Научная статья
УДК 636.22/.28.087.7:612.115

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТА БЕЛКА ЛИЧИНОК ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ НА ОТДЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ТЕЛЯТ

Пелагея Александровна Баранова, Дмитрий Валерьевич Иванов,
Елена Владимировна Крапивина
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Научно-хозяйственный опыт на ООО «Дружба-2» Брянской области был проведен на трёх группах телят черно-пестрой породы 1-месячного возраста по 10 голов в каждой: 1 группа – контрольная; 2 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней; 3 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней. Установлено, что существенного влияния на уровень общего белка и альбуминов в крови скармливание телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка не оказало. В отдалённый период после окончания скармливания препарата (через 67 суток опытного периода), было установлено снижение уровня глобулинов и концентрации мочевины в крови у телят 2 группы, что указывает на меньшую потребность в защитных белках у этих животных, и более высокий уровень трансаминирования с использованием аминогрупп в других синтезах.

Ключевые слова: телята, гидролизат белка личинок мухи чёрная львинка, биохимические показатели крови.

Для цитирования: Баранова П.А., Иванов Д.В., Крапивина Е.В. Влияние использования гидролизата белка личинок чёрной львинки на отдельные биохимические показатели крови у телят // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 35-39.

Original article

EFFECT OF PROTEIN HYDROLYSATE OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE ON SELECTED BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN CALVES

Pelageya A. Baranova, Dmitry V. Ivanov, Yelena V. Krapivina
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The scientific and economic experiment at LLC “Druzhba-2” in Bryansk region was conducted on three groups of 1-month-old black-and-white calves, 10 heads each: group 1 – control; group 2 – experimental, which were fed with black soldier fly larval protein hydrolysate once a day, 8 g per head, for 30 days; group 3 – experimental, which were fed with black soldier fly larval protein hydrolysate once a day, 12 g per head, for 30 days. It was found that feeding calves different amounts of black soldier fly larvae protein hydrolysate did not have a significant effect on the level of total protein and albumin in the blood. In the remote period after the end of feeding the preparation (after 67 days of the experimental period), a decrease in the level of globulins and the concentration of urea in the blood of calves of group 2 was established, which indicates a lower need for protective proteins in these animals, and a higher level of transamination using amino groups in other syntheses.

Key words: calves, black soldier fly larvae protein hydrolysate, biochemical indicators of blood.

For citation: Baranova P.A., Ivanov D.V., Krapivina Ye.V. Effect of protein hydrolysate of black soldier fly larvae on selected biochemical blood parameters in calves // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 35-39.

Введение. Отличием живой природы от неживой является обмен веществ, который является сложным процессом превращений молекул различной организации. Общей средой организма, которая объединяет все клетки является кровь. Кровь – единственная ткань, имеющая контакт со всеми тканями и системами органов организма. По составу крови можно судить об изменениях, происходящих в организме, так как любое изменениев нём отражается на составе крови. Следует учитывать, что биохимические константы крови играют важную роль в реализации физиологических процессов в ходе онтогенеза.

Жидкая часть крови (сыворотка, плазма) представляет собой сложную многокомпонентную систему. В ее состав входит большое число неорганических и органических соединений, среди которых особое место занимают белки, обеспечивающие интеграцию обменных процессов. Основным критерием оценки насколько организм животного обеспечен питательными веществами, является уровень белка в их крови [1]. Большинство белков организма синтезируется в печени, например, альбумины и некоторые глобулины, составляющие существенную долю белков плазмы. Альбумины служат транспортными белками в обменных процессах. Они связывает и переносит многие слаборастворимые продукты метаболизма, входят в структуру общего белка и занимают 40% от всех белков сыворотки крови. Сравнительно низкий молеку-

лярный вес и высокая плотность отрицательных зарядов на поверхности молекулы помогают альбумину в поддержании в плазме достаточно высокого осмотического давления.

