



Научная статья

УДК 619:616.7-008.1:636.52/.58:636.087.72/73

Хромота у бройлеров: роль кормовых факторов

Тамара Михайловна Околелова¹, Сергей Владимирович Енгашев¹, Михаил Анатольевич Рябинкин¹, Александр Николаевич Адамов²¹ООО «НВЦ Агрорезиста», г. Москва; ²ООО «Воловский бройлер», г. Тула

Аннотация: Современные высокопродуктивные кроссы бройлеров при несоблюдении адекватных условий кормления и содержания страдают нарушениями роста, развития и гомеостаза в опорно-двигательной системе, сопровождающимися хромотой, что приводит к значительным экономическим потерям. Анализ литературных данных показал, что хромота у бройлеров имеет полиэтиологичный характер. Прежде всего, это генетическая предрасположенность птицы, которая усугубляется условиями кормления и содержания, присутствием бактериальных и вирусных инфекций и т.п. Дан обзор кормовых факторов, влияющих на метаболизм в тканях опорно-двигательной системы. Показана роль протеина, жира, витаминов, макро- и микроэлементов, антипитательных факторов кормов в причинах заболевания и их профилактика. Приведены результаты производственного опыта на большом поголовье по дополнительной выпойке бройлерам витамина D₃ и концентрата минеральных солей с целью минимизации потерь от хромоты цыплят. Установлено, что дополнительная выпойка витамина и концентрата минеральных солей бройлерам в течение 5 дней (5-7 и 9-10 дни жизни) способствовала повышению сохранности поголовья на 4,87%, снижению затрат кормов на прирост на 7,32% и повышению живой массы бройлеров на 1,68%. Эффект получен за счет профилактики хромоты и, как следствие, за счет повышения эффективности вакцинации птицы.

Ключевые слова: бройлеры, хромота, протеин, жир, витамины, макро- и микроэлементы, антипитательные факторы, живая масса, сохранность поголовья, затраты корма на прирост.

Для цитирования: Околелова, Т.М. Хромота у бройлеров: роль кормовых факторов / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, М.А. Рябинкин, А.Н. Адамов // Птицеводство. – 2024. – №10. – С. 35-40.

doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-10-35-40

Введение. Внедрение в промышленное птицеводство современных высокопродуктивных кроссов при несоблюдении адекватных условий кормления и содержания птицы обусловило нарушения роста, развития и гомеостаза в опорно-двигательной системе. Чаще всего нарушения метаболизма в костях встречаются у бройлеров. При этом факторы, которые вызывают нарушения обмена веществ в костях, делят на генетические, инфекционные, технологические и кормовые. Далее будут описаны кормовые факторы, влияющие на метаболизм в тканях опорно-двигательной системы.

Протеин и аминокислоты.

Известно, что повышение в комбикормах уровня аминокислот на

20% от нормы ведет к снижению содержания золы в костях, уменьшению массы большеберцовой кости и ее длины. Особенно сильно это проявляется при потреблении комбикормов с пониженным уровнем кальция. Добавление на этом фоне кальция не восстанавливало интенсивность процессов остеогенеза. В то же время, рекомендуемые уровни сырого протеина в комбикормах для бройлеров до 21-23% (стартовые комбикорма) способствуют увеличению длины голени и киля грудной кости. Известно, что избыток протеина в рационе приводит к повышенному потреблению воды, выделению мочевой кислоты и к увеличению образования аммиака. При этом повышается влажность подстил-

ки и риски появления пододрематитов у птицы. С другой стороны, большой дефицит протеина приводит к увеличению частоты деформации костей и к снижению подвижности цыплят. Поэтому, чтобы избежать проблемы дефицита протеина в комбикормах, необходимо осторожно относиться к матрицам питательности на ферментные препараты, премиксы и прочие добавки, которые являются виртуальными, и их невозможно проверить аналитическим путем, как это можно сделать, например, с зерновыми, белковыми и прочими кормами [10-12].

