

Морфогистохимическая оценка влияния кормовой минеральной добавки на органы пищеварения при экспериментальной иммуносупрессии у животных

М. Н. Дрозд¹, В. М. Усевич¹✉

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: vus5@yandex.ru

Аннотация. Условия содержания животных все чаще провоцируют стрессовые ситуации у них. Возникновение стресса способствует снижению резистентности организма и создает условия для развития заболеваний различной этиологии. При снижении резистентности снижается количество и качество продукции. Профилактировать стрессы у животных и птицы можно использованием адаптогенов различного происхождения. Поиск оптимальных средств, отвечающих всем требованиям профилактики, остается до настоящего времени актуальной проблемой практической ветеринарии. **Целью** настоящего исследования было дать морфогистохимическую оценку влияния кормовой минеральной добавки на органы пищеварения при экспериментальной иммуносупрессии у лабораторных животных; в условиях экспериментальной иммуносупрессии выявить влияние минеральной кормовой добавки на структуру клеток органов и их метаболизм. **Методы.** Для подтверждения эффективности минерального адаптогена проводили гистологическое, морфометрическое и гистохимическое исследование органов пищеварения. **В результате** проведенных исследований по профилактическому скормливанью кормовой минеральной добавки отечественного производства выявлена его иммуно- и органопротективная роль. Определены наиболее чувствительные органы к действию неблагоприятных факторов (лимфоидные образования в стенке кишечника). Морфометрически и гистохимически определена достоверность морфологических изменений в них. При профилактическом скормливаньи кормовой минеральной добавки отечественного производства в органах пищеварения выявленные изменения не имели тотальной деструкции, приближаясь по структуре и обменным процессам в клетках к структуре этих органов у интактных животных. **Научная новизна.** Впервые проведена сравнительная микроструктурная, гистохимическая и морфометрическая оценка органов пищеварения в организме лабораторных животных в условиях искусственно индуцированной иммуносупрессии, подтверждающих иммуно- и органопротективный эффект кормовой минеральной добавки отечественного производства, который можно рассматривать как минеральный адаптоген.

Ключевые слова: стресс, иммуносупрессия, профилактика, адаптоген, гистология, гистохимия, морфометрия, кормовые добавки.

Для цитирования: Дрозд М. Н., Усевич В. М. Морфогистохимическая оценка влияния кормовой минеральной добавки на органы пищеварения при экспериментальной иммуносупрессии у животных // Аграрный вестник Урала. 2022. № 04 (219). С. 73–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-73-81.

Дата поступления статьи: 18.02.2022, **дата рецензирования:** 28.02.2022, **дата принятия:** 14.03.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Интенсивное развитие животноводства и птицеводства приводит к повышению вероятности развития стресса у животных и птиц. Усиливаются нагрузки на организм в виде вакцинального стресса, от скученного содержания животных, снижается двигательная активность в связи с привязным содержанием, повышается травматизм при беспривязном содержании. Кроме того, стрессу способствуют нарушения, связанные с кормлением животных и птицы, несоответствие качества кормов зоогигиеническим требованиям, а также повышенное

содержание вредных веществ в кормах, заготовленных на техногенно- и антропогеннозагрязненных территориях [13]. Создание такой ситуации влечет за собой развитие иммунодефицитных состояний, спровоцированных любым стрессом. Все это приводит к снижению естественной резистентности животных и птицы. Противостоять снижению иммунитета животных и птицы – одна из основных задач практической ветеринарии [8; 9]. Профилактические мероприятия всегда являлись приоритетным направлением ветеринарной медицины, особенно в промышленном животноводстве и птицеводстве.

На фоне развивающихся иммунодефицитов активно развиваются инфекционные, инвазионные и незаразные болезни. Любые заболевания ведут к снижению продуктивности животных, качества получаемой продукции и повышению риска падежа.

В качестве профилактического средства часто используют различные кормовые добавки, относящиеся к разного рода адаптогенам [14]. Проводя экспериментальное исследование и изучая структуру внутренних органов при различных физиологических и патологических состояниях, на микроскопическом уровне можно оценить механизм развития патологического процесса, выявить структуры наиболее подверженные разрушению и что позволяет сохранить их [10–12]. Моделируя патологические процессы на лабораторных животных, можно отследить, на каком этапе развития патологии изменения становятся фатальными и в какой период можно лекарственными средствами или другими манипуляциями и действиями поменять направление анагенеза негативного процесса на позитивный [4–7; 13]. Изучая гистохимические изменения в тканях и клетках, можно увидеть цветограмму биохимических процессов, что позволит сопоставить иммунобиохимические процессы с результатами биохимических исследований сыворотки крови.