Глобулины с помощью электрофореза можно разделить на три фракции: αфракция содержит белки острой фазы воспаления (гаптогобин, сывороточный амилоид А, α1-антитрипсин, α1-кислый гликопротеин (орозомукоид), α2- макроглобулин, гаптоглобин, церулоплазмин, аполипопротеин В); в β-фракции присутствуют белки системы комплемента (С3 и С4), трансферрин, С-реактивный белок; γ-фракция представлена иммуноглобулинами разных классов. Таким образом, основной функцией глобулинов является защитная, особенно это касается гамма-глобулинов. Исследованиями не было выявлено никакой связи между возрастом телят и уровнем гамма-глобулинов. Однако была обнаружена очень сильная корреляция между низким весом телят и высокой частотой гипогаммаглобулинемии. Активность защитных белков, в том числе антител зависит от множества факторов [2].

Процессы анаболизма в организме животных сопровождаются процессами катаболизма. При разложении белков образуются аминокислоты, которые в основном идут или на синтез новых белков или подвергаются процессам переаминирования, декарбоксилирования или дезаминирования. В результате последнего процесса происходит отщепление аминогруппы. Большая часть свободного аммиака, а также аминного азота в составе аминокислот (в основном глутамин, аланин) поступают в печень, где из них синтезируется нетоксичное и хорошо растворимое в воде соединение — мочевина. Мочевина является основной формой выведения азота из организма, уровень её содержания в крови определяют с целью оценки азотистого обмена. Концентрация мочевины в крови возрастает при избыточном потреблении белка, процессах повышенного распада эндогенного белка, нарушениях работы почек. Снижение содержания мочевины происходит при нарушении синтетической функции печени, а также при дефиците белка в корме, интенсивном участии аминогрупп в процессах синтеза различных соединений.

Для поддержания жизнедеятельности организма и обеспечения протекающих в нем процессов обмена веществ необходима энергия, которая аккумулируется в АТФ, в первую очередь при окислении глюкозы. Затраты животными энергии существенно изменяются в процессе роста, в зависимости от физиологического состояния, уровня продуктивности, двигательной активности, условий кормления, содержания. В тоже время интенсивность процессов энергообразования определяет активность процессов всех видов обмена веществ, физиологическое состояние органов и систем, и в конечном итоге - рост, развитие, продуктивность животных и состояние их здоровья.

Современное промышленное животноводство характеризуется высокой степенью интенсивности использования животных, что обусловливает возникновение проблем для их здоровья и благополучия. [3]. Важным периодом в жизни животного является переход с молочного периода кормления на основной, когда чаще всего не хватает энергии, протеина, макро- и микроэлементов, витаминов. Чтобы восполнить их недостаток применяются различные препараты, которые способствуют оптимизации гомеостаза [4]. Кроме того, постоянно возникают стрессы различной этиологии, к которым можно также отнести вакцинацию. Для смягчения последствий стресса нужно поддерживать необходимое потребление питательных веществ [5]. Экономически перспективным видом кормового сырья, особенно по содержанию протеина, являются личинки чёрной львинки [6,7], и в том числе гидролизат личинок, который представляет собой смесь аминокислот.

Целью исследования являлось изучение влияния скармливания разных доз гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка на некоторые биохимические показатели крови телят.

Материалы и методы исследования. Для изучения влияния скармливания гидролизата белка личинок львинки чёрной на биохимические показатели крови у телят после вакцинации против пастереллёза был проведен научно-хозяйственный опыт на ООО «Дружба-2» Брянской области, Брасовскго района. С учетом живой массы и интенсивности роста методом парных аналогов были сформированы 3 группы по 10 телят черно-пестрой породы месячного возраста, средней живой массы 62,03±1,07 кг: 1 группа – контрольная; 2 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней; 3 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней. Взятие крови для анализа проводили у 5 животных из каждой группы перед началом опыта (08.04.2024), второй раз 17.05.2024 и третий раз 14.06.2024. Препарат гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка был изготовлен и предоставлен ВНИТИ биологической промышленности (лаборатория БАВ, г. Щелково). Животные содержались в соответствующих ветеринарно-санитарным требованиям условиях, получали хозяйственный рацион в соответствии с общепринятыми нормами. Биохимические показатели крови у телят определяли в Брянской испытательной лаборатории (Брянск ИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») с помощью дозатора механического одноканального Biohit (дата поверки – 10.03.2025), лабораторной центрифуги 5418 дата поверки – 01.02.2025), рефрактометра ИРФ – 454 Б2М (дата поверки – 06.06.2024), фотометра биохимического полуавтоматического CLIMA MC–15 модификации CLIMA MC–15 (дата поверки – 31.07.2024) [8, 9, 10]. За 6 суток до начала опыта (02.04.2024) была произведена вакцинация телят против пастереллеза крупного рогатого скота вакциной против пастереллеза (серия №010323).