Жир рациона, с одной стороны, необходим не только как источник энергии для птицы, но и для формирования жировой тка-



ни подушечек лап; с другой стороны, слишком высокий его уровень приводит к снижению его усвоения, повышению влажности и липкости подстилки. Установлено, что проявление пододерматитов у бройлеров в возрасте 30 дней было минимальным при суммарном уровне жира в комбикорме 5,5-6,0%. Важным моментом здесь является здоровье пищеварительной системы, так как при проблемах с кишечником переваримость жиров снижается, и они транзитом попадают в помет. Немаловажное значение имеет качество жиров в составе комбикорма: так, жиры с повышенным кислотным и перекисным числом, прогорклые могут вызвать диарею. В целях снижения рисков появления пододерматитов от избытка жира не стоит увлекаться применением в комбикормах для бройлеров больших количеств полножирной сои и семян других масличных культур (рапс, рыжик, лен масличный, подсолнечник и т.п.) на фоне применения растительного масла в комбикормах пшеничного типа. Например, рациональный процент включения полножирной сои в комбикорма для цыплят составляет 15-16%, рыжика – до 10% и т.п. [3,9]. Увы, но нам приходилось видеть на практике кормление бройлеров комбикормами, содержащими до 30-32% полножирной сои примитивной термической обработки на фоне комбикормов пшеничного типа, содержащих растительное масло, с суммарным содержанием жира 11-12%. Коррекция рациона в сторону снижения содержания полножирной сои до 15% и замены ее на соевый шрот привела к улучшению состояния подстилки и лап, что обеспечило повышение

живой массы бройлеров к концу выращивания на 200 г.

Влияние витаминов, макро- и микроэлементов на развитие костяка. Важная роль в минерализации костяка отводится витаминам, например, при дефиците витамина D₃ наблюдаются признаки гипокальциемии и повышенное выделение фосфора из организма, что обусловлено изменением активности парацитовидной железы. Витамин D₃ в организме накапливается в очень незначительных количествах и, в основном, в печени. Поэтому значение его концентрации в крови мало. Первые признаки дефицита витамина D₃ в кормлении племенной птицы могут проявляться не только в ухудшении качества скорлупы, но и в период эмбриогенеза, что выражается в повышенном отходе при выводе цыплят из яиц от этой птицы по причине плохого окостенения клюва. При дефиците витамина в комбикормах для цыплят первые признаки его недостаточности обычно проявляются через 7-10 дней (слабый костяк, затрудненная походка). Учитывая, что методика определения витамина D₃ сложна, на практике для его контроля пользуются косвенными показателями, например, определением активности щелочной фосфатазы (ЩФ) в сыворотке крови. У клинически здоровых кур активность ЩФ составляет 6-9 единиц, у цыплят – 10-11 единиц. Повышение активности ЩФ у молодняка до 30 единиц свидетельствует о гиповитаминозе, до 60 единиц и выше – о рахите. У взрослой птицы в стадии гиповитаминоза D₃ активность ЩФ в сыворотке крови составляет 15-20, у тяжелобольных особей – до 50 и более единиц Боданского.

В связи с тем, что уровень витамина D₃ тесно связан с минеральным обменом, обеспеченность им организма также оценивают с учетом показателей обмена кальция и фосфора. При этом более объективным показателем является содержание кальция и фосфора в большеберцовой кости, которое у здоровых суточных цыплят составляет 10-12 и 5-6% соответственно. В 4-недельном возрасте доля кальция возрастает до 16-18%, а фосфора – до 7-8%. У 7-недельных бройлеров в большеберцовой кости содержится 18-19% кальция и 8-9% фосфора. У взрослых кур, индеек, уток кальция в кости содержится 20-28%, а фосфора – 10-12%. Уменьшение содержания золы, кальция и фосфора в костях на 20-30% от нормы у молодняка указывает на развивающийся рахит, у кур – на остеопороз [6,7].

Известно, что витамин С оказывает положительное влияние на прочность бедренной кости при относительно высоком содержании его в комбикормах (0,2-0,3%). Дефицит аскорбиновой кислоты приводил к ухудшению минерализации костяка. Клиническая картина выражалась в кровоизлияниях в области суставов, под надкостницей, в полостях суставов [9].

Система карбоксилирования в костной ткани, стимулирующая связь органической части кости с кальцием, является витамин К-зависимой, поэтому не стоит пренебрегать нормированием этого витамина.