В ветеринарной практике в настоящее время для нивелирования отрицательных последствий перечисленных факторов используются различные лекарственные средства, кормовые добавки, комплексы поливитаминов, пробиотики, лекарственные растения и биологически активные вещества [1], [2]. Все используемые сегодня адаптогены повышают естественную резистентность организма, что было подтверждено гематобиохимическими исследованиями на птице [15]. Наиболее интересны те адаптогены, которые оказывают максимально широкое действие и эффективны в отношении естественной резистентности и сохранности поголовья, а также оказывают позитивное влияние на количество и качество получаемой продукции [1; 4; 6; 14; 15].

На протяжении длительного времени идет поиск дешевых и эффективных средств защиты животных и птицы. Кормовые добавки отечественного производства, обладающие адаптогенными свойствами, получают из побочных продуктов фармацевтической, перерабатывающей животноводческой, добывающей и металлургической промышленности [3]. Качество и безопасность кормовых добавок для жизни и здоровья человека, животных и птицы определяют лаборатории медицинских и ветеринарных учреждений. Большое количество исследованных природных минеральных добавок использовали как энтеросорбенты, поглощающие энтеротоксины различного происхождения. Применяемые сегодня минеральные добавки относятся к группе

цеолитов, имеющих природное и искусственное происхождение [3], [12].

Главное их общее преимущество заключается в строении кристаллической решетки, способной поглощать токсические и вредные вещества, а также механизме обогащения организма необходимыми минеральными веществами по принципу ионного обмена [3; 7]. Принципиальная разница между ними заключается не только в количественном и качественном химическом составе, но и возможностях их обогащения необходимыми минералами, а также стабильности минерального состава. Все природные цеолиты имеют непостоянный химический состав, который зависит от глубины залегания добываемого пласта. На химический состав накладывают отпечаток климатические условия периода его формирования.

Искусственные цеолиты в результате технологической переработки имеют постоянный химический состав, который может быть изменен в соответствии с требованиями технического регламента или запросов животноводства. У искусственных цеолитов исходным сырьем является побочный продукт алюминиевого производства, природным ископаемым для которого являются природные бокситы. Уровень залегания этих минералов значительно глубже, это более древние структуры, имеющие постоянные условия формирования.

В связи с этим наиболее интересна кормовая минеральная добавка со стабильным минеральным составом [3; 11]. Проведенные ранее исследования по химическому составу показали, что количество минеральных веществ в нем более 30, четыре из которых являются нейтральными в отношении обменных процессов в организме. Кроме того, минеральная добавка к корму обогащена стабилизированным йодом [5]. Но до последнего времени нет окончательных сведений об иммунопротективном действии минеральной кормовой добавки на уровне обменных процессов в целом, на клеточном и внутриорганном уровне [2].

В связи со всем вышеперечисленным поиск эффективных средств профилактики отрицательных последствий стресса является актуальной задачей практической ветеринарии. В качестве такого средства используют кормовую минеральную добавку (КМД), имеющую торговое название «БШ-ВИТ», производства ООО «Сорбент-К» Россия. Ранее она использовалась как энтеросорбент и источник макро- и микроэлементов [3; 8]. Полученные позитивные результаты от ее применения и позитивного влияния на органы иммунной системы [9] стали причиной ее более глубокого изучения на уровне органов, тканей и клеток.

Целью исследования было дать морфогистохимическую характеристику воздействия кормовой минеральной добавки на органы пищеварения при

экспериментальной иммуносупрессии у лабораторных животных.

Задачи исследования:

– определить морфологическую структуру органов пищеварения при создании искусственной иммуносупрессии и превентивного применения минеральной кормовой добавки;

– оценить на гистохимическом уровне метаболические изменения в клетках органов пищеварения при создании искусственной иммуносупрессии и превентивного применения кормовой минеральной добавки.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования по проведению опыта на лабораторных животных были выполнены в условиях лаборатории на кафедре инфекционной и незаразной патологии Уральского государственного аграрного университета, лаборатории иммунобиохимии УрФАНИЦ УрО РАН, гистологической лаборатории ЦНИЛ Уральского государственного медицинского университета. Для исследования подбирали белых беспородных крыс трехмесячного возраста живой массой 250 г обоих полов поровну, по 15 голов в каждую группу, используя принцип аналогов. Были созданы две группы – опытная и контрольная.

