюлю напротив впадения панкреатических и желчных протоков в кишечник, согласно авторской методике (Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Кислова И.В., Кошечева М.В., 2019) [5]. В течение суток после операции птицу не кормили, а затем переходили на нормированное кормление, отслеживая прохождение химуса через кишечник. Швы снимались на пятые сутки.

Биохимическое исследование крови проводилось на 18, 29, 35 сутки по 10 голов каждой группы. Взятие крови проводилось из подкрыльцовой вены, предварительно перья на месте процедуры удалялись, кожа обрабатывалась ватным тампоном со спиртом. Использовались инъекционные иглы размера 21G, 0,8X40 мм. Для сбора крови использовались пробирки с активатором свертывания 13x100

мм 6мл (VacPlus, Китай). Сыворотка центрифугировалась на центрифуге Eppendorf MiniSpin plus для микропробирок 1,5/2,0 мл (Германия) при 5000 об/мин в течение 5 минут.

Биохимические показатели крови: содержание кальция, фосфора и общего белка, глюкозы, активность трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, липазы, уровень холестерина и триглицеридов определяли в ~~назв~~ сыворотке крови.

Для определения трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, кальция, фосфора использовался полуавтоматический биохимический анализатор Biochem SA (США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей.

Для определения липазы использовался полуавтоматический биохимический анализатор BS-3000M (Китай), реактивы ДиаВетТест (Россия), в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей.

Для определения глюкозы, мочевой кислоты, общего белка, триглицеридов, холестерина, щелочной фосфатазы в крови использовался автоматический биохимический анализатор HTI BioChem FC-120 (США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора.

Биохимическое исследование химуса, полученного через фистулу, проводилось на 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 сутки.

Взятие химуса проводилось дважды в день по 1 мл через фистулу: утром через 1 час после кормления, затем через 2 часа после кормления. Содержимое центрифугировалось на центрифуге Eppendorf MiniSpin plus для микропробирок 1,5/2,0 мл (Германия) при 5000 об/мин в течение 5 минут, надосадочная жидкость сразу же исследовалась.

В качестве показателей для биохимического исследования были взяты: трипсин, щелочная фосфатаза, амилаза, липаза, кальций, фосфор.

Для определения трипсина, щелочной фосфатазы, амилазы, кальция, фосфор использовался полуавтоматический биохимический анализатор Biochem SA

(США), реактивы High Technology, в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей. Активность трипсина определяли по методу Вертипрахова, Грозиной (2018) [13].

Для определения липазы использовался полуавтоматический биохимический анализатор BS-3000M (Китай), реактивы ДиаВетТест (Россия), в соответствии с инструкцией анализатора для различных показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ/RESULTS

Экспериментальные данные показали, что повышенная температура и влажность в помещении при выращивании цыплят-бройлеров негативно сказалась на продуктивности птицы (табл.1).

Результаты исследований показали, что цыплята-бройлеры опытной группы

опережали контрольных на 19,5% ($p < 0.05$), что можно объяснить более высоким обменом веществ в организме опытных цыплят, поскольку у них значительно возрастало потребление корма (на 7,3%). Усвоение питательных веществ было выше, поскольку затраты на 1 кг прироста живой массы в опытной группе ниже на 10,2% по сравнению с контрольной группой.

Результаты активности трипсина в дуоденальном содержимом у цыплят-бройлеров показали, что по активности фермента в сложнорефлекторную фазу регуляции пищеварительной функции наблюдались различия (рис 1).

Таблица 1 – Результаты прироста живой массы цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сохранность поголовья, %	100,0	100,0
Средняя живая масса цыплят-бройлеров в 35-суточном возрасте, г	1795±24,5	2146±38,9*
В % к контролю	100,0	119,5
Среднесуточный прирост, г	52,8	63,1
Потребление корма на 1 гол., кг	3,16	3,39
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,760	1,580

Примечание: * различия между опытной и контрольной группой достоверны при $p < 0.05$, здесь и далее

Экспериментальные данные показали, что активность трипсина в порции дуоденального химуса, полученного через 60 минут после кормления в опытной группе выше на 24,4% по сравнению с контрольной группой. Эта фаза пищеварения регулируется при участии нервных механизмов и обусловлена раздражением рецепторов в ротовой полости и условными сигналами, связанными с приемом корма. Вторая фаза (120 минут после кормления) обусловлена поступлением содержимого желудка в кишечник и регулируется гормонами (секретином и холецистокини-

ном), которые образуются под влиянием кислого содержимого желудка в слизистой оболочке кишечника. Следовательно, тепловой стресс оказывает негативное влияние на активность трипсина в кишечнике и это угнетает процесс пищеварения. Это подтверждается данными литературы [14].