Из витаминов группы В при исключении рибофлавина и никотиновой кислоты из комбикормов снижалась подвижность 3-недельных бройлеров. Дефицит большинства других витаминов обусловил увеличение частоты скручивания



пальцев, параличей и деформации костей. При дефиците рибофлавина на фоне низкопротеинового рациона наблюдалось больше случаев параличей у цыплят. Есть данные, что дефицит рибофлавина и пантотеновой кислоты приводит к развитию дерматита подушечек лап [2-5]. Существует мнение, что проблемы с ногами в виде пододерматитов обусловлены, в основном, недостатком пиридоксина, который влияет на обмен и гомеостаз цинка. А именно, при дефиците пиридоксина снижается всасывание цинка в кишечнике. Цинк, кроме прочих функций, играет важную роль в регенерации и защите кожных покровов, и его дефицит в комбикорме может увеличить риски пододерматита. Обычно недоразумения с цинком возникают из-за расхождений между требованиями Россельхознадзора к суммарному содержанию элемента в комбикорме и рекомендациями по кормлению птицы, которые предусматривают гарантийную норму добавок неорганических или органических его соединений, так как цинк из растительного сырья усваивается плохо.

Важную роль в целостности кожи играет биотин, и его дефицит может приводить к развитию дерматита подушечек лап. По некоторым данным, включение биотина в количестве 0,1-0,2 мг/кг корма может положительно влиять на снижение риска развития данного заболевания. Однако в литературе есть информация, что добавление биотина может быть неэффективно, если у птиц уже наблюдается пододерматит [13]. Причиной перозиса может быть недостаточное содержание в рационе цыплят марганца, лизина, холина, биотина, никотиновой и фолиевой кислот [2-5].

Посещение птицефабрик, анализ рецептов премиксов, вскрытие падежа свидетельствуют о том, что при нормировании холина часто не учитывается его содержание в препарате, а это чревато развитием перозиса. Имеют место случаи применения более низких норм марганца, <100 г/т корма. Кроме того, в премиксах часто используются более дешевые соединения микроэлементов с низкой биологической эффективностью, например оксиды.

Витамин А в сверхвысоких дозах повышает риск возникновения рахита, а его дефицит нарушает синтез и соотношение между молекулами коллагена и кератина. Длительный дефицит витамина А и каротиноидов в кормах снижает образование мукополисахаридов, частично регулирующих рост и развитие хрящей. В результате развиваются деформации, искривления и порозности костей черепа и позвоночника, возникает водянка мозга и усиливается давление на спинной мозг и ЦНС. Это ведет к атаксии и нарастающей дискоординации движений, которая также приводит к снижению эффективности вакцинации птицы через воду со всеми вытекающими негативными последствиями [2,5,8].

Витамин Е при избытке ослабляет остеогенез. Иногда приходится видеть высокие концентрации витамина Е в премиксах на фоне комбикормов для бройлеров пшеничного типа, содержащих до 5-6% растительного масла, богатого витамином Е, что может провоцировать костную патологию. Нам известны случаи высокой концентрации витамина Е в печени суточных бройлеров (900-1500 мкг/г), при оптимальных значениях, находящихся в пределах 6-120 мкг/г,

в зависимости от вида и возраста птицы [1,6,7].

Практикам хорошо известны последствия влияния неадекватных уровней кальция и фосфора и их соотношения в комбикормах для птицы на состояние костяка и качество яиц. Дефицит кальция и фосфора в комбикормах для молодняка приводит к возникновению рахита, а у взрослой птицы при этом развивается остеопороз, снижается продуктивность, увеличиваются затраты корма на продукцию и ухудшается качество скорлупы.

Избыток кальция в комбикорме также нежелателен, так как при этом снижается поедаемость корма, нарушается обмен фосфора, магния и микроэлементов (марганец, цинк, железо, йод). Высокие дозы кальция в ростовых рационах являются нефрогенным фактором, способным спровоцировать развитие подагры.

Избыток фосфора в комбикормах для молодняка, как и его недостаток, может быть причиной рахита. У взрослой птицы избыток фосфора снижает усвоение кальция из корма, повышает резорбцию кальция из костей или же ингибирует образование карбоната кальция в скорлуповой железе, отрицательно влияя на качество скорлупы. Кроме того, ухудшается использование цинка, марганца, магния. У птицы нарушается подвижность суставов. Обычно в условиях производства дефицит кальция и фосфора в комбикормах возникает при использовании в расчетах необоснованно завышенных виртуальных матриц питательности на фитазы и прочие добавки [3,8].

