

МИКРОБИОЛОГИЯ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ /
MICROBIOLOGY, MOLECULAR BIOLOGY

МИКРОБИОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 619: 639.122: 616.34

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-113-123>



**Реактивность костного мозга и микробиоценоз кишечника здоровых
и больных кандидамикозом перепелов под влиянием продуктов пчеловодства**

Дмитрий Валерьевич Свистунов, Рамзия Тимергалеевна Маннапова, Альфир Габдуллович Маннапов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Рамзия Тимергалеевна Маннапова, ram.mannapova55@mail.ru

Аннотация

Кандидамикозы пищеварительного тракта наносят существенный экономический ущерб птицеводству. У перепелов они мало изучены, возникают внезапно и в 90-100% случаев завершаются летально. Причиной кандидамикозов пищеварительного тракта перепелов служат различные факторы: нарушение условий и технологий содержания, кормления, проведение ветеринарных манипуляций, которые организмом молодняка воспринимаются как стрессирующие факторы. В стрессированном организме активизируется размножение условно-патогенных *Candida albicans* с повышенными факторами вирулентности. В этой связи необходим поиск препаратов, не оказывающих супрессивного влияния на организм перепелов, способствующих восстановлению нарушенного на фоне развития кандидамикозов иммунного статуса и микробиоценоза. К таким препаратам относятся биологически активные продукты пчеловодства. В костном мозге больных кандидамикозами пищеварительного тракта перепелов при внесении в рацион экстрактов восковой моли, трутневого гомогената и прополиса: а) стабилизируется выработка псевдоэозинофилов и восстанавливается фагоцитоз; б) купируются воспалительные реакции, что проявляется в снижении количества лимфоцитов; в) повышается продукция клеток эритроидного ростка. Экстракты восковой моли, трутневого гомогената и прополиса способствуют восстановлению микробиоты толстого отдела кишечника: а) увеличивается содержание нормофлоры (*Lactobacillus* spp. – в 6,38; 10,0 и 8,84 раза, *Bifidobacterium* spp. – в 4,53; 8,31 и 6,81 раза); б) затормаживается размножение в сторону референсных значений условно-патогенных микроорганизмов (*Candida albicans* – в 3,3; 4,61 и 3,97 раза; *Staphylococcus aureus* – в 4,0; 7,78 и 4,51; *Pseudomonas* spp. – в 3,05; 5,32 и 3,95 раза).

Ключевые слова

Кандидамикозы, перепела, экстракт, восковая моль, трутневый гомогенат, прополис, миелограмма, микробиоценоз, кишечник, влияние продуктов пчеловодства

Для цитирования

Свистунов Д.В., Маннапова Р.Т., Маннапов А.Г. Реактивность костного мозга и микробиоценоз кишечника здоровых и больных кандидамикозом перепелов под влиянием продуктов пчеловодства // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 1. С. 113-123. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-113-123>

MICROBIOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-113-123>



**Bone marrow reactivity and intestinal microbiocenosis of healthy
and CDT-infected quails under the influence of bee products**

Dmitriy V. Svistunov, Ramziya T. Mannapova, Alfir G. Mannapov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Ramziya T. Mannapova; ram.mannapova55@mail.ru

Abstract

Candidamycosis of the digestive tract (CDT) causes significant economic damage to the poultry industry. It is poorly studied in quails, appears suddenly and is fatal in 90-100% of cases. The causes of CDT of quails are various factors: violation

of conditions and technologies of keeping, feeding, veterinary manipulations, which are perceived by the organism of young quails as stress factors. In the stressed organism the reproduction of opportunistic *Candida albicans* with increased virulence factors is activated. In this regard, it is necessary to search for drugs that do not have a suppressive effect on the quail organism and contribute to the restoration of the disturbed immune status and microbiocenosis against the background of the development of *Candida albicans*. Such preparations include biologically active bee products (BAPP). In the bone marrow of CDT-infected quails, when wax moth extracts (EWM), drone homogenate extracts (EDH) and propolis extracts (EP) are added to the diet: a) the production of pseudo-eosinophils is stabilized and phagocytosis is restored; b) inflammatory reactions are stopped, which is manifested by a decrease in the number of lymphocytes; c) the production of erythroid cells is increased. These extracts contribute to the restoration of the microbiota of the large intestine: a) the content of normoflora increases (*Lactobacillus* spp. – 6.38; 10.0 and 8.84 times, *Bifidobacterium* spp. – 4.53; 8.31 and 6.81 times); b) the multiplication of opportunistic microorganisms is inhibited compared to the reference values (*Candida albicans* – 3.3; 4.61 and 3.97 times; *Staphylococcus aureus* – 4.0; 7.78 and 4.51 times; *Pseudomonas* spp. – 3.05; 5.32 and 3.95 times).

Keywords

candidamycosis, quail, extract, wax moth, drone homogenate, propolis, myelogram, microbiocenosis, intestine, influence of bee products

For citation

Svistunov D.V., Mannapova R.T., Mannapov A.G. Bone marrow reactivity and intestinal microbiocenosis of healthy and CDT-infected quails under the influence of bee products. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):113-123. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-113-123>

Введение Introduction

Кандидамикозы пищеварительного тракта (КПТ) перепелов остаются слабо изученными. Наиболее хорошо в литературе освещены КПТ гусей и кур. При несвоевременном принятии срочных мер КПТ птиц приводят к вторичным иммунодефицитам, дисбактериозам, изменениям биохимических реакций организма, нарушениям функциональной активности поджелудочной железы и печени [1-5]. Причинами КПТ перепелов могут служить различные факторы, связанные с нарушениями условий содержания, кормления, проведения ветеринарных и зоотехнических мероприятий, которые служат стрессовым фактором для организма молодняка, способствующим нарушению колонизационной резистентности. В стрессированном организме птиц активизируется размножение условно-патогенных *Candida albicans*. Это приводит к усилению у них факторов вирулентности: изменения в механизмах адгезии, синтеза протеолитических ферментов, ингибирования факторов естественной защиты (АЛФА, АИГА, АЛА, АКА), появления гифальных форм с псевдомицелием, образующих биопленки, – защищая кандид от иммунных механизмов организма и от действия лечебных препаратов [6-11]. В этой связи необходим поиск препаратов, не оказывающих супрессивного влияния на организм перепелов, способствующих восстановлению нарушенных иммунных механизмов, колонизационной резистентности. К таким препаратам относятся БАПП (биологически активные продукты пчеловодства). Нами выбраны экстракты восковой моли (ЭВМ), трутневого гомогената (ЭТГ) и прополиса (ЭП).