Для определения состояния метаболизма были выполнены биохимические исследования крови, данные представлены в табл.2.

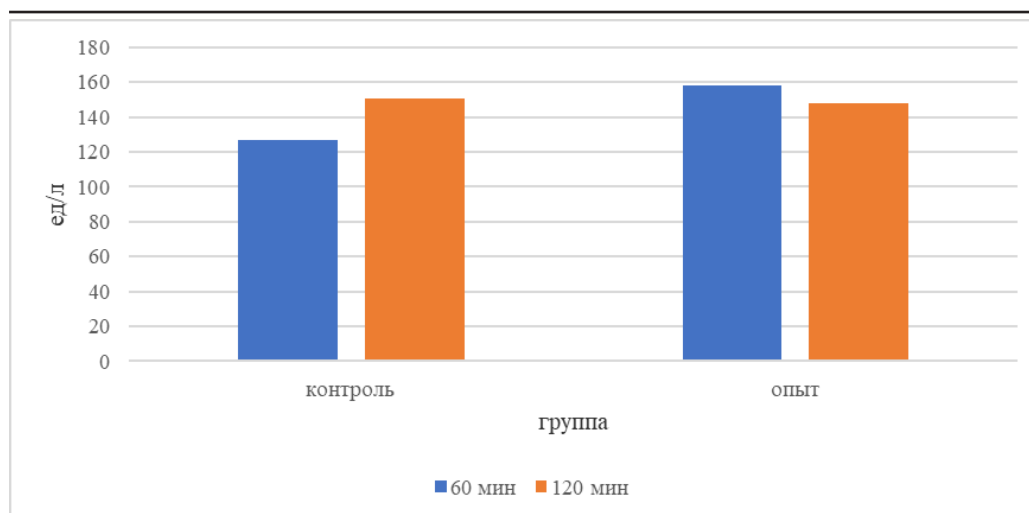


Рисунок 1 – Активность трипсина в дуоденальном содержимом цыплят-бройлеров при получении химуса через 60 и 120 минут после кормления.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови у цыплят-бройлеров, содержащихся при повышенной температуре в помещении

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Активность трипсина, ед/л	55±7,0	61±5,8
Активность амилазы, ед/л	880±82,9	653±88,0*
Активность щелочной фосфатазы, ед/л	811±85,5	340±54,3*
Содержание глюкозы, ммоль/л	11,8±0,36	11,3±0,39
Общий белок, г/л	35,8±1,55	39±0,39*
Мочевая кислота, мкмоль/л	94±18,5	118±21,0
Триглицериды, ммоль/л	0,35±0,015	0,27±0,040
Холестерин, ммоль/л	4,2±0,21	4,5±0,20
Кальций, ммоль/л	2,5±0,04	2,5±0,02
Фосфор, ммоль/л	1,5±0,19	1,5±0,12

Из данных таблицы видно, что активность амилазы в сыворотке крови цыплят-бройлеров снизилась в опытный период на 25,8% ($p<0.05$), щелочной фосфатазы – на 58,1% ($p<0.05$), активность трипсина имеет тенденцию к повышению на 10,9%, общий белок увеличился на 8,9% ($p<0.05$) по сравнению с контрольной группой. Изменение активности амилазы связано, по-видимому, с увеличением активности протеаз. Щелочная фосфатаза увеличивается при разрушении клеток кишечника,

печени, костной ткани, в данном случае процессы направлены в сторону анаболизма. Увеличение общего белка можно объяснить активизацией обменных процессов, поскольку эти белки обеспечивают процессы жизнедеятельности в организме животных. Следовательно, биохимический статус согласуется с зоотехническими и физиологическими показателями, которые указывают на повышение обменных процессов при воздействии на организм бройлеров электромагнитным

излучением в условиях теплового стресса.

ВЫВОДЫ/CONCLUSIONS

Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод:

В условиях теплового стресса воздействие на цыплят-бройлеров электромагнитным излучением оказывает положительное воздействие на метаболизм: птица потребляет лучше корм, увеличивается эффективность его усвоения, что способствует повышению прироста живой массы и среднесуточного прироста.

При воздействии электромагнитным излучением повышается ферментативный процесс в тонком кишечнике за счет увеличения активности трипсина на 24,4% в сложнорефлекторную фазу регуляции пищеварения у птицы, что обусловлено нервными механизмами регуляции под влиянием электромагнитных волн.