Баланс электролитов. Известно, что дисбаланс катионов



Таблица 1. Схема опыта

Группы	Поголовье, гол.	Плотность посадки, гол./м ²	Применение добавок через воду
1-контрольная	76190	20,5/18,4	Дополнительной выпойки препаратов не проводилось
2-контрольная	79678	21,4/19,1	
3-опытная	74669	20,19,1	В 5-7 и 9-10 дни с водой давали витамин D ₃ и «Белавит минерал»
4-опытная	77189	20,8/19,3	

и анионов, особенно отношение Na+K/Cl, может проявляться в форме дисхондроплазии. Понижение уровня хлоридов в кормах, при одновременном увеличении уровня кальция, усиливало тяжесть дисхондроплазии большеберцовой кости. Не случайно в рекомендациях по кормлению бройлеров кросса Кобб уровень хлора повышен до 0,30-0,35% [2,9]. На практике в комбикормах растительного типа с высоким содержанием соевого шрота часто наблюдается избыток калия.

Антипитательные факторы кормов. Известно, что ингибиторы протеаз и некоторые сахара (стахиоза, раффиноза), содержащиеся в соевом шроте, который широко используется в кормлении птицы, повышают риск проблем с ногами, в основном, с подошвой. Кроме того, соевый шрот содержит большое количество калия, что приводит к увеличению потребления воды и, как следствие, к повышению влажности помета. Из антипитательных факторов кормов танины могут быть причиной проблем с ногами у птицы. Установлена связь между скармливанием цыплятам сорго и рапса с болезнями ног. Предполагают, что танины этих кормов соединяются с ионами металлов, превращая их в неусвояемые соединения. Есть мнение, что повышение проблем с болезнями ног при использовании рапсовых кормов связано с влиянием гойтрогенных факторов [9-10]. Поэтому при использовании

в кормлении птицы этих культур следует контролировать уровень содержания в них антипитательных факторов.

Некрахмалистые полисахариды, повышая вязкость содержимого кишечника, приводят к повышенной влажности помета и дисбактериозу, что влечет за собой снижение качества подстилки и повышение рисков пододерматита. Соблюдение сроков послеуборочного дозревания зерна, использование в комбикормах ферментных препаратов, расщепляющих некрахмалистые полисахариды, позволяет снизить их негативное влияние на качество помета и подстилки [14]. Из других кормовых факторов, влияющих на частоту и риски пододерматита, можно выделить оптимальную структуру корма, а именно минимизацию пылевидной фракции, чрезмерное использование цельной пшеницы и т.п. [3].

Из представленных данных видно, что даже влияние кормовых факторов на патологию ног является многофакторным, и не все факторы можно учесть одновременно. Поэтому мы провели эксперимент на бройлерах, в котором для профилактики заболевания использовали витамин D₃ и концентрат минеральных веществ «Белавит-минерал», так как хромата ограничивает подвижность цыплят, что отрицательно сказывается на эффективности вакцинации и применения ветеринарных препаратов через воду и, как

следствие, на результатах выращивания птицы.

Материал и методика исследований. Опыт проводили в ООО «Воловский бройлер» по схеме, представленной в табл. 1.

Продолжительность выращивания бройлеров составила 33,5 дня. В опыте использовали витамин D₃ с активностью 15000 МЕ/мл. Белавит-минерал в 100 мл содержит: фосфора – 7,5; кальция – 2,2; магния – 1,0; натрия – 1,1 г; цинка – 400; меди – 250; кобальта – 5; селена – 2 мг. Препараты применяли в соответствии с инструкцией. В период опыта учитывали основные зоотехнические показатели, представленные в табл. 2.