В созданных группах у животных рацион и водный режим были идентичными. В качестве корма использовали комбикорм Little-one-rats. В экспериментальном исследовании в контрольную группу вошли здоровые (интактные) животные, которых в течение трех недель не подвергали никаким воздействиям. В опытной группе – животные, получавшие КМД до и после искусственной иммуносупрессии. Схема опыта представлена в таблице 1.

Перед началом исследования из каждой группы было выведено из опыта по 6 голов (по 3 самки и 3 самца) для определения исходного состояния и микроструктуры некоторых органов (желудок и тонкая кишка). Крысам опытной группы скармливали

кормовую минеральную добавку (КМД), смешивая с комбикормом Little-one-rats, в контрольной группе – только комбикорм и воду. В опытной группе КМД скармливали в дозе 0,075 г на голову (0,3 г на 1 кг живой массы). Кормление – 2 раза в сутки. Через 21 день от начала опыта у животных обеих групп искусственно вызывали состояние пролонгированной иммуносупрессии с помощью однократного внутримышечного введения 0,5 мг дексаметазона и 2,5-процентной суспензии гидрокортизона ацетата в дозе 20 мг на 100,0 г живой массы.

Через 14 суток от воспроизведения искусственной иммуносупрессии выводили из опыта по 6 крыс (по равному количеству самок и самцов) из каждой группы животных и отбирали материал для гистологического и гистохимического исследования. Только морфологические исследования могут дать полную картину происходящих процессов и качества получаемой продукции [10]. Для этого отбирали кусочки желудка и тонкой кишки. Полученный материал фиксировали, обезвоживали, заливали в парафин по общепринятым методикам. Для приготовления гистосрезов использовали роторный микротом HM-450 Microm. Приготовленные срезы окрашивали гематоксилином и эозином и на выявление мукополисахаридов ШИК-реакцией с реактивом Шиффа. Для изучения гистосрезов пользовались световым микроскопом Olympus CX41 при увеличении в 100, 200, 400 раз. Для документирования изменений микрофото съемку осуществляли цифровой фотокамерой Levenhuk C130 NG.

Полученный цифровой материал подвергался статистической обработке в программе Excel. Считывали среднеарифметическую ошибку (M) и ошибку среднего арифметического (m). Достоверность разницы оценивали по t -критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Таблица 1
Схема экспериментального исследования

Группа	Корм Little-one-rats и вода питьевая артезианская	Иммуносупрессия на 21-й день от начала исследования
Опытная группа: КМД постоянно на протяжении всего периода исследования в дозе 0,075 г на голову	+	+
Контроль: интактные животные	+	+

Table 1
Scheme of experience

Group	"Little-one-rats" food and artesian drinking water	Immunosuppression for 21 st days from the start of the study
Experimental group: feed mineral supplement constantly, throughout the entire study period, at a dose of 0.075 g per head	+	+
Control: intact animals	+	+

Результаты (Results)

Слизистая желудка у интактных крыс представлена гастроцитами, находящимися в функционально активном состоянии, и имеет складчатое строение (рис. 1). При иммуносупрессии заметно некоторое уплотнение складок слизистой оболочки желудка. Состояние гастроцитов без видимых изменений (рис. 2). У животных после иммуносупрессии на фоне скармливания КМД с кормом заметных отличий в гистоструктуре гастроцитов не наблюдали (рис. 3).

Анализ гистоструктуры слизистой желудка у крыс (интактных, после иммуносупрессии и иммуносупрессии на фоне скармливания КМД) показал, что существенных морфологических изменений не выявлено. Структура слизистой желудка крыс во всех группах сохранена.

При исследовании гистоструктуры слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки (тонкий отдела кишечника) у крыс контрольной группы отмечали обычное строение ворсинок и энтероцитов. Энтероциты находились в функционально активном состоянии (рис. 4).

В группе животных при индуцированной иммуносупрессии в двенадцатиперстной кишке по сравнению с контрольной группой статистически значимо уменьшилось содержание межэпителиальных лимфоцитов (МЭЛ) в ворсинках, что можно рассматривать как проявление общей тенденции угнетения лимфоидных производных в органе (рис. 5).

В группе животных с иммуносупрессией на фоне профилактического скармливания КМД отмечается не только восстановление количества межэпителиальных лимфоцитов (МЭЛ) в ворсинках двенадцатиперстной кишки, но и некоторое превышение контрольных значений, что может быть связано с местной реакцией иммунной системы кишечника на введение КМД (рис. 6). Кроме этого, при индуцированной иммуносупрессии введение

КМД в корм не привело к существенному изменению количества бокаловидных клеток в эпителии ворсинок двенадцатиперстной кишки по сравнению с контрольной группой.