Полученные цифровые данные обработаны методом вариационной статистики. Для выявления статистически значимых различий использован критерий Стьюдента, достоверно значимыми изменения считали начиная с p<0,05.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение биохимического состава крови у животных является одним из методов оценки физиологического состояния организма. Изменения биохимических показателей может носить как патологический, так и адаптивно-возрастной (физиологический) характер. [11]. В крови у телят подопытных групп перед началом опыта содержание общего белка соответствовало нормативным значениям [12] без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1 и 2 групп отмечена тенденция к повышению уровня общего белка на 2,08 и 3,14% соответственно, а у животных 3 группы, напротив, тенденция к снижению уровня этого показателя на 1,26%. По окончании опытного периода (через 67 суток) установлена обратная тенденция – в крови у телят 1 и 2 групп - тенденция к снижению на 5,57 и 5,76% соответственно, а у животных 3 группы, напротив, - тенденция к повышению 0,73%. Таким образом, направленность изменений концентрации общего белка в крови у телят, получавших по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней аналогична динамике этого показателя в крови у контрольных животных. В крови у телят, получавших по 12 г на 1 голову в течение 30дней, содержание общего белка, напротив, через 9 суток после окончания скармливания препарата имело тенденцию к снижению на 1,26%, а в конце экспериментального периода – к повышению на 0,73% по сравнению с предыдущим периодом исследования.

Таблица 1 - Динамика некоторых биохимических показателей крови у телят

Показатель	Группа, n	Первое взятие крови, 08.04.2024	Второе взятие крови, 17.05.2014	Третье взятие крови, 14.06.2014
Общий белок, г/л	1, n=5	66,46±1,55	67,84±1,87	64,06±0,41
	2, n=5	66,34±1,37	68,42±2,34	64,48±0,85
	3, n=5	66,74±1,43	65,90±1,36	66,38±1,01
Альбумины, г/л	1, n=5	34,80±1,85	38,80±1,02	38,60±1,03
	2, n=5	39,20±1,40	37,20±2,52	38,20±0,20
	3, n=5	35,00±1,10	35,00±1,58	39,00±0,89
Глобулины, г/л	1, n=5	31,66±3,29	29,04±2,00	25,46±1,30
	2, n=5	27,14±2,18	31,22±1,34	25,88±0,72•
	3, n=5	31,74±1,96	31,10±2,60	27,38±1,07
Мочевина, ммоль/л	1, n=5	3,56±0,22	4,51±0,27*	4,92±0,28*
	2, n=5	3,35±0,16	3,93±0,25	4,28±0,08*
	3, n=5	3,04±0,25	4,53±0,25*	4,61±0,08*©
Глюкоза, ммоль/л	1, n=5	5,31±0,13	4,79±0,13*	4,48±0,11*
	2, n=5	4,19±0,21	3,88±0,28◊	4,22±0,15
	3, n=5	3,95±0,27	4,05±0,21◊	4,52±0,04

Примечание - * - p<0,05 по отношению к первому взятию крови, • - p<0,05 по отношению ко второму взятию крови, ◊ - p<0,05 по отношению к 1 группе, © - p<0,05 по отношению ко 2 группе.

Уровень альбуминов в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовал нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1 и 2 групп отмечены разнонаправленные процессы: тенденция к повышению в крови у телят 1 группы на 11,49% и к снижению на 5,10% (p>0,05) у животных 2 группы. В крови у телят 3 группы за этот период существенных изменений содержания альбуминов не произошло, но в конце опытного периода в крови у телят, получавших препарат, установлена тенденция к повышению на 2,69% в крови у телят 2 группы и на 11,43% в крови у телят 3 группы. В крови у телят контрольной группы, напротив, отмечена слабая тенденция к снижению уровня альбуминов в крови на 0,52%. Таким образом, скармливание препарата в обеих дозах в отдаленный период после окончания скармливания препарата обусловило тенденцию к повышению уровня альбумина в крови у телят.