Биохимический статус цыплят-бройлеров изменяется в сторону анаболизма при активации процессов парасимпатической нервной системы на что указывает повышение активности трипсина в дуоденальном содержимом и тенденции его увеличения в сыворотке крови. Следовательно, многогранная роль трипсина в организме может выполнять роль биомаркера в диагностике стрессового состояния организма животных и корректироваться с помощью разных методов, в том, числе электромагнитного излучения.

A BIOMARKER FOR STRESS IN BROILER CHICKENS

Galkina E.A. * – Assistant of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, the applicant (ORCID 0000-0003-3824-2577); **Muradyan E.A.** – Assistant of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals (ORCID 0009-0007-9287-9153); **Vertiprakhov V.G.** – Doctor of Biology, Head of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals (ORCID 0000-0002-3240-7636)

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

*galkina.e@granit-concern.ru

ABSTRACT

Currently, in addition to traditional methods in poultry farming, they have begun to use wave technologies based on the effect of weak electromagnetic fields on birds. Studies were carried out on 80 broiler chickens of the cross "Change 9" in the educational and production poultry house and laboratory of nutritional physiology of K.A. Timiryazev Russian State Academy of Agriculture named after K.A. Timiryazev in 2024. Physiological status and zootechnical indicators of poultry were studied under heat stress conditions. Non-invasive electromagnetic therapy device "TOR" (manufacturer "Concern GRANIT" JSC) was used as a method to increase metabolism and productivity. The results of research showed that the live weight gain for the period of experience (35 days) in broiler chickens of the experimental group was higher by 19.5% ($p<0.05$), which can be explained by a higher metabolism in the body of experimental chickens, because they significantly increased feed intake (by 7.3%). Nutrient assimilation was higher as the cost per 1 kg of live weight gain in the experimental group was lower by 10.2% compared to the control group. This was due to the strengthening of digestive processes, with trypsin activity increasing in the experimental group by 24.4% ($p<0.05$) compared to the control group. Trypsin activity in blood serum tended to increase by 10.9%, total protein increased by 8.9% ($p<0.05$), indicating an increase in the rate of protein metabolism towards assimilation. Consequently, the multifaceted role of trypsin in the organism can fulfill the role of a biomarker in diagnosing the stress state of the animal organism and can be corrected using different methods, including electromagnetic radiation.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фисинин В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография. – М.: Хлебпродинформ, 2019. - 470 с.
2. Хохлов Р.Ю. Технология волновой стимуляции продуктивности птицы / Р.Ю. Хохлов, С.И. Кузнецов, Б.Н. Була-

- нов, Е.В. Родин // Экология и жизнь: мат. междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 1999. - С. 132-134.
3. Салеева И. УФ-облучение кур / И. Салеева, Е. Журавчук, А. Иванов // Животноводство России. - 2017. № 6.- С. 7-10.
4. Gaynor J.S. Veterinary applications of pulsed electromagnetic field therapy / J.S. Gaynor, S. Hagberg, B.T. Gurfein // Research in Veterinary Sci. 2018. Vol. 119. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.05.005>
5. Вертипрахов, В. Г. Физиология кишечного пищеварения у кур (экспериментальный подход) / В. Г. Вертипрахов. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 175 с. – ISBN 978-5-9675-1887-4.
6. Ramachandran R., Hollenberg M.D. Proteinases and signalling: pathophysiological and therapeutic implications via PARs and more. Br J Pharmacol. - 2008, 153. – P. 263-282.
7. Вертипрахов, В. О новом маркере метаболизма у животных / В. Вертипрахов, М. Селионова, В. Малородов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2024. – № 2. – С. 33-39.
8. Активность протеолитического фермента трипсина в сыворотке крови у крыс в условиях водной и пищевой депривации / И.В.Кузьмина, Н.В.Овчинникова, С.М.Толпыго //Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 2023. Т.75, 5. – С.540-548. DOI: 10.47056/0365-9615-2023-175-5-540-544
9. Гематологические и гемодинамические показатели у кроликов (*Oryctolagus cuniculus* subsp. *domesticus*) под влиянием внутримышечной инъекции трипсина / В. Г. Вертипрахов, С. И. Полина, Е. С. Седлецкая, Н. А. Сергеевкова // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59, № 2. – С. 366-374. – DOI 10.15389/agrobiology.2024.2.366rus.
10. Tae J, Han SW, Yoo JY, Kim JA, Kang OH, Baek OS, Lim JP, Kim DK, Kim YH, Bae KH, Lee YM. Anti-inflammatory effect of *Lonicera japonica* in proteinase-activated receptor 2-mediated paw edema// Clin Chim Acta. 2003. - 330(1-2). - P.165-71. doi: 10.1016/s0009-8981(03)00017-2. PMID: 12636936.
- 11.Бондарчук Е.В. Слабые импульсные электромагнитные поля повышают урожайность и иммунитет картофеля / Е.В. Бондарчук, О.В. Овчинников, И.Ф. Турканов [и др.] // Картофель и овощи. - 2023. № 4. - С. 35-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004>.
- 12.Пат. 2765973 РФ: МПК А 61N 5/00. Устройство для подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов и вирусов электромагнитным излучением / АО «Концерн ГРАНИТ» (RU). № 2020124927; заявл. 27.07.2020; опубл. 07.02.2022; бюл. № 4. 7 с.
- 13.Вертипрахов, В.Г., Грозина, А.А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы. Ветеринария. - 2018. 6. С.51-54. DOI: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
- 14.Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стресс у птицы. сообщение 1. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления // Сельскохозяйственная биология. – 2015. 50 (2). - С.162-171. doi: 10.15389/agrobiology.2015.2.162rus