В группе интактных животных среди эпителиоцитов определяются бокаловидные клетки. ШИК-позитивная каемка эпителиоцитов сохранена (рис. 7).

В группе крыс с индуцированной иммуносупрессией в слизистой двенадцатиперстной кишки ШИК-позитивная каемка эпителиоцитов сохранена, в ворсинках понижено количество межэпителиальных лимфоцитов по сравнению с интактным контролем. Среди эпителиоцитов определяются бокаловидные клетки (рис. 8).

У крыс в группе на фоне профилактического скармливания минерального адаптогена с последующей иммуносупрессией слизистая двенадцатиперстной кишки крыс существенно не отличается от группы интактного контроля. ШИК-позитивная каемка сохранена (рис. 9).

При определении функционального состояния двенадцатиперстной кишки в контрольной и опытной группах дополнительно проведено морфометрическое исследование: подсчет межэпителиальных лимфоцитов (МЭЛ) на 100 эпителиоцитов ворсинки двенадцатиперстной кишки и подсчет количества бокаловидных клеток на 100 эпителиоцитов. Результаты приведены в таблице 2.

Из данных таблицы видно, что по количеству бокаловидных клеток в слизистой оболочке ворсинок во всех группах показатели колеблются в статистически незначимых пределах, но показатели содержания межэпителиальных лимфоцитов на 100 эпителиоцитов ворсинки двенадцатиперстной кишки достоверно отличаются, что можно рассматривать как проявление общей тенденции угнетения лимфоидных производных при искусственно индуцированной иммуносупрессии.

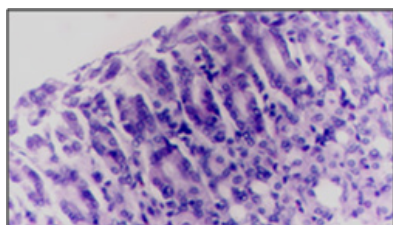


Рис. 1. Слизистая оболочка желудка. Интактные животные. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. × 400

Fig. 1. Gastric mucosa. Intact animals. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification 400

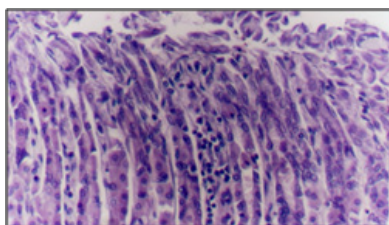


Рис. 2. Слизистая оболочка желудка. Интактные животные после иммуносупрессии. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. × 400

Fig. 2. Gastric mucosa. Intact animals after immunosuppression. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification 400

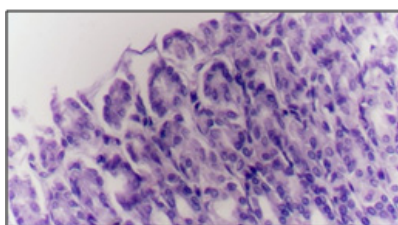


Рис. 3. Слизистая оболочка желудка. Животные с иммуносупрессией на фоне скармливания кормовой минеральной добавки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. × 400

Fig. 3. Gastric mucosa. Animals with immunosuppression against the background of feed mineral supplement feeding. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification 400

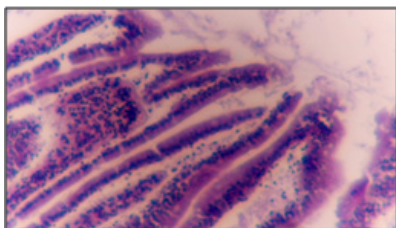


Рис. 4. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Интактные животные. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 100$

Fig. 4. The mucous membrane of the duodenum intestine. Intact animals. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 100

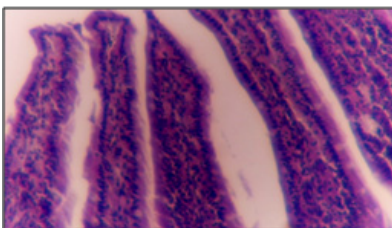


Рис. 5. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Интактные животные после иммуносупрессии. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 100$

Fig. 5. The mucous membrane of the duodenum intestine. Intact animals after immunosuppression. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 100