Глобулины представляют собой большую группу белков различной структуры с важными биологическими функциями. [https://altaivet.ru/biokhimiya-dlya-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh-1]. В крови у телят подопытных групп перед началом опыта содержание глобулинов соответствовало нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Направленность изменений концентрации глобулинов через 39 суток опытного периода в крови у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней аналогична динамике этого показателя в крови у контрольных животных. Через 67 суток опытного периода в крови у телят 1, 2 и 3 подопытных групп отмечено снижение уровня глобулинов на 12,33(p>0,05), 17,10 (p<0,05) и 11,96% (p>0,05) соответственно по сравнению с предыдущим периодом исследования. Учитывая, что во фракции глобулинов находятся, главным образом, защитные белки (белки острой фазы, гамма-глобулины) [2] можно предположить, что через 9 суток после окончания применения препарата в крови у телят, полу-

чавших его по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней, обнаружена тенденция к повышению уровня защитных белков при тенденции к снижению в этот период содержания альбуминов. В крови у телят, получавших по 12 г препарата на 1 голову, в течение 30 дней, как и в крови у контрольных животных обнаружена тенденция к снижению белков этой фракции. По окончании опытного периода (через 67 суток) в крови у животных подопытных групп установлена одинаковая тенденция к снижению уровня этих защитных белков.

Аммиак, образовавшийся в результате дезаминирования азотсодержащих метаболитов, главным образом в печени превращается у млекопитающих в мочевину. Концентрация мочевины в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовала нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1, 2 и 3 групп отмечено повышение уровня мочевины по сравнению с началом опыта на 26,69 ($p<0,05$), 17,31, ($p>0,05$) и 49,01% ($p<0,05$), а в конце опытного периода повышение выражено достоверно значимо на 38,20 ($p<0,05$), 27,76 ($p<0,05$) и 51,64% ($p<0,05$) соответственно по сравнению с началом опыта. При этом уровень мочевины в крови у животных 3 группы был выше, чем у телят 2 группы на 7,71% ($p<0,05$). Это может быть связано с повышением уровня обменных процессов, в частности белков, в большей степени выраженное у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней.

Основным показателем метаболизма углеводов у растущих телят служит концентрация сахара в крови, главным образом глюкозы [13]. Это связано с тем, что глюкоза является основным углеводом плазмы крови и основным энергетическим материалом для организма. У здоровых животных определенный уровень глюкозы в крови поддерживается вне зависимости от поступления в организм углеводов с кормом. Это постоянство обусловлено всасыванием из пищеварительного тракта, гликогенолизом и глюкогенезом, происходящими под нейрогуморальным контролем. В то же время в пределах физиологической нормы или с некоторыми отступлениями от нее возможны различия в уровне глюкозы в крови обусловленные особенностями обмена, поступлением углеводов в организм, их метаболизма на уровне клеток и тканей.

Концентрация глюкозы в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовала нормативным значениям, однако в крови у телят 2 и 3 группы уровень глюкозы в крови был достоверно ниже, чем у контрольных животных на 21,09 и 25,61% соответственно. Через 39 суток опытного периода в крови у телят 2 группы отмечено снижение уровня глюкозы в крови, как и у контрольных (на 7,40 ($p>0,05$) и 9,79 ($p<0,05$) % соответственно) по сравнению с началом опыта. В крови у животных 3 группы, напротив, отмечена тенденция к увеличению на 2,59% концентрации глюкозы по сравнению с началом опыта. При этом в крови у телят 2 и 3 группы уровень глюкозы в крови был достоверно ниже, чем у контрольных животных на 18,99 и 15,45% соответственно. В конце опытного периода (через 67 суток) в крови у телят контрольной группы отмечено дальнейшее снижение уровня глюкозы в крови (на 8,10%, $p<0,05$ по сравнению с началом опыта), но не выходящее за пределы нормативных значений. В крови у животных 2 и 3 групп в этот период, напротив, отмечена тенденция к увеличению концентрации глюкозы на 8,76 и 11,60% соответственно по сравнению с предыдущим исследованием, что привело к отсутствию достоверных различий в концентрации этого метаболита в крови у подопытных животных. Следовательно, скармливание препарата в обеих дозах в отдаленный период после окончания скармливания препарата обусловило тенденцию к повышению уровня глюкозы в крови у телят, в большей степени выраженное у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней.