Результаты исследований. Птица контрольной и опытной групп имела высокие темпы роста, и разность по живой массе бройлеров в возрасте убоя составила всего 1,68%, что, возможно, и не стоит дополнительных затрат на выпаивание биологически активных добавок, включая изучаемые. Однако за счет выпойки витамина D₃ и концентрата минеральных веществ повышалась сохранность поголовья в опытных группах в среднем на 4,87%. Основной причиной отхода было то, что птица с проблемными ногами не потребляла своевременно и в нужном количестве вакцины и лекарственные препараты, применяемые путем выпойки, о чем свидетельствовала проверка язычков у цыплят на маркерный краситель. Снижение сохранности поголовья в контрольной



Таблица 2. Результаты опыта

Группы	Живая масса бройлеров при убое, г	Среднесуточный прирост, г	Сохранность поголовья, %	Затраты корма на 1 кг прироста, кг
1-контрольная	2169	63,5	89,83	1,56
2-контрольная	2119	61,9	88,88	1,59
Среднее значение по контрольным группам	2144	62,7	89,35	1,575
3-опытная	2193	64,2	95,3	1,47
4-опытная	2166	63,2	93,14	1,45
Среднее значение по опытным группам	2180 (+1,68%)	63,7 (+1,59%)	94,22 (+4,87%)	1,46 (-7,32%)

ных группах привело к повышению затрат кормов на продукцию на 7,32%. Это уже другая экономика, оправдывающая применение препаратов, особенно при дефиците инкубационного яйца и более рациональном использовании посадочных мест, энергозатрат, кормовых и трудовых ресурсов.

Заключение. Следует отметить, что в определенных случаях кормовые решения (снижение ввода полножирной сои и продуктов ее переработки, их заме-

на альтернативными источниками растительного протеина, снижение уровня сырого протеина, жира), несмотря на положительное влияние в профилактике рисков проявления проблем с ногами, могут приводить к снижению темпов роста бройлеров и увеличению затрат корма на прирост, что не всегда соответствует интересам предприятия. Проведенный опыт показал, что дополнительная выпойка бройлерам в течение 5 дней витамина D₃ и концентрата мине-

ральных веществ позволили на фоне высоких темпов роста повысить сохранность поголовья на 4,87%, живую массу – на 1,68%, и снизить затраты корма на прирост на 7,32%. Поскольку хромота у птицы является многофакторной проблемой, эффективность принимаемых мер будет зависеть от правильно выявленной причины. Большое значение в профилактике заболевания также имеет эффективная защита птицы от бактериальных и вирусных инфекций.

Литература / References

1. Енгашев, С.В. Управление производственными рисками в промышленном птицеводстве / С.В. Енгашев, Т.М. Околелова, Е.С. Енгашева [и др.]. - М.: РИОР, 2021. - 96 с. doi: 10.29039/02055-5
2. Подобед, Л.И. Кормовые и технологические нарушения в птицеводстве и их профилактика / Л.И. Подобед, В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова. - Одесса: Акватория, 2013. - 496 с.
3. Околелова, Т.М. Болезни, возникающие при неправильном кормлении и содержании птицы / Т.М. Околелова, Р.И. Шарипов, Т.Р. Шарипов. - Алматы: Нур-Принт, 2018. - 264 с.
4. Околелова, Т.М. Роль кормления в профилактике незаразных болезней птицы / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев. - М.: РИОР, 2019. - 268 с. doi: 10.29039/02013-5
5. Подобед, Л.И. Диетопрофилактика кормовых и технологических нарушений в интенсивном птицеводстве / Л.И. Подобед, Т.М. Околелова. - Одесса: Печатный дом, 2010. - 298 с.
6. Околелова, Т.М. Критерии оценки физиологического состояния птицы и качества продукции / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, Е.С. Енгашева [и др.]. - Алматы: Нур-Принт, 2022. - 226 с.
7. Околелова, Т.М. Оценка физиологического состояния птицы и качества продукции / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, Е.С. Енгашева [и др.]. - М.: РИОР, 2023. - 184 с. doi: 10.29039/02098-2
8. Околелова, Т.М. Основы кормления, содержания и ветеринарии в птицеводстве / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, В.А. Ивашкин [и др.]. - Худжанд: Ношир, 2024. - 292 с.
9. Околелова, Т.М., Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев. - М.: РИОР, 2021. - 439 с. doi: 10.29039/02037-1
10. Чероенвай, Т. Альтернативный источник белка как решение проблемы пододерматита у бройлеров / Т. Чероенвай // Комбикорма. - 2015. - №10. - С. 59-60.
11. Nagaraj, M. Paw burns in broiler chickens are negatively affected by high protein and all vegetable diet / M. Nagaraj, F. Biguzzi, J.B. Hess, S.F. Bilgili // Poult. Sci. - 2006. - V. 85. - Suppl. 1. - P. 169-170.
12. Nagaraj, M. Effect of high-protein and all-vegetable diets on the incidence and severity of pododermatitis in broiler chickens / M. Nagaraj, C.A.P. Wilson, J.B. Hess, S.F. Bilgili // J. Appl. Poult. Res. - 2007. - V. 16. - No 3. - P. 304-312. doi:10.1093/japr/16.3.304