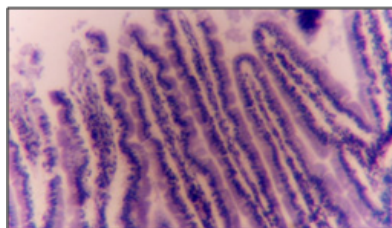


Рис. 6. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Животные с иммуносупрессией на фоне скармливания кормовой минеральной добавки. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 100$

Fig. 6. The mucous membrane of the duodenum intestine. Animals with immunosuppression against the background of feed mineral supplement feeding. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 100

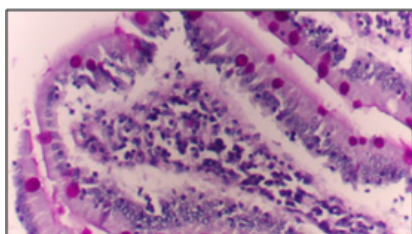


Рис. 7. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Интактные животные. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 400$

Fig. 7. The mucous membrane of the duodenum intestine. Intact animals. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 400

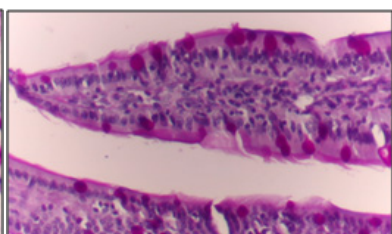


Рис. 8. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Интактные животные после иммуносупрессии. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 400$

Fig. 8. The mucous membrane of the duodenum intestine. Intact animals after immunosuppression. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 400

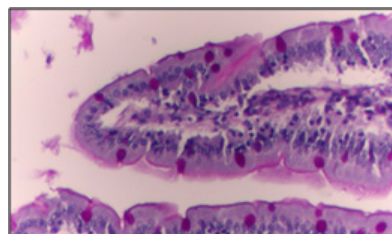


Рис. 9. Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки. Животные с иммуносупрессией на фоне скармливания кормовой минеральной добавки. ШИК-реакция. Окраска с реактивом Шиффа. Ув. $\times 400$

Fig. 9. The mucous membrane of the duodenum intestine. Animals with immunosuppression against the background of feed mineral supplement feeding. PAS-reaction. Coloring with Schiff reagent. Magnification 400

Таблица 2
Морфометрические показатели состояния двенадцатиперстной кишки крыс при иммуносупрессии ($M \pm m$)

Группа	Интактный контроль	Интактные животные после иммуносупрессии	Животные опытной группы после иммуносупрессии
Количество бокаловидных клеток на 100 эпителиоцитов ворсинок	13,8 \pm 4,6	13,5 \pm 2,7	11,0 \pm 3,1
Количество межэпителиальных лимфоцитов на 100 эпителиоцитов ворсинок двенадцатиперстной кишки	19,2 \pm 2,0	9,25 \pm 3,3*	25,5 \pm 2,1*

Примечание. * $P < 0,05$.

Table 2
Morphometric indicators of the state of the rat small intestine during immunosuppression ($M \pm m$)

Group	Intact control	Intact animals after immunosuppression	Animals of the experimental group after immunosuppression
Number of goblet cells per 100 epithelial cells of villi	13.8 \pm 4.6	13.5 \pm 2.7	11.0 \pm 3.1
The number of interepithelial lymphocytes per 100 epithelial cells of the villi of the duodenum intestine	19.2 \pm 2.0	9.25 \pm 3.3*	25.5 \pm 2.1*

Note. * $P < 0,05$.

Повышение количества лимфоцитов в группе профилактического скормливания КМД может быть результатом местной реакции иммунной системы кишечника на введение минеральной добавки, при иммуносупрессии слизистая двенадцатиперстной кишки сохранила свою функцию. Это подтверждает иммунопротективное действие КМД.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализ проведенных исследований показал, что искусственно индуцированная иммуносупрессия оказывает негативный эффект на морфоструктуру тканей организма животных, наиболее чувствительными к этому воздействию оказались клетки иммунной системы. Заметные изменения фиксировали в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки (тонкий отдел кишечника). Отсутствие видимых изменений регистрировали лишь в слизистой оболочке желудка. Выявленные изменения подтверждали морфометрическими измерениями. Гистохимическими исследованиями были установлены изменения обменных процессов на уровне клеток в органах пищеварения (двенадцатиперст-

ная кишка) на количественном и метаболическом (гистохимическом) уровнях.

В заключение можно сделать выводы:

1. При иммуносупрессии происходит подавление структур иммунной системы в органах пищеварения, в частности, в тонком отделе кишечника – в двенадцатиперстной кишке.

2. При профилактическом скормливания кормовой минеральной добавки изменения в органах пищеварения не имели тотальной деструкции, приближаясь по структуре и обменным процессам в клетках этих органов у интактных животных.