Экстракты трутневого гомогената и восковой моли служат источником витаминов, в том числе А, D, Е и группы В, минералов (К, Na, Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu, I, P, Ni, Co, Cr и др.), белков (более 30 аминокислот, в том числе – все незаменимые), протеаз, липаз, нуклеотидов, полиненасыщенных жирных кислот класса омега 3, 6, деценовой кислоты, стероидных гормонов, серотонина. Уникальный и разносторонний химический состав, сочетание компонентов, исключая антагонизм, благодаря переработке ферментами мандибулярных желез пчел трутневого гомогената, прополиса и восковой моли, определяют их биологическую активность, свойства и экологичность в отличие от традиционных химически синтезированных антимикотических препаратов, попадающих через пищевую цепочку в организм человека [12-16]. Это определяет востребованность, своевременность и актуальность исследований.

Цель исследований: изучение влияния экстрактов восковой моли, трутневого гомогената и прополиса на степень иммуноклеточной реактивности красного костного мозга и состояние микробиоты толстого отдела кишечника здоровых и больных КПТ перепелов.

Методика исследований Research method

Работа выполнялась в лабораториях кафедры пчеловодства и аквакультуры, микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Опыты проводили на перепелах мясной японской породы в количестве 270 гол., которых инкубировали в условиях инкубатора птичника кафедры частной зоотехнии. Птиц содержали в клеточных батареях БВМ-Ф-4Ц для молодняка,

оборудованных ниппельными поилками (с каплеулавливателями). Для обогрева молодняка применяли инфракрасные лампы ИКЗК-250. Освещенность, $T^{\circ}C$, влажность в помещении, плотность посадки соответствовали рекомендациям ВНИТИП. Перепела контрольной и опытных групп получали основной рацион: с 1 по 6 недели – комбикорм ПК-5, с 6 недели и далее – ПК-1.

Перед началом опытов в птичнике стал регистрироваться внезапный падеж птиц. Первое предположение возникновения энтеробактериоза, энтерококкоза, стрептококкоза, орнитобактериоза, эшерихиоза, а также выделения из кишечника птиц бактерий рода *Serratia* не дали положительного результата. Из содержимого кишечника, объектов окружающей среды были выделены на средах Сабуро с хлорамфениколом и на хромогенной среде Никерсона *Candida albicans* (в толстом отделе кишечника их содержимое колебалось в пределах не менее 6,00-13,0 lgКОЕ/г, референтные значения – 2,0-2,7 lgКОЕ/г). *Candida albicans* были идентифицированы и подтверждены с использованием системы *API-System S.A.*, а также масс-спектрометрическим методом на *MALDI Biotypes* (ФГОУ НМЦ гематологии Минздрава России).

Изучением чувствительности выделенных изолятов *C. albicans* к разным дозам БАПП: ЭВМ, ЭТГ и ЭП – была установлена высокая чувствительность ко всем изученным продуктам пчеловодства и определены оптимальные дозы применения их в зависимости от массы тела перепелат.

Птицы 1 группы служили контролем – здоровые (без включения в рацион БАПП). Эти перепелата были получены инкубированием после проведения тщательной дезинфекции инкубаторов и объектов окружающей среды с последующим содержанием в другом помещении в клеточных батареях, созданием соответствующих условий. Перепела 2, 3 и 4 групп – здоровые с включением в рацион БАПП: экстрактов восковой моли (ЭВМ), трутневого гомогената (ЭТГ) и прополиса (ЭП). В рацион птиц 2 группы добавляли ЭВМ. Расчет ЭВМ: 70 капель, растворенных в 350 мл воды, на 35 птиц. Ежедневно в воду добавляли 350 мл х 30 дней – 11,6 мл на курс ЭВМ. В рацион перепелов 3 группы добавляли ЭТГ. Расчет ЭТГ – 35 гранул, растворенных в 350 мл воды, на 35 птиц. На курс по группе на 30 дней необходимо 11,6 мл ЭТГ. В рацион перепелов 4 группы вносили ЭП. Для этого настойка прополиса на этиловом спирте 70° разводится из расчета 5 мл на 1000,0 мл воды. Из него готовится ЭП – 3,5 мл разведенной настойки прополиса на 35 птиц, растворенной в 350 мл воды. Дозы: ЭВМ – 0,33 мл/гол., ЭТГ – 0,33 мл/гол., ЭП – 0,1 мл/гол. Выпаивание экстрактов БАПП во 2, 3 и 4 группах осуществляли ежедневно в течение 30 сут., внося суточную дозу 1 раз в день в поилки с питьевой водой.

Перепела 5-8 групп – спонтанно зараженные КПП. Их содержали в отдельном соседнем помещении, в клеточных батареях. Каждая группа содержалась в 2 клетках, отдельно, по 8 клеток в серии со здоровыми и с больными птицами, по 35 птиц в каждой группе (по 17 и 18 гол. в клетке).

В рацион птиц 5 группы (контроль – больные), как и 1 контрольной, БАПП не вносили. Больным КПП перепелам 6 группы вносили ЭВМ, больным 7 группы – ЭТГ, больным 8 группы – ЭП, удвоив для лечения суточную дозу здоровых перепелов и выпаивая 2 раза в день с питьевой водой (утром и днем). Дозы составляли: ЭВМ – 0,66 мл/гол.; ЭТГ – 0,66 мл/гол.; ЭП – 0,2 мл/гол.

Забой перепелов для взятия материала проводили на 7, 10, 20, 30, 60, и 90 сутки от начала опыта. Мазки из пунктата костного мозга (грудины) окрашивали по Паппенгейму. Для дифференцировки клеток в миелограмме пользовались гематологическим атласом [17, 18].

Для изучения микрофлоры кишечника его содержимое забирали в стерильную посуду с 9-10 мл изотонического раствора натрия хлорида с глицерином. Посев суспензии проводили на ряд элективных и дифференциальных сред. *Lactobacillus* spp. выделяли в микроанаэроstate (на среде МРС с использованием *GasPak Anaerobic System*. *Bifidobacterium* spp. идентифицировали на среде Блаурокка. Для культивирования *Candida albicans* применяли агар Сабуро с хлорамфениколом 2 (фирма «Biomerieux»). Идентифицировали *Candida albicans* масс-спектрометрическим методом на *MALDI Biotyper* (в ФГОУ НМЦ гематологии Минздрава России). Культивировали *Candida albicans* на среде Сабуро со стрептомицином (100 ЕД/л), ставили реакцию на ферментацию глюкозы и мальтозы. Чистую культуру клинических штаммов кандид выделяли на хромогенной среде Никерсона. *Pseudomonas* spp. культивировали на селективном агаре AP-3, King BS, агар ISO, агар цетримидный. *Staphylococcus aureus* выделяли на кровяном и желточно-солевом МПА. Результаты переводили в десятичные логарифмы и устанавливали относительное соотношение различных групп микроорганизмов толстого отдела кишечника перепелов.