13. Abd El-Wahab, A. High dietary levels of biotin and zinc to improve health of foot pads in broilers exposed experimentally to litter with critical moisture content / A. Abd El-Wahab, D. Radko, J. Kamphues // Poult. Sci. - 2013. - V. 92. - No 7. - P. 1774-1782. doi:10.3382/ps.2013-03054
14. Nagaraj, M. Evaluation of a feed-grade enzyme in broiler diets to reduce pododermatitis / M. Nagaraj, J.D. Hess, S.F. Bilgili // J. Appl. Poult. Res. - 2007. - V. 16. - No 1. - P. 52-61. doi: 10.1093/japr/16.1.52

Сведения об авторах:

Околелова Т.М.: доктор биологических наук, профессор; tokolelova@vetmag.ru. **Енгашев С.В.:** доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН; admin@vetmag.ru. **Рябинкин М.А.:** кандидат ветеринарных наук. **Адамов А.Н.:** кандидат ветеринарных наук, гл. ветеринарный врач.

Статья поступила в редакцию 05.08.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 10.09.2024.

Research article

Lameness in Broilers: The Role of Nutritive Factors

Tamara M. Okolelova¹, Sergey V. Engashev¹, Mikhail A. Ryabinkin¹, Alexander N. Adamov²

¹Research & Implementation Center "Agrovetzashchita", Moscow; ²"Volovsky Broiler" LCC, Tula

Abstract. *The inadequacies in the nutrition and management of modern fast-growing broiler crosses can disturb growth, development, and homeostasis in the musculoskeletal system of broilers often resulting in lameness and related financial losses for the farms. The analysis of published data evidences that the lameness is a poly-etiological problem related primarily to the genetic susceptibility further exacerbated by poor conditions of nutrition and management, bacterial and viral infections, etc. The nutritive factors affecting the metabolism of musculoskeletal system are briefly reviewed; the role of dietary protein, fat, vitamins, minerals, anti-nutritive factors in the etiology of the lameness and its prevention is discussed. A large-scale trial on broilers was performed to assess the effectiveness of supplementation of drinking water for broilers with vitamin D₃ and a mineral concentrate during 5 days of the 33.5-day tour (5-7 and 9-10 days of age) in the prevention of lameness. The increase in the live bodyweight at slaughter age (by 1.68% in compare to non-supplemented control treatment) and decreases in mortality rate (by 4.87%) and feed conversion ratio (by 7.32%) were found. These effects were evidently related to the prevention of the lameness and resulting increase in the efficiency of vaccinations.*

Keywords: broilers, lameness, protein, fat, vitamins, minerals, anti-nutritive factors, live bodyweight, mortality rate, feed conversion ratio.

For Citation: Okolelova T.M., Engashev S.V., Ryabinkin M.A., Adamov A.N. (2024) Lameness in broilers: the role of nutritive factors. *Ptitsevodstvo*, 73(10): 35-40. (in Russ.)
doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-10-35-40

(For references see above)

Authors:

Okolelova T.M.: Dr. of Biol. Sci., Prof.; tokolelova@vetmag.ru. **Engashev S.V.:** Dr. of Vet. Sci., Prof., Academician of RAS; admin@vetmag.ru. **Ryabinkin M.A.:** Cand. of Vet. Sci. **Adamov A.N.:** Cand. of Vet. Sci., Chief Veterinarian.

Submitted 05.08.2024; revised 02.09.2024; accepted 10.09.2024.

© Околелова Т.М., Енгашев С.В., Рябинкин М.А., Адамов А.Н., 2024