3. При проведении морфометрического анализа статистически достоверно отмечается выживание клеток иммунной системы во внутриорганных структурах двенадцатиперстной кишки (межэпителиальных лимфоцитов) при профилактическом скормливания кормовой минеральной добавки с последующей иммуносупрессией.

4. Профилактическое скормливание КМД можно рассматривать как минеральный адаптоген при иммуносупрессивных состояниях.

Библиографический список

1. Loretts O. G., Donnik I. M., Bykova O. A., Neverova O. P., Gumenyuk O. A., Shakirova S. S., Meshcheriakova G. V. Nonspecific resistance of broilers on the background of application of a herbal complex of biologically active compounds under the conditions of industrial technology // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Т. 9. No. 6. Pp. 1679–1687.
2. Беспмятных Е. Н., Кривоногова А. С., Донник И. М., Исаева А. Г. Подходы к коррекции иммунобиологического профиля животных // *Ветеринария Кубани*. 2018. № 5. С. 10–13.
3. Donnik I. M., Loretts O. G., Barashkin M. I., Sadovnikov N. V., Shusharin A. D., Elesin A. V., Semenova N. N. Reviewing the influence of copper, lead and zinc accumulation on the morphofunctional liver and kidney state in broiler chickens under experimental toxicosis // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Т. 9. No. 6. Pp. 859–873.
4. Красочко П. А., Холод В. М., Шабунин С. В. [и др.] *Прикладные аспекты иммуномодуляции с использованием средств природного происхождения*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. 398 с.
5. Шацких Е. В. Переваримость и использование питательных веществ корма бройлерами при введении в предстартовый рацион различных форм соединений йода // *Фундаментальные и прикладные аспекты ветеринарной медицины на границе веков: сборник материалов международной конференции, посвященной 100-летию СибНИВИ-ВНИИБТЖ*. Омск, 2021. С. 376–381.
6. Cecchini S., Rossetti M., Caputo A., Bavoso A. Effect of dietary inclusion of a commercial polyherbal Formulation on some physiological and immune parameters in healthy and stressed hens [e-resource] // *Czech Journal of Animal Science*. 2019. No. 64. Pp. 448–458. URL: https://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?type=article&id=189_2019-CJAS (date of reference: 12.12.2020). DOI: 10.17221/189/2019-CJAS.
7. Луговых Т. А., Шацких Е. В. Сорбционные препараты в кормлении птицы // *Инновационные технологии в аграрном производстве: материалы межрегиональной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2020. С. 82–84.
8. Галиев Д. М., Шацких Е. В. Влияние кормовой добавки БШ на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // *Производство племенной продукции (материала) по направлениям отечественного племенного животноводства на основе ускоренной селекции: сборник материалов международной научно-практической конференции «Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК»*. Екатеринбург, 2018. С. 33–37.
9. Дрозд М. Н. Эффективность минерального адаптогена в условиях экспериментальной иммуносупрессии // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 12 (215). С. 29–40. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-29-40.

10. Кундрюкова У. И., Дроздова Л. И. Ветеринарно-санитарная и морфологическая оценка мускулатуры бедренной и грудной групп мышц цыплят-бройлеров с низшей категорией упитанности // Научная жизнь. 2018. № 12. С. 222–231.
11. Шацких Е. В., Галиев Д. М. Минеральный сорбент в комбикормах для цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2018. № 11-12. С. 45–49.
12. Царегородцева А. Е., Валамина И. Е., Усевич В. М. Морфо-функциональные характеристики иммунной системы при индуцированной иммуносупрессии в эксперименте // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: сборник статей IV Международной (74 Всероссийской) научно-практической конференции. Екатеринбург, 2019. С. 1192–1196.
13. Шацких Е. В., Нуфер А. И., Галиев Д. М. Натуральные альтернативные стимуляторы роста и их влияние на продуктивность цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2020. № 1. С. 31–36.
14. Галиев Д. М., Шацких Е. В. Морфогистологическое состояние печени цыплят-бройлеров при использовании кормовой добавки БШ [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии. 2019. № 2 (19). URL: http://aon.urgau.ru/uploads/article/pdf_attachment/154 (дата обращения: 17.02.2022).
15. Shatskikh E. V., Korolkova-Subbotkina D. E., Galiev D. M. The influence of biologically active additives on the morpho-biochemical parameters of the blood of broiler chickens // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 04 (207). Pp. 93–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-93-98.