Статистический анализ количественных данных проводили с использованием программ *Statistica 6.1* и приложения *Excel* из пакета *MS Office 2007*.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В красном костном мозге состав клеток может изменяться в зависимости от многих факторов в организме [18]. Уровень всех видов псевдооонофильных клеток в красном костном мозге перепелов 1 контрольной группы составил к началу

опытов 42,3% (табл. 1). В процессе опыта этот показатель на препаратах костного мозга перепелов контрольной группы увеличивался в возрастном аспекте: на 30, 60 и 90 сут. – в 1,1; 1,25 и 1,32 раза. Однако уровень их соответствовал лишь нижней границе физиологических норм. Внесение

в рацион здоровых птиц БАПП способствовало значительному повышению продукции псевдоэозинофилов в костном мозге. Максимально этот процесс был выражен под влиянием ЭТГ и превысил контрольный уровень на 30, 60 и 90 сут. в 1,28, 1,51 и 1,32 раза.

Таблица 1

Динамика содержания псевдоэозинофилов в миелограмме здоровых и больных КПТ перепелов под влиянием БАПП, %

Группы	Стат. показ.	Сроки опыта (сут. опыта/возраст)			
		Фон /10	30/40	60/70	90/100
КЗ (1)	M±m	42,3±0,8	46,8±0,5	50,6±0,8	54,9±1,0
КЗ + ЭВМ (2)	M±m	44,9±0,9*	48,5±0,6*	56,3±1,0***	59,3±0,9***
КЗ + ЭТГ (3)	M±m	52,9±1,1***	60,2±1,2***	76,5±1,6***	72,7±1,5***
КЗ + ЭП (4)	M±m	47,9±1,0***	56,7±0,9***	68,9±1,0***	64,8±1,1***
КПТ (5)	M±m	29,7±0,5***	25,3±0,6***	20,6±0,4***	18,3±0,3***
КПТ + ЭВМ (6)	M±m	34,0±0,4***	40,3±0,6***	45,7±0,8***	48,6±0,6***
КПТ + ЭТГ (7)	M±m	40,4±0,5***	52,6±0,8***	60,4±0,9***	65,7± 0,9***
КПТ + ЭП (8)	M±m	36,9±0,6***	48,5±0,9***	53,8±1,5***	56,3±1,3***

Примечание – *P³0,95; **P³0,99; ***P³0,999; КЗ – контроль-здоровые; КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта.

Table 1

Dynamics of pseudo eosinophil content in the myelogram of healthy and CDT-infected quails under the influence of BAPP, %

Groups	Statistic indicator	Terms of the experiment (days of experiment/age)			
		Background/10	30/40	60/70	90/100
CH (1)	M±m	42.3±0.8	46.8±0.5	50.6±0.8	54.9±1.0
CH + EWM (2)	M±m	44.9±0.9*	48.5±0.6*	56.3±1.0***	59.3±0.9***
CH + EDH (3)	M±m	52.9±1.1***	60.2±1.2***	76.5±1.6***	72.7±1.5***
CH + EP (4)	M±m	47.9±1.0***	56.7±0.9***	68.9±1.0***	64.8±1.1***
CDT (5)	M±m	29.7±0.5***	25.3±0.6***	20.6±0.4***	18.3±0.3***
CDT + EWM (6)	M±m	34.0±0.4***	40.3±0.6***	45.7±0.8***	48.6±0.6***
CDT + EDH (7)	M±m	40.4±0.5***	52.6±0.8***	60.4±0.9***	65.7± 0.9***
CDT + EP (8)	M±m	36.9±0.6***	48.5±0.9***	53.8±1.5***	56.3±1.3***

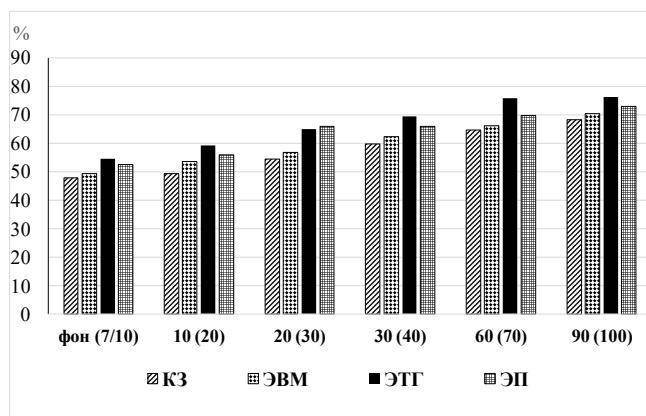
Note – *P³0.95; **P³0.99; ***P³0.999; CH – control-healthy; CDT – candidamycosis of the digestive tract.

Продукция псевдоэозинофилов в костном мозге птиц 5 группы (контроль – больные) уступала фоновому значению птиц 1 группы в 1,42 раза, на 30, 60 и 90 сут. опыта – в 1,85; 2,45 и 3,0 раза. Это ответная реакция костного мозга в связи с ослаблением иммунных механизмов птенцов на фоне иммунной супрессии, вызванной интенсивным размножением в толстом отделе кишечника *Candida albicans* [19]. Однако применение продуктов пчеловодства способствовало восстановлению продукции псевдоэозинофилов в миелограмме перепелов. Под влиянием ЭВМ отмечалось умеренное повышение уровня псевдоэозинофилов. Их количество увеличилось по сравнению с показателями птиц 5 группы, не подвергнутых лечебным манипуляциям БАПП, в костном мозге перепелов 6 группы на 30, 60 и 90 сут. исследований в 1,59; 2,22 и 3,0 раза. Это достаточно высокая продукция костным мозгом псевдоэозинофильных клеток по сравнению с их фоновым уровнем, сниженным в связи с развитием в организме КПТ. Однако самая высокая продукция в костном мозге псевдоэозинофилов отмечалась под влиянием ЭТГ – 7 группа, которая превысила показатели перепелов 5 группы на 30, 60 и 90 сут. в 2,08; 2,93 и 3,59 раза. Незначительно ниже продукция

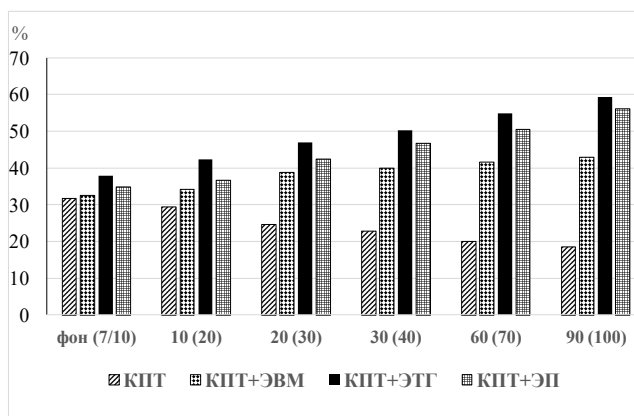
в костном мозге перепелов псевдоэозинофильных клеток была у птиц 8 группы – в 1,91; 2,61, и 3,07 раза. Применение БАПП на фоне КПТ способствовало изменениям количества псевдоэозинофилов в сторону физиологических значений, что свидетельствовало о восстановлении клеточного звена иммунитета перепелов.