REFERENCES

1. Fisinin V.I. World and Russian poultry farming: realities and challenges of the future: monograph. - Moscow: Khlebprominform, 2019. - 470 с.
2. Khokhlov, R.Yu. Technology of wave stimulation of poultry productivity / R.Yu. Khokhlov, S.I. Kuznetsov, B.N. Bulanov, E.V. Rodin // Ecology and life: mat. of Intern. scientific-practical conf. Penza, 1999. - С. 132-134.
3. Saleeva I. UV irradiation of chickens / I. Saleeva, E. Zhuravchuk, A. Ivanov // Livestock of Russia. - 2017. № 6.- С. 7-10.
4. Gaynor J.S. Veterinary applications of pulsed electromagnetic field therapy / J.S. Gaynor, S. Hagberg, B.T. Gurfein // Research in Veterinary Sci. 2018. Vol. 119. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.05.005>
5. Vertiprakhov V. G. Physiology of intestinal digestion in chickens (experimental ap-

- proach). – Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2022. – 175 p. – ISBN 978-5-9675-1887-4.
6. Ramachandran R., Hollenberg M.D. Proteinases and signalling: pathophysiological and therapeutic implications via PARs and more. *Br J Pharmacol.* - 2008, 153. – P. 263-282.
7. Vertiprakhov, V. About a new marker of metabolism in animals / V. Vertiprakhov, M. Selionova, V. Malorodov // *Veterinary of farm animals.* - 2024. - № 2. - C. 33-39.
8. Activity of the proteolytic enzyme trypsin in serum in rats under conditions of water and food deprivation / I.V. Kuzmina, N.V.Ovchinnikova, S.M.Tolpygo // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2023. VOL.75, 5. - P.540-548. DOI: 10.47056/0365-9615-2023-175-5-540-544
9. Hematological and hemodynamic parameters in rabbits (*Oryctolagus cuniculus* subsp. domesticus) under the influence of intramuscular injection of trypsin / V. G. Vertiprakhov, S. I. Polina, E. S. Sedletskaia, N. A. Sergeenkova // *Agricultural Biology.* - 2024. - T. 59, № 2. - C. 366-374. - DOI 10.15389/agrobiology.2024.2.366rus.
10. Tae J, Han SW, Yoo JY, Kim JA, Kang OH, Baek OS, Lim JP, Kim DK, Kim YH, Bae KH, Lee YM. Anti-inflammatory effect of *Lonicera japonica* in proteinase-activated receptor 2-mediated paw edema// *Clin Chim Acta.* 2003. - 330(1-2). - P.165-71. doi: 10.1016/s0009-8981(03)00017-2. PMID: 12636936.
11. Bondarchuk E.V. Weak pulsed electromagnetic fields increase the yield and immunity of potatoes / E.V. Bondarchuk, O.V. Ovchinnikov, I.F. Turkanov [et al.] // *Potatoes and Vegetables.* - 2023. № 4. - C. 35-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004>.
12. Pat. 2765973 RF: MPC A 61N 5/00. Device for suppression of pathogenic microorganisms and viruses by electromagnetic radiation / Concern GRANIT JSC (RU). No. 2020124927; filed. 27.07.2020; publ. 07.02.2022; bibl. no. 4. 7 c.
13. Vertiprakhov, V.G., Grozina, A.A. Estimation of the state of the pancreas by determination of trypsin activity in poultry blood. *Veterinary Science.* - 2018. 6. C.51-54. DOI: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
14. Fisinin V.I., Kavtarashvili A.Sh. Heat stress in poultry. I. Danger, related physiological changes and symptoms // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya / Agricultural Biology*, 2015, V. 50, ¹ 2, pp. 162-171.