Об авторах:

Марья Николаевна Дрозд¹, ассистент кафедры инфекционной и незаразной патологии, ORCID 0000-0001-2345-6789, AuthorID 843196; +7 904 542-58-23, umn100@yandex.ru

Вера Михайловна Усевич¹, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры инфекционной и незаразной патологии, ORCID 0000-0002-538992-77, AuthorID 654193; +7 904 542-52-25; vus5@yandex.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Morphohistochemical assessment of the effect of a feed mineral supplement on the digestive organs during experimental immunosuppression in animals

M. N. Drozd¹, V. M. Usevich¹✉

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: vus5@yandex.ru

Abstract. The conditions of keeping animals and birds are increasingly provoking stressful situations for them. The occurrence of stress helps to reduce the body's resistance and creates conditions for the development of diseases of various etiologies. With a decrease in resistance, the quantity of products and their quality decreases. It is possible to prevent stress in animals and poultry by using adaptogens of various origins. The search for optimal means that meet all the requirements of prevention remains to this day an urgent problem of practical veterinary medicine.

The purpose of this study was to give a morphohistochemical assessment of the effect of a feed mineral supplement on the digestive organs during experimental immunosuppression in laboratory animals. In the conditions of experimental immunosuppression, to identify the effect of mineral feed additives on the structure of organ cells and their metabolism. **Methods.** To confirm the effectiveness of the mineral adaptogen, histological, morphometric and histochemical studies of the digestive organs were performed. **As a result** of the conducted research on preventive feeding of a feed mineral supplement of domestic production, its immune- and organoprotective role was revealed. The most sensitive organs to the action of adverse factors (lymphoid formations in the intestinal wall) have been identified. Morphometrically and histochemically determined the reliability of morphological changes in them. During prophylactic feeding of a feed mineral supplement of domestic production in the digestive organs, the revealed changes did not have total destruction, approaching the structure and metabolic processes in cells to the structure of these organs in intact animals. **Scientific novelty.** For the first time, a comparative microstructural, histochemical and morphometric assessment of the digestive organs in the body of laboratory animals under conditions of artificially induced immunosuppression was carried out, confirming the immune- and organoprotective effect of a feed mineral supplement of domestic production, which can be considered as a mineral adaptogen.

Keywords: stress, immunosuppression, prevention, adaptogen, histology, histochemistry, morphometry, feed additives.

For citation: Drozd M. N., Usevich V. M. Morfogistokhimicheskaya otsenka vliyaniya kormovoy mineral'noy dobavki na organy pishchevareniya pri eksperimental'noy immunosupressii u zhivotnykh [Morphohistochemical assessment of the effect of a feed mineral supplement on the digestive organs during experimental immunosuppression in animals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 04 (219). Pp. 73–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-73-81. (In Russian.)

Date of paper submission: 18.02.2022, **date of review:** 28.02.2022, **date of acceptance:** 14.03.2022.