Результаты исследования динамики содержания лимфоцитов в миелограмме здоровых и больных КПТ перепелов представлены на рисунке 1 (а, б).

Количество лимфоцитов в миелограмме птиц 1 контрольной группы не имело существенных изменений, что свидетельствовало о ранней стабилизации содержания этих клеток в организме здоровых перепелов [20]. Их показатель изменялся в сторону незначительного повышения по сравнению с фоновым уровнем на 30, 60 и 90 сут. опыта в 1,1; 1,27 и 1,14 раза. Но эти значения продукции костным мозгом лимфоцитов были недостаточными, что вызывало работу иммунной системы здоровых птиц на пределе возможностей. На этом фоне организм является податливым к действию различных факторов внешней и внутренней среды [21]. Возможно, одними из этих факторов являются нарушение баланса и активное

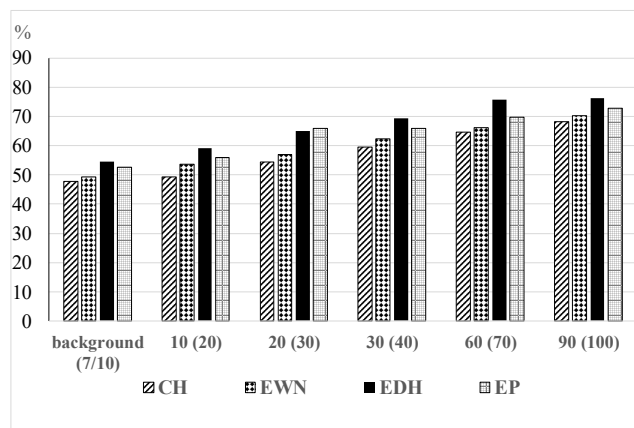


а

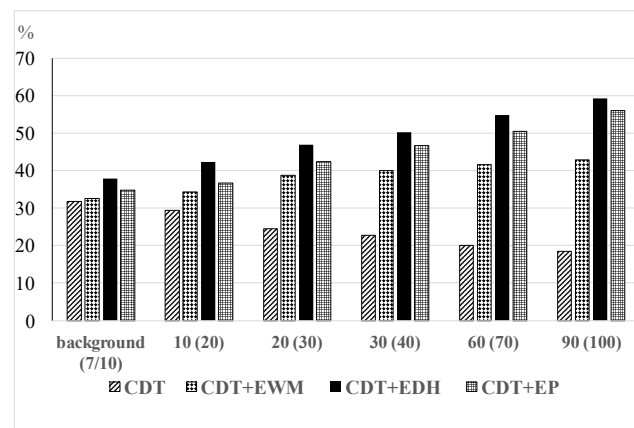


б

Рис. 1. Динамика содержания лимфоцитов в миелограмме здоровых (а) и больных КПТ (б) перепелов, %



а



б

Fig. 1. Dynamics of lymphocyte content in the myelogram of healthy (a) and CDT-infected (b) quails, %

размножение условно-патогенных *Candida albicans* с дальнейшим переходом к развитию КПТ. Применение БАПП способствовало восстановлению уровня лимфоцитов в миелограмме перепелов 2, 3 и 4 групп до физиологического уровня. Содержание лимфоцитов в миелограмме больных КПТ перепелов 5 группы к началу исследований значительно превысило показатель птиц 1 контрольной группы (в 2,89 раза), что в данном случае является негативным моментом, свидетельствующим о развитии в организме воспалительного процесса на фоне усиленного размножения *Candida albicans*.

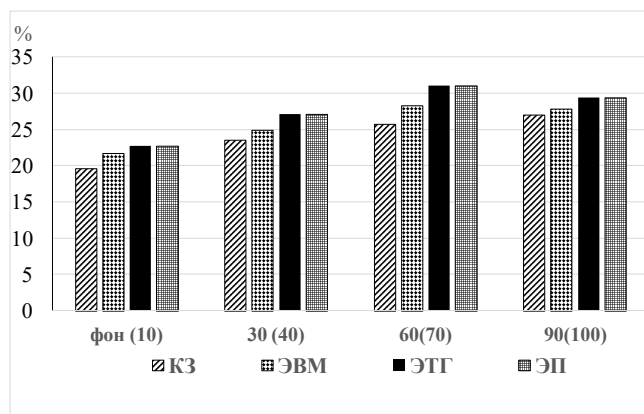
В последующие сроки опыта на фоне применения БАПП отмечалось постепенное восстановление данного показателя. ЭВМ способствовал снижению уровня лимфоцитов в сторону физиологических значений на 30, 60 и 90 сут. в 1,52; 1,47 и 1,37 раза; ЭТГ – в 2,36; 2,23 и 1,94 раза; ЭП – в 1,95; 2,06 и 2,17 раза.

Таким образом, применение БАПП на фоне развития в организме перепелов КПТ способствует восстановлению в миелограмме лимфоцитов – основных клеток иммунных реакций организма. БАПП на фоне активизации в организме перепелов КПТ способствовали купированию

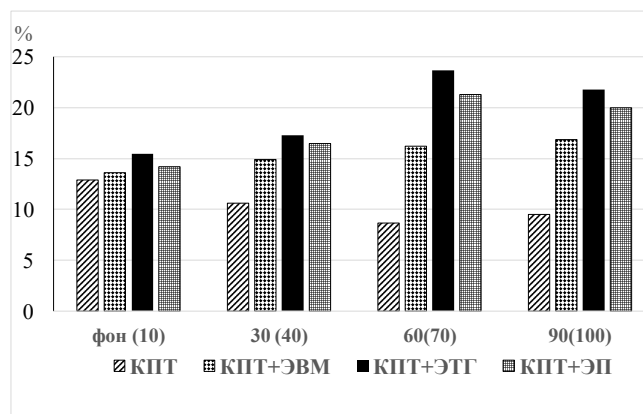
воспалительных реакций благодаря их выраженным противомикробным, противогрибковым, иммуностимулирующим и иммунокорректирующим свойствам. Это способствовало восстановлению колонизационной резистентности, баланса *Candida albicans* в пищеварительной системе птиц и нормализации воспалительных процессов. Уровень лимфоцитов в миелограмме перепелов 6, 7, 8 опытных групп соответствовал референсным значениям и был ниже показателей больных КПТ птиц 5 группы.

Данные по изучению влияния БАПП на динамику в миелограмме здоровых и больных КПТ перепелов клеток эритроидного ростка представлены на рисунке 2 (а, б).

Эритроциты, пройдя все стадии эмбрионального развития, поступают из костного мозга в кровь, где участвуют в снабжении кислородом органов, тканей и клеток организма. Обратно они забирают углекислый газ и переносят его к легким для удаления. Вместе с кислородом они снабжают органы и ткани питательными веществами, поддерживают рН в организме на постоянном уровне, переносят на поверхности яды фагоцитам для их выведения [18, 19, 21, 22, 23].

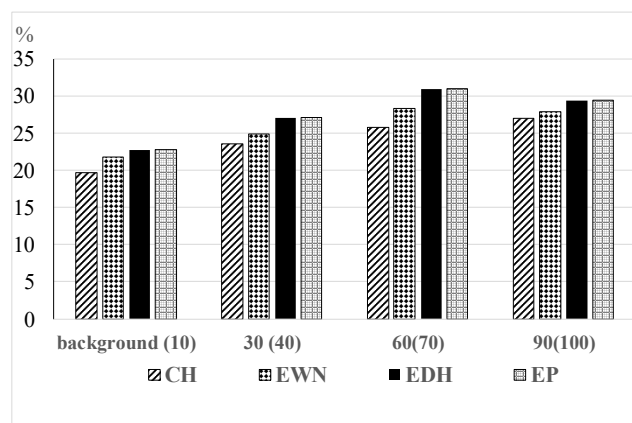


а

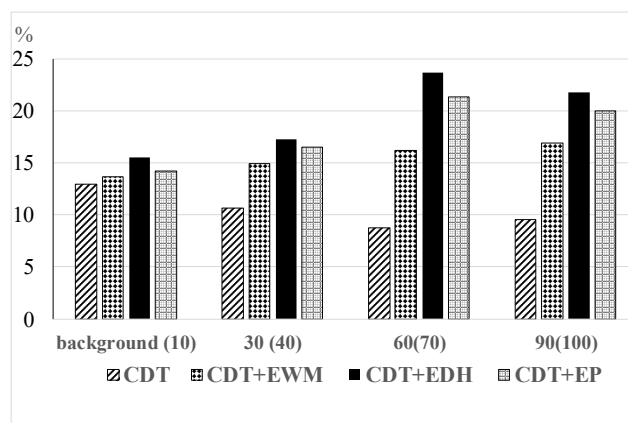


б

Рис. 2. Динамика содержания клеток эритроидного ростка в миелограмме здоровых (а) и больных КПТ (б) перепелов под влиянием БАПП, %



а



б

Fig. 2. Dynamics of erythroid lineage cells content in myelogram of healthy (a) and CDT-infected (b) quails under the influence of BAPP, %

Клетки эритроидного роста в миелограмме перепелов 1 контрольной группы изменялись в сторону повышения количества в возрастном аспекте по сравнению с фоновым значением на 30, 60 и 90 сут. в 1,19; 1,31 и 1,38 раза.

Применение БАПП в рационе птиц 2, 3 и 4 групп способствовало умеренному повышению продукции клеток эритроидного роста в организме перепелов. Показатель клеток эритроидного роста в миелограмме больных КПТ птиц 5 группы снизился по сравнению с их значением у перепелов 1 контрольной группы на 30, 60 и 90 сут. опыта в 2,22; 2,95 и 2,84 раза. Включение в рацион больных перепелов БАПП способствовало усилению продукции клеток эритроидного роста в миелограмме птиц на 30, 60 и 90 сут. по 6 группе в 1,4; 1,86 и 1,78 раза; по 7 группе – в 1,63; 2,72 и 2,29 раза; по 8 группе – в 1,55; 2,44 и 2,1 раза.

ЭВМ, ЭТГ и ЭП в разной степени активности способствовали на фоне восстановления иммуноклеточных реакций в костном мозге параллельному восстановлению колонизационной резистентности и баланса микробиоты в толстом отделе кишечника перепелов.

Результаты исследования динамики в кишечнике перепелов *Lactobacillus* spp. представлены в таблице 2.

Содержание лактобацилл к началу опыта у птиц 1 контрольной группы было несколько снижено, что, видимо, связано с воздействием на организм птенцов зоотехнических и ветеринарных манипуляций. Применение ЭВМ, ЭТГ и ЭП в толстом отделе кишечника здоровых перепелов 2-4 групп способствовало повышению и восстановлению содержания *Lactobacillus* spp. Их количество на 60 сут. исследований превысило показатель птиц 1 контрольной группы в 1,81; 2,29 и 2,07 раза и до конца опыта оставалось на высоком уровне. В кишечнике перепелов 5 группы, больных КПТ, по ходу прогрессирования кандидамикозов отмечалось выраженное снижение уровня лактобацилл. Они уступали контрольным цифрам птиц 1 группы к 60 и 90 сут. опыта в 4,3 и 6,0 раза. Применение для лечения больных перепелов 6, 7 и 8 групп ЭВМ, ЭТГ и ЭП способствовало активизации размножения в кишечнике птиц *Lactobacillus* spp. по сравнению с показателями больных перепелов 5 группы. К концу опыта они превышали фоновое значение больных контрольных птиц в 6,38; 10,0 и 8,84 раза. Подобным образом изменялась в толстом отделе кишечника перепелов динамика *Bifidobacterium* spp.

Антимикробная активность молочной кислоты, продуцируемой *Lactobacillus* spp. зависит

Таблица 2

Динамика содержания в кишечнике здоровых и больных КПТ перепелов *Lactobacillus* spp. под влиянием БАПП, %

Сроки опыта (сут./возраст)	Группы: 1-4 – здоровые, 5-8 – больные КПТ, lg КОЕ/г							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	КЗ	ЭВМ	ЭТГ	ЭП	КПТ	КПТ+ЭВМ	КПТ+ЭТГ	КПТ+ЭП
Фон (10)	6,7±0,02	7,1±0,11	7,0±0,14	6,8±0,03	4,3±0,20	4,8±0,22	5,4±0,44	5,2±0,22
10 (20)	7,4±0,16	7,9±0,18	8,6±0,25	7,8±0,11	3,8±0,23	5,6±0,25	7,3±0,36	6,9±0,22
		*	***	*	***	***	***	***
20 (30)	7,2±0,22	9,3±0,51	10,8±0,72	10,4±0,61	2,0±0,22	7,9±0,31	9,5±0,42	8,7±0,33
		***	***	***	***	***	***	***
30 (40)	8,0±0,33	10,7±0,41	12,6±0,44	11,9±0,22	1,4±0,14	8,4±0,41	10,7±0,75	9,8±0,55
		***	***	***	***	***	***	***
60 (70)	6,9±0,22	12,5±0,61	15,8±0,65	14,3±0,42	1,6±0,15	9,2±0,63	12,4±0,45	11,0±0,45
		***	***	***	***	***	***	***
90 (100)	7,8±0,33	13,6±0,65	16,2±0,65	15,0±0,15	1,3±0,15	8,3±0,35	13,0±0,63	11,5±0,35
		***	***	***	***	***	***	***

Примечание – *P³0,95; **P³0,99; ***P³0,999; КЗ – контроль-здоровые; КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта.

Table 2

Dynamics of *Lactobacillus* spp. content in the intestine of healthy and CDT-infected quails under the influence of BAPP, %

Terms of the experiment (days/age)	Groups: 1-4 – healthy, 5-8 – CDT-infected, lg CFU/g							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	CH	EWM	EDH	EP	CDT	CDT+ EWM	CDT+ EDH	CDT+ EP
Background (10)	6.7±0.02	7.1±0.11	7.0±0.14	6.8±0.03	4.3±0.20	4.8±0.22	5.4±0.44	5.2±0.22
10 (20)	7.4±0.16	7.9±0.18	8.6±0.25	7.8±0.11	3.8±0.23	5.6±0.25	7.3±0.36	6.9±0.22
		*	***	*	***	***	***	***
20 (30)	7.2±0.22	9.3±0.51	10.8±0.72	10.4±0.61	2.0±0.22	7.9±0.31	9.5±0.42	8.7±0.33
		***	***	***	***	***	***	***
30 (40)	8.0±0.33	10.7±0.41	12.6±0.44	11.9±0.22	1.4±0.14	8.4±0.41	10.7±0.75	9.8±0.55
		***	***	***	***	***	***	***
60 (70)	6.9±0.22	12.5±0.61	15.8±0.65	14.3±0.42	1.6±0.15	9.2±0.63	12.4±0.45	11.0±0.45
		***	***	***	***	***	***	***
90 (100)	7.8±0.33	13.6±0.65	16.2±0.65	15.0±0.15	1.3±0.15	8.3±0.35	13.0±0.63	11.5±0.35
		***	***	***	***	***	***	***

Note – *P³0.95; **P³0.99; ***P³0.999; CH – control-healthy; CDT – candidamycosis of the digestive tract.

от выработки ими, уксусной и пропионовой кислот, синергизм сочетания которых затормаживает рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, CO₂, вырабатываемый ими, поддерживает анаэробные условия [24]. В результате активизации кислорода лактобациллами флавиносодержащими ферментами или NADH-пероксидазой образуется перекись водорода, которая усиливает антибактериальный эффект. Диацетил, синтезируемый *Lactobacillus* spp. затормаживает скорость роста патогенных микроорганизмов. Подобно динамике лактобацилл в толстом отделе кишечника перепелов изменялось содержание *Bifidobacterium* spp., оказывающих положительное влияние на секреторную функцию кишечника, всасывание, функциональную активность минерального, белкового, липидного обменов, ферментативную и витамин-синтезирующую функции микробиоты [2, 13].

Уровень *Candida albicans* [20] в кишечнике птиц 1 контрольной группы не имел существенных отклонений, и до 30 сут. исследований их значение колебалось в пределах от 3,36 до 3,78 lg КОЕ/г. На 60 и 90 сут. опыта содержание кандид в контроле снизилось в 1,33 и 1,6 раза, что свидетельствует о стабилизации их количества в здоровом организме перепелов в возрастном аспекте. Однако внесение в состав рациона здоровых птиц 2, 3, 4 групп

ЭВМ, ЭТГ и ЭП оказывало выраженное действие на степень снижения кандид в кишечнике перепелов. Это объясняется созданием в толстом отделе кишечника благоприятных условий под влиянием БАПП для активизации и усиленного размножения нормофлоры, продукты метаболизма которых способствовали снижению активности *Candida albicans* [25].

В толстом отделе кишечника перепелов 5 группы (контроль – больные) отмечалось активное размножение кандид. Уже к началу опытов их содержание превысило показатель здоровых птиц 1 группы в 1,88 раза. Эта тенденция нарастала, и на 10, 20, 30, 60, 90 сут. уровень *Candida albicans* в толстом отделе кишечника птиц 5 группы увеличился по сравнению с данными 1 контрольной группы в 2,41; 3,8; 4,6; 7,04 и 8,34 раза. Применение БАПП способствовало динамичному снижению количества *Candida albicans* в кишечнике больных перепелов 6, 7 и 8 групп. Следовательно, БАПП оказывают положительное влияние на восстановление колонизационной резистентности кишечника, способствуют профилактике дисбактериозов и развития КПП [25]. Динамика *Candida albicans* в толстом отделе кишечника здоровых и больных КПП перепелов схожа с динамикой *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas* spp [20].

Выводы Conclusions

Использование биологически активных продуктов пчеловодства: экстрактов восковой моли, гомогената и прополиса – в перепеловодстве имеет перспективы для отрасли. Эти продукты, обладая адаптогенными свойствами, способствуют укреплению и поддержанию иммунитета перепелов, восстановлению естественной микробиоты кишечника, что приведет к повышению продуктивности и производству высококачественных, экологически чистых диетических продуктов (перепелиного мяса и яиц) без применения антимикотиков и химических добавок в качестве стимуляторов роста. На основании проведенных исследований сделаны изложенные ниже выводы.

1. В миелограмме больных кандидамикозами пищеварительного тракта перепелов при добавлении в рацион экстрактов восковой моли, гомогената

и прополиса регистрируются: а) стабилизация выработки псевдоэозинофилов, направленных на восстановление фагоцитоза; б) купирование воспалительных реакций, что проявляется в снижении количества лимфоцитов в 1,37; 2,09 и 2,17 раза; в) в увеличении продукции клеток эритроидного роста.

2. Экстракты восковой моли, гомогената и прополиса способствуют восстановлению в толстом отделе кишечника больных кандидамикозами пищеварительного тракта перепелов естественного микробиоценоза:

а) содержание нормофлоры активизацией *Lactobacillus* spp. в 6,38; 10,0 и 8,84 раза, *Bifidobacterium* spp. – в 4,53; 8,31 и 6,81 раза;

б) затормаживание размножения в сторону физиологических значений уровня *C. albicans* в 3,3; 4,61 и 3,97 раза;

в) снижение активности условно-патогенных *Staphylococcus aureus* в 4,0; 7,78 и 4,51 раза, *Pseudomonas* spp. – в 3,05; 5,32 и 3,95 раза.

Список источников

1. Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н., Легеца В.И., Махаловский В.Н и др. *Основы медицинской радиобиологии: Монография*. СПб.: Фолиант, 2004. 384 с. EDN: QLFOHB
2. Годовалов А.П., Карпунина Т.И. Определение компонентного состава биопленок грамположительных бактерий // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019. Т. 64, № 10. С. 632-634. <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2019-64-10-632-634>
3. Григорьев Е.В., Матвеева В.Г., Шукевич Д.Л., Радивилко А.С. и др. Индуцированная иммуносупрессия в критических состояниях: диагностические возможности в клинической практике // *Бюллетень сибирской медицины*. 2019. Т. 18, № 1. С. 18-29. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-1-18-29>
4. Демина Л.Л., Гордина Е.Н., Устюжанинова Л.В. Биохимический состав гомогената трутневого расплода // *Общество. Наука. Инновации (НПК-2017): Сборник материалов Всероссийской ежегодной научно-практической конференции, г. Киров, 1-29 апреля 2017 г.* Киров: Вятский государственный университет, 2017. С. 35-39. EDN: YSQSVP
5. Ефанова Н.В., Осина Л.М., Баталова С.В. Влияние трутневого гомогената на элементный и метаболический статус собак // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2019. Т. 24, № 2. С. 58-63. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63>
6. Иссе М.Я., Маннапова Р.Т. Биологическая активность экстракта пчелиного подмора // *Пчеловодство*. 2016. № 6. С. 53-55. EDN: ZBKVUR
7. Карташова О.Л., Пашкова Т.М., Пашинина О.А., Коваленко А.Л. Влияние циклоферона in vitro на рост и образование биопленок клиническими изолятами микроорганизмов // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2023. Т. 86, № 4. С. 29-33. <https://doi.org/10.30906/0869-2092-2023-86-4-29-33>
8. Козинец Г.И., Сарычева Т.Г., Луговская С.А. *Гематологический атлас: Настольное руководство*

References

1. Butomo N.V., Grebenyuk A.N., Legeza V.I., Mahalovsky V.N. et al. *Fundamentals of medical radiobiology: Monograph*. Saint Petersburg, Russia: Foliant, 2004:384. (In Russ.)
2. Godovalov A.P., Karpunina T.I. The determination of biofilm composition of gram-positive bacteria. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 2019;64(10): 632-634. (In Russ.) <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2019-64-10-632-634>
3. Grigoryev E.V., Matveeva V.G., Shukevich D.L. et al. Induced immunosuppression in critical care: diagnostic opportunities in clinical practice. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2019;18(1):18-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-1-18-29>
4. Demina L.L., Gordina S.N., Ustyuzhaninova L.V. Biochemical composition of the homogenate of the drone brood. *Vserossiyskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Obshchestvo. Nauka. Innovatsiya (NPK-2017)". Kirov, April 01-29, 2017*. Kirov, Russia: Vyatka State University, 2017:35-39. (In Russ.)
5. Efanova N.V., Osina L.M., Batalova S.V. Influence of molding homogenates on element and metabolic status of dogs. *Innovations and Food Safety*. 2019;(2):58-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63>
6. Isse M.Ya., Mannapova R.T. Biological activity of extract of dead bees. *Pchelovodstvo*. 2016;6: 53-55. (In Russ.)
7. Kartashova O.L., Pashkova T.M., Pashinina O.A., Kovalenko A.L. Effect of cycloferon in vitro on growth and biofilm formation by clinical isolates of microorganisms. *Experimental and Clinical Pharmacology*. 2023;86(4): 29-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/0869-2092-2023-86-4-29-33>
8. Kozinets G.I., Sarycheva T.G., Lugovskaya S.A. *Hematologic atlas: Desktop manual of a doctor-laborator*

врача-лаборанта. М.: Практическая медицина, 2015. С. 192

9. Коленкин С.М., Михеева А.И. Основные правила исследования пунктата костного мозга // *Клиническая лабораторная диагностика*. 1999. № 2. С. 41-43

10. Колосова С.Ф., Китапбаева А.А., Кашкарова И.В., Алипина К.Б. Новые аспекты использования личинок восковой моли при создании биологически активных добавок // *Евразийский союз ученых*. 2019. Т. 65, № 8. С. 11-14. EDN: USZVWM

11. Маннапова Р.Т., Шайхулов Р.Р., Маннапов А.Г. Восстановление ультраструктуры печени при кандидомикозах на фоне энзимотерапии с адаптогенами // *Ветеринария*. 2020. № 8. С. 26-32. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.8.26-32>

12. Маннапова Р.Т., Шайхулов Р.Р., Свистунов Д.В. Реакция основных пищеварительных ферментов поджелудочной железы на фоне развития кандидамикозов птиц // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 51, № 3. С. 112-119. EDN: RBHTNM

13. Муравьев Д.В., Калачинская А.М. Трутневый гомогенат и его влияние на гематологические показатели крови кур-несушек // *Аграрная наука*. 2015. № 8. С. 23-24. EDN: UHFZYD

14. Пашина О.А., Пашкова Т.М., Карташова О.Л., Морозова Н.В. Антицитокиновая активность грибов рода *Candida* и их способность к продукции цитокиноподобных веществ // *Российский иммунологический журнал*. 2023. Т. 26, № 1. С. 57-62. <https://doi.org/10.46235/1028-7221-1150-AAO>

15. Саковцева Т.В., Войнова О.А., Ксенофонтова А.А., Савчук С.В. Влияние продуктов жизнедеятельности личинок *Galleria Mellonella* на некоторые биохимические и органолептические показатели яиц перепелов японской породы // *Доклады МСХА: Материалы Международной научной конференции, Москва, 5-7 декабря 2017 г. Вып. 290. Ч. 3. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*, 2018. С. 310-312. EDN: ORZGOX

16. Сачивкина Н.П., Ленченко Е.М., Хайтович А.Б. Оценка интенсивности образования биопленок микроскопическими грибами рода *Candida* // *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2018. Т. 8, № 3. С. 58-65. EDN: YUQTQL

17. Тамбиев Т.С., Тамбиева Ю.Г., Дулетов Е.Г., Федоров В.Х. и др. Антимикробная активность фитогенных препаратов в отношении условно-патогенной микрофлоры кишечника кур // *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2023. Т. 58, № 2. С. 27-31. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-2-27-31>

18. Трухачев В.И., Маннапов А.Г. Инновационный прорыв в биологии пчел и технологии производства продуктов пчеловодства // *Пчеловодство*. 2020. № 3. С. 4-6. EDN: FEXQX

19. Хайтович А.Б., Гаффарова А.С. Факторы патогенности *Candida albicans* и определение их генных детерминант // *Таврический медико-биологический вестник*. 2016. Т. 19, № 3. С. 121-126. EDN: XHWTKX

20. Шайхулов Р.Р. Механизм формирования и становления продуктами пчеловодства микробиоты

Moscow, Russia: *Practicheskaya meditsina*, 2015:192. (In Russ.)

9. Kolenkin S.M., Mikheeva A.I. Basic rules for the study of bone marrow punctate. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 1999;2:41-43. (In Russ.)

10. Kolosova S.F., Kitapbaeva A.A., Kashkarova I.V., Alipina K.B. New aspects of the use of wax moth larvae in the creation of biologically active additives. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh*. 2019;65(8):11-14. (In Russ.)

11. Mannapova R.T., Shaykhulov R.R., Mannapov A.G. Restoration of liver ultrastructure using enzymotherapy with adaptogenes during candidiasis. *Veterinary Medicine*. 2020;8: 26-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.8.26-32>

12. Mannapova R.T., Shaykhulov R.R., Svistunov D.V. The reaction of the main digestive enzymes of the pancreas against the background of the development of candidiasis of birds. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023;51(3):112-119. (In Russ.)

13. Muraviev D.V., Kalachinskaya A.M. Homogenate of drones influence on hematologic indices of laying hens blood. *Agrarian Science*. 2015;8:23-24. (In Russ.)

14. Pashinina O.A., Pashkova T.M., Kartashova O.L., Morozova N.V. Anticytokine activity of fungi of the genus *Candida* and their ability to produce cytokine-like substances. *Rossiyskiy immunologicheskii zhurnal*. 2023;26(1):57-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.46235/1028-7221-1150-AAO>

15. Sakovtseva T.V., Voynova O.A., Ksenofontova O.A., Savchuk S.V. Effect of *Galleria mellonella* larvae life products on some biochemical and organoleptic parameters of Japanese quail eggs. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchennaya 130-letiyu N.I. Vavilova. Moscow, December 05-07, 2017. Doklady MSKhA* 290(3). Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2018:310-312. (In Russ.)

16. Sachivkina N.P., Lenchenko E.M., Khaitovich A.B. The intensity of biofilm formation by microscopic fungi of the genus *Candida*. *Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny*. 2018;8(3):58-65. (In Russ.)

17. Tambiev T.S., Tambieva Yu.G., Duletov E.G., Fedorov V.Kh. et al. Antimicrobial activity of phytogenic preparations against conditionally pathogenic intestinal microflora of chickens. *Aktual'nye voprosy veterinarnoy biologii*. 2023;58(2):27-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-2-27-31>

18. Trukhachev V.I., Mannapov A.G. An innovative breakthrough in the biology of bees and the technology of production of beekeeping products. *Pchelovodstvo*. 2020;3:4-6. (In Russ.)

19. Khaytovich A.B., Gaffarova A.S. Pathogenicity factors of *Candida albicans* and determination of their genes. *Tavrisheskiy mediko-biologicheskii vestnik*. 2016;19(3):121-126. (In Russ.)

20. Shaikhulov R.R. The mechanism of formation and formation of intestinal microbiota by beekeeping

кишечника здоровых и больных кандидамикозами птиц / Р.Р. Шайхулов, Р.Т. Маннапова, Д.В. Свистунов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19, № 1. – С. 176-191. EDN ARVFBX.

21. Abdullahi U.F., Igwenagu E., Mu'azu A., Aliyu S. et al. Intrigues of biofilm: A perspective in veterinary medicine. *Veterinary World*. 2016;9(1):12-8. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.12-18>

22. Bufalo M.C., Bordon-Graciani A.P., Conti B.J., de Assis Golim M., Sforcin et al. The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human monocytes. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2014;66(10):1497-504. <https://doi.org/10.1111/jph.12279>

23. Савчук С.В., Саковцева Т.В., Сергеенкова Н.А. Динамика гематологических показателей японских перепелов при скармливании продуктов жизнедеятельности личинок восковой моли // *Аграрная наука*. 2018. № 10. С. 20-22. <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-20-22>

24. Трухачев В.И., Атанов И.В., Капустин И.В., Грицай Д.И. *Техника и технологии в животноводстве: учебное пособие*. Ставрополь: Издательство «АГРУС», 2015. 404 с. EDN VNBCPH

25. Minamoto Y.L., Otoni C.C., Steelman S.M., Buyukleblebici A.O. et al. Alteration of the fecal microbiota and serum metabolite profiles in dogs with idiopathic inflammatory bowel. *Gut Microbes*. 2015;6(1):33-47. <https://doi.org/10.1080/19490976.2014.997612>

products in healthy birds and those with candidiasis disease/R.R. Shaikhulov, R.T. Mannapova, D.V. Svistunov//Bulletin of the Russian Peoples' Friendship University. Series: Agronomy and animal husbandry. 2024;19 (1):176-191. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2024-19-1-176-191>. (In Russ.)

21. Abdullahi U.F., Igwenagu E., Mu'azu A., Aliyu S. et al. Intrigues of biofilm: A perspective in veterinary medicine. *Veterinary World*. 2016;9(1):12-18. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.12-18>

22. Bufalo M.C., Bordon-Graciani A.P., Conti B.J., de Assis Golim M. et al. The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human monocytes. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2014;66(10):1497-504. <https://doi.org/10.1111/jph.12279>

23. Savchuk S.V., Sakovceva T.V., Sergeenkova N.A. The dynamics of hematological parameters in Japanese quails after feeding them with waste products of wax moth larvae. *Agrarian science*. 2018;(10):20-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-20-22>

24. Trukhachev V.I., Atanov I.V., Kapustin I.V., Gritsai D.I. *Technique and technology in animal husbandry: textbook*. Stavropol: AGRUS Publishing House, 2015: 404. (In Russ.)

25. Minamoto Y.L., Otoni C.C., Steelman S.M., Buyukleblebici A.O. et al. Alteration of the fecal microbiota and serum metabolite profiles in dogs with idiopathic inflammatory bowel. *Gut Microbes*. 2015;6(1):33-47. <https://doi.org/10.1080/19490976.2014.997612>

Сведения об авторах

Дмитрий Валерьевич Свистунов, ассистент кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: svist@rgau-msha.ru

Рамзия Тимергалеевна Маннапова, доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125500, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ram.mannapova55@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

Альфир Габдуллович Маннапов, доктор биологических наук, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125500, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: mannapov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5093-9740>

Статья поступила в редакцию 26.02.2024
Одобрена после рецензирования 17.03.2024
Принята к публикации 22.03.2024

Information about the authors

Dmitriy V. Svistunov, Assistant at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: svist@rgau-msha.ru

Ramziya T. Mannapova, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: ram.mannapova55@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

Alfir G. Mannapov, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: mannapov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5093-9740>

The article was submitted to the editorial office February 26, 2024
Approved after reviewing March 03, 2024
Accepted for publication March 22, 2024