Заключение. Существенного влияния на уровень общего белка и альбуминов в крови скармливание телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка не оказало. В уровне глобулинов крови телят перед началом опыта и через 39 суток также не отмечено существенных изменений под влиянием скармливания телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка. И только в отдалённый период после окончания скармливания препарата (через 67 суток опытного периода), было установлено достоверное снижение концентрации белков этой фракции в крови у телят, получавших в течении 30 суток по 8г на голову препарата, что может указывать на отсутствие потребности в повышенном количестве этих защитных белков, и следовательно, более благополучном состоянии здоровья телят 2 группы. Скармливание препарата в обеих дозах не оказало значительного влияния на динамику уровня мочевины в крови телят, но в конце опытного периода содержание мочевины в крови у телят, получавших по 8г на 1 голову, в течение 30 дней было ниже, чем у животных, получавших по 12г на 1 голову, в течение 30 дней, что, вероятно, связано с активизацией процесса трансаминирования, и использования аминогрупп в других синтезах. Концентрация глюкозы в крови у телят опытных групп на протяжении 39 суток опытного периода была ниже, чем у контрольных животных, но к концу опытного периода (через 67 суток), возможно, под влиянием препарата произошло выравнивание концентрации глюкозы в крови у телят опытных групп с контрольными животными.

Вывод. Скармливание препарата телятам по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней способствовало более благополучному состоянию здоровья телят.

Список источников

1. Еременко В.И., Титовский А.В., Белоусов Р.В. Белковые показатели крови у растущих хряков разных пород // Вестник Курской ГСХА. 2022. № 9. С. 130-134.

2. Изменение концентрации общих иммуноглобулинов в крови лактирующих коров голштинизированной черно-пестрой породы разной молочной продуктивности пород / В.И. Еременко, А.В. Вепренцева, А.А. Лысых, Б.А. Дзагуров // Вестник Курской ГСХА. 2023. № 9. С. 126-130.

3. Жучаев К.В., Кочнева М.Л., Борисенко Е.А. Благополучие продуктивных животных (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59, № 6. С. 1025-1038.

4. Барило О.А., Мерзленко Р.А. Белковый обмен, мясная продуктивность и качество мяса телят, получавших фитобиотическую кормовую добавку // Вестник Курской ГСХА. 2023. № 9. С. 130-134.

5. Действие дигидрокверцетина на использование кормов и рост свиней (Sus scrofa domesticus Erxleben, 1777) при умеренно выраженном тепловом стрессе / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.Ю. Цис [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 6. С. 1-16.

6. Результаты экспериментальных исследований экструдирования кормов, содержащих зерно пшеницы и биомассу личинок чёрной львинки / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2000. Т. 21, № 1. С. 28-42.

7. Питательные свойства личинок Hermetia illucens L. – нового кормового продукта для молодняка свиней / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 2. С. 316-325.

8. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения концентрации альбумина в крови животных, АО "Диакон-ДС", МО г. Пущино.

9. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения содержания глюкозы в крови животных. АО "Диакон-ДС", МО, г. Пущино.

10. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения активности мочевины в крови животных. АО "Диакон-ДС", МО г. Пущино.

11. Николаев С.В. Особенности изменений биохимического состава крови у телят в раннем постнатальном онтогенезе // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 165-169.

12. Адаптационные процессы в пищеварительной системе при введении ультрадисперсных частиц железа в жировые рационы крупного рогатого скота / Е.В. Шейда, С.В. Лебедев, С.А. Мирошников [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 328-343.

13. Связь биохимических показателей сыворотки крови с фолликулярным паттерном яичников и результативностью OPU у телок-доноров (Bos taurus L.) истобенской породы / Р.Ю. Чинаров, Н.В. Боголюбова, Г.Н. Сингина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 704-720.

Информация об авторах:

П.А. Баранова - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.В. Иванов - кандидат биологических наук, доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.В. Крапивина - доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

P.A. Baranova - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University.

D.V. Ivanov - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Epizootology, Microbiology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise of Bryansk State Agrarian University.

Ye.V. Krapivina - Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Epizootology, Microbiology, Parasitology and Veterinary Medicinesanitary examination of the Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.06.2025, одобрена после рецензирования 28.07.2025, принята к публикации 30.08.2025.

The article was submitted 18.06.2025, approved after rewiewing 28.07.2025, accepted for publication 30.08.2025.

© Баранова П.А, Иванов Д.В., Крапивина Е.В.