References

- Loretts O. G., Donnik I. M., Bykova O. A., Neverova O. P., Gumenyuk O. A., Shakirova S. S., Meshcheriakova G. V. Nonspecific resistance of broilers on the background of application of a herbal complex of biologically active compounds under the conditions of industrial technology // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1679–1687.
- Bespamyatnykh E. N., Krivonogova A. S., Donnik I. M., Isaeva A. G. Podkhody k korrektsii immunobiologicheskogo profilya zhivotnykh [Approaches to correction of the immunobiological profile of animals] // Veterinariya Kubani. 2018. No. 5. Pp. 10–13. (In Russian.)
- Donnik I. M., Loretts O. G., Barashkin M. I., Sadovnikov N. V., Shusharin A. D., Elesin A. V., Semenova N. N. Reviewing the influence of copper, lead and zinc accumulation on the morphofunctional liver and kidney state in broiler chickens under experimental toxicosis // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. T. 9. No. 6. Pp. 859–873.
- Krasochko P. A., Kholod V. M., Shabunin S. V. et al. Prikladnye aspekty immunomodulyatsii s ispol'zovaniem sredstv prirodnogo proiskhozhdeniya. Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni I. T. Trubilina, 2021. 398 p. (In Russian.)
- Shatskikh E. V. Perevarimost' i ispol'zovanie pitatel'nykh veshchestv korma broylerami pri vvedenii v predstartovyy ratsion razlichnykh form soedineniy yoda [Digestibility and use of feed nutrients by broilers when introducing various forms of iodine compounds into the pre-start diet] // Fundamental'nye i prikladnye aspekty veterinarnoy meditsiny na granitse vekov: sbornik materialov mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu SibNIVI-VNIIBTZh. Omsk, 2021. Pp. 376–381. (In Russian.)
- Cecchini S., Rossetti M., Caputo A., Bavoso A. Effect of dietary inclusion of a commercial polyherbal Formulation on some physiological and immune parameters in healthy and stressed hens [e-resource] // Czech Journal of Animal Science. 2019. No. 64. Pp. 448–458. URL: https://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?type=article&id=189_2019-CJAS (date of reference: 12.12.2020). DOI: 10.17221/189/2019-CJAS.
- Lugovykh T. A., Shatskikh E. V. Sorbtsionnye preparaty v kormlenii ptitsy [Sorption preparations in poultry feeding] // Innovatsionnye tekhnologii v agrarnom proizvodstve: materialy Mezhhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2020. Pp. 82–84. (In Russian.)
- Galiev D. M., Shatskikh E. V. Vliyanie kormovoy dobavki BSh na myasnuyu produktivnost' tsyplyat-broylerov [The effect of the feed additive BS on the meat productivity of broiler chickens] // Proizvodstvo plemennoy produktsii (materiala) po napravleniyam otechestvennogo plemennogo zhivotnovodstva na osnove uskorennoy selektsii: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Strategicheskies zadachi po nauchnotekhnologicheskomu razvitiyu APK". Ekaterinburg, 2018. Pp. 33–37. (In Russian.)
- Drozd M. N. Effektivnost' mineral'nogo adaptogena v usloviyakh eksperimental'noy immunosupressii [The effectiveness of mineral adaptogen in experimental immunosuppression] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 12 (215). Pp. 29–40. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-29-40. (In Russian.)
- Kundryukova U. I., Drozdova L. I. Veterinaro-sanitarnaya i morfologicheskaya otsenka muskulatury bedrennoy i grudnoy grupp myshts tsyplyat-broylerov s nizshey kategoriei upitannosti [Veterinary-sanitary and morphological assessment of the muscles of the femoral and pectoral muscle groups of broiler chickens with the lowest category of fatness] // Nauchnaya zhizn'. 2018. No. 12. Pp. 222–231. (In Russian.)
- Shatskikh E. V., Galiev D. M. Mineral'nyy sorbent v kombikormakh dlya tsyplyat-broylerov [Mineral sorbent in mixed feeds for broiler chickens] // Ptitsevodstvo. 2018. No. 11–12. Pp. 45–49. (In Russian.)
- Tsaregorodtseva A. E., Valamina I. E., Usevich V. M. Morfo-funktsional'nye kharakteristiki immunnoy sistemy pri indutsirovannoy immunosupressii v eksperimente [Morphofunctional characteristics of the immune system in induced immunosuppression in an experiment] // Aktual'nye voprosy sovremennoy meditsinskoj nauki i zdравookhraneniya: sbornik statey IV Mezhdunarodnoy (74 Vserossiyskoj) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2019. Pp. 1192–1196. (In Russian.)

13. Shatskikh E. V., Nufer A. I., Galiev D. M. Natural'nye al'ternativnye stimulyatory rosta i ikh vliyanie na produktivnost' tsplyat-broylerov [Natural alternative growth stimulants and their effect on the productivity of broiler chickens] // Ptitsevodstvo. 2020. No. 1. Pp. 31–36. (In Russian.)

14. Galiev D. M., Shatskikh E. V. Morfogistologicheskoe sostoyanie pecheni tsplyat-broylerov pri ispol'zovanii kormovoy dobavki BSh [Morphohistological state of the liver of broiler chickens when using the feed additive WSh] [e-resource] // Bulletin of biotechnology. 2019. No. 2 (19). URL: http://aon.urgau.ru/uploads/article/pdf_attachment/154 (date of reference: 17.02.2022). (In Russian.)

15. Shatskikh E. V., Korolkova-Subbotkina D. E., Galiev D. M. The influence of biologically active additives on the morpho-biochemical parameters of the blood of broiler chickens // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 04 (207). Pp. 93–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-93-98.

Authors' information:

Mar'ya N. Drozd¹, assistant of the department of infectious and non-infectious pathology, ORCID 0000-0001-2345-6789, AuthorID 843196; +7 904 542-58-23, umn100@yandex.ru

Vera M. Usevich¹, candidate of veterinarian sciences, associate professor of the department of infectious and non-infectious pathology, ORCID 0000-0002-538992-77, AuthorID 654193; +7 904 542-52-25, vus5@yandex.ru

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia