



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-176-191

EDN: ARVFBX

УДК 619/568.2+612/579

Научная статья / Research article

Механизм формирования и становления продуктами пчеловодства микробиоты кишечника здоровых и больных кандидамикозами птиц

Р.Р. Шайхулов , Р.Т. Маннапова  ✉, Д.В. Свистунов 

Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Российская Федерация
✉ ram.mannapova55@mail.ru

Аннотация. Кандидамикозы наносят существенный ущерб птицеводству. Летальность у молодняка достигает 95...100 %. Цель исследования — оптимизация степени формирования и становления колонизационной резистентности кишечника под влиянием биологически активных продуктов пчеловодства (БАПП) и изучение характера его восстановления на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта (КПТ) птиц. Исследования проведены на перепелах мясной японской породы, с 10- до 90-суточного возраста. Все изученные продукты пчеловодства: ЭВМ, ЭТГ и ЭП — экстракты восковой моли, трутневого гомогената и прополиса — способствуют стабилизации у здоровых перепелов, разводимых в неволе, скрытых генетически заложенных механизмов естественного микробиоценоза кишечника, без нанесения ущерба для самого организма, восстановлению баланса нормофлоры и условно патогенных микроорганизмов до физиологических значений. Однако часто выявляемый при разведении птиц постоянный комплекс стрессорирующих факторов, связанных с условиями содержания, кормления, проведения ветеринарных и зоотехнических мероприятий, приводит к значительной активизации *Candida albicans* в толстом отделе кишечника, с последующим развитием КПТ, глубоких дисбактериозов, характеризующихся усиленным размножением и повышением содержания условно-патогенных микроорганизмов: *Candida albicans* — в 8,34 раза, *Staphylococcus aureus* — в 4,37 раза, *Pseudomonas spp.* — в 3,29 раза; затормаживанием размножения и снижением уровня нормофлоры: *Lactobacillus spp.* — в 6,0, *Bifidobacterium spp.* — в 7,25 раза. Применение ЭВМ, ЭТГ и ЭП на фоне кандидамикозов способствовали восстановлению микробиоценоза кишечника перепелов, что проявлялось: а) в снижении уровня условно-патогенных *Candida albicans* — в 3,3; 4,61 и 3,97; *Staphylococcus aureus* — в 4,0; 7,78 и 4,5; *Pseudomonas spp.* — в 3,05; 5,32 и 3,96 раза; б) в активизации и повышении содержания нормофлоры: *Lactobacillus spp.* в 6,38; 10,0 и 8,84; *Bifidobacterium spp.* — в 5,36; 8,42 и 7,5 раза.

Ключевые слова: экстракт, восковая моль, трутневый гомогенат, прополис, естественный микробиоценоз, *Candida albicans*, *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas spp.*

© Шайхулов Р.Р., Маннапова Р.Т., Свистунов Д.В., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 7 ноября 2023 г., принята к публикации 9 января 2024 г.

Для цитирования: Шайхулов Р.Р., Маннапова Р.Т., Свистунов Д.В. Механизм формирования и становления продуктами пчеловодства микробиоты кишечника здоровых и больных кандидамикозами птиц // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19. № 1. С. 176–191. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-176-191

Influence of bee products on intestinal microbiota formation in healthy birds and birds with candidiasis

Pustem R. Shaykhulov^{ID}, Ramsiya T. Mannapova^{ID}✉, Dmitriy V. Svistunov^{ID}

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

✉ ram.mannapova55@mail.ru

Abstract. Candidamycolosis causes significant damage to the poultry industry. Mortality rate in young birds reaches 95...100 %. The aim of the study was to optimize formation and intestinal colonization resistance under the influence of biologically active bee products (BABP) and the features of recovery in birds infected with candidamycolosis of digestive tract (CDT). Studies were carried out on Japanese meat 10-day-old to 90-day-old quails. All the studied beekeeping products — extracts of wax moth, drone homogenate and propolis — contribute to the stabilization of the hidden genetically laid down mechanisms of natural intestinal microbiocenosis in healthy quails bred in captivity, without causing damage to the body, restoring the balance of normoflora and opportunistic pathogenic microorganisms to physiological values. However, a constant complex of stressors encountered during bird breeding, associated with the conditions of keeping, feeding, veterinary and zootechnical measures, lead to a significant activation of *Candida albicans* in large intestine, with the subsequent development of candidiasis of digestive tract, deep dysbacterioses, characterized by increased reproduction and increase in the content of opportunistic pathogenic microorganisms: *Candida albicans* — by 8.34 times, *Staphylococcus aureus* — by 4.37 times, *Pseudomonas* spp. — by 3.29 times; inhibition of reproduction and decrease in the level of normoflora: *Lactobacillus* spp. — by 6.0 times, *Bifidobacterium* spp. — by 7.25 times. The use of extracts of wax moth, drone homogenate and propolis in candidamycolosis-infected birds contributed to restoration of quail intestinal microbiocenosis, which was manifested by: a) decrease in the level of opportunistic pathogenic *Candida albicans* — by 3.3; 4.61 and 3.97 times; *Staphylococcus aureus* — by 4.0; 7.78 and 4.5 times; *Pseudomonas* spp. — by 3.05; 5.32 and 3.96 times; b) activation and increase of normoflora: *Lactobacillus* spp. — by 6.38; 10.0 and 8.84 times; *Bifidobacterium* spp. — by 5.36; 8.42 and 7.5 times.

Keywords: extract, wax moth, drone homogenate, propolis, natural microbiocenosis, *Candida albicans*, *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp.

Conflict of interests. The authors declare that they have no conflict of interests.

Article history: Received: 7 November 2023. Accepted: 9 January 2024.

For citation: Shaykhulov PR, Mannapova RT, Svistunov DV. Influence of bee products on intestinal microbiota formation in healthy birds and birds with candidiasis. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(1):176–191. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-176-191

Введение

Биологически активные продукты пчеловодства (БАПП), обладающие разносторонней биологической активностью, имеющие оптимальный химический состав, привлекают внимание ученых и исследователей. В литературе имеются сведения по изучению влияния на биологические показатели организма и продуктивность птиц прополиса, маточного молочка, перги, подмора пчел [1], но исследования экстракта восковой моли (ЭВМ), трутневого гомогената пчел (ЭТГ) являются единичными и требуют глубокого научного анализа [2, 3].

Экстракты трутневого гомогената и восковой моли служат источником витаминов, в т. ч. А, D, E и группы В, минералов (К, Na, Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu, I, P, Ni, Co, Cr, и др.), белков (более 30 аминокислот, в т. ч. все незаменимые), протеаз, липаз, нуклеотидов, полиненасыщенных жирных кислот класса омега 3, 6, деценовой кислоты, стероидных гормонов, серотонина. Уникальный химический состав, сочетание компонентов, исключая антагонизм, благодаря переработке ферментами мандибулярных желез пчел, определяют их разностороннюю биологическую активность, свойства и экологичность, в отличие от традиционных химически синтезированных препаратов [4–10].

С другой стороны, в птицеводстве стали часто регистрировать кандидамикозы пищеварительного тракта (КПТ). Мы провели всесторонние исследования КПТ на гусях и установили, что КПТ приводят к глубоким иммунодефицитам, дисбактериозам, изменениям ферментативной и биохимической активности печени и поджелудочной железы, морфофункциональным перестройкам в центральных и периферических органах иммуногенеза, ультраструктурным перестройкам в гепатоцитах печени [11–12]. КПТ перепелов малоизучены, они возникают внезапно и завершаются летально в 90...100 % случаях.

Разведение перепелов приобретает популярность и высокий спрос, ибо перепелиное мясо и яйца являются диетическими, сбалансированными по жировому и белковому составу. Но на фоне нарушения колонизационной резистентности при развитии КПТ перепелов в толстом отделе кишечника активизируется размножение условно-патогенных *Candida albicans*. Это связано с усилением у *C. albicans* факторов вирулентности: изменений в механизмах адгезии, синтеза протеолитических ферментов, ингибирования факторов естественной защиты (АЛФА, АИГА, АЛА, АКА), трансформация в гифальную форму с псевдомицелием, образование биопленок [13–16].

С учетом высокой биологической активности экстрактов восковой моли, трутневого гомогената и прополиса, **целью исследования** стала оптимизация степени формирования и становления колонизационной резистентности кишечника под влиянием этих продуктов пчеловодства и определение характера его восстановления на фоне КПТ птиц.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в лабораториях кафедры пчеловодства и аквакультуры, микробиологии и иммунологии РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева. Опыты ставили на перепелах мясной японской породы, в количестве 280 гол., которых

инкубировали в птичнике университета. Птиц содержали в клеточных батареях БВМ-Ф-4Ц для молодняка. Освещенность, T , °С, влажность в помещении, плотность посадки, тип кормления соответствовали рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства. Птицы 1 группы служили контролем — здоровые (без включения в рацион БАПП). Перепела групп 2, 3 и 4 — здоровые, с включением в рацион БАПП. В рацион птиц группы 2 вводили ЭВМ (расчет: 70 капель на 35 птиц, растворив в 350 мл воды), группы 3 — ЭТГ (расчет: 35 гранул на 35 птиц, растворив в 350 мл воды), группы 4 — экстракт прополиса (ЭП — настойка прополиса на 70° этиловом спирте разводится из расчета 5 мл на 1000,0 мл воды). ЭП готовится из расчета: 3,5 мл разведенной настойки прополиса на 35 птиц, растворив в 350 мл воды.

Выпаивание экстрактов БАПП во группах 2, 3 и 4 проводили ежедневно в течение 30 сут., внося суточную дозу 1 раз в день в поилки с питьевой водой. Перепела групп 5–8 были больны КПП. В рацион птиц группы 5, как и 1 контрольной, БАПП не вносили. Больным КПП перепелам птиц группы 6 вносили ЭВМ, группы 7 — ЭТГ, группы 8 — ЭП, удвоив выше представленную суточную дозу и выпаивая 2 раза в день с питьевой водой, утром и днем.

Выделение лактобактерий проводили в микроанаэрозоле на классической среде МРС с использованием *GasPak Anaerobic System*. Бифидобактерии выделяли на среде Блаурокка. Для культивирования *Candida albicans* использовали агар Сабуро с хлорамфениколом 2 (фирма Biomerieux). Для точного определения вида *Candida albicans* его идентифицировали масс-спектрометрическим методом на MALDI Biotyper (в ФГОУ НМЦ гематологии Минздрава России). Также идентификацию *Candida albicans* проводили с использованием системы API-System S.A. В последующих рядовых сериях опытах ДПП культивировали на среде Сабуро со стрептомицином (100 ЕД/л). Чистую культуру клинических штаммов ДПП выделяли на хромогенной среде Никерсона.

Цифровой материал подвергнут статистической обработке методами вариационной статистики с использованием программ Statistica 6.1 и приложения Excel из пакета MS Office 2007.

Результаты исследования и обсуждение

Результаты исследования изменений в содержимом толстого отдела кишечника здоровых и больных КПП перепелов условно-патогенных *Candida albicans* приведены в табл. 1. Уровень *Candida albicans* в кишечнике птиц 1 контрольной группы не имел существенных отклонений по периодам опыта. До 30 сут. исследований их значение колебалось в пределах от 3,36 до 3,78 lgКОЕ/г. На 60-е сутки опыта, по сравнению с предыдущим сроком исследований (30-е сут.), содержание кандид в контроле снизилось в 1,33 и 1,6 раза, что показывает стабилизацию их уровня в здоровом организме перепелов в возрастном аспекте. БАПП оказывали, даже в сравнении с контрольными данными, выраженное действие на степень снижения кандид в кишечнике перепелов в сторону физиологических значений. К 60-м

и 90-м суткам уровень кандид в кишечнике птиц группы 2 снизился по сравнению с контролем в 1,24 и 1,09 раза соответственно. Более выраженное действие на степень восстановления содержания *Candida albicans* оказывало применение ЭТГ (группа 3) и ЭП (группа 4). Показатели этих групп к 60-м суткам были ниже, чем в контроле в 1,32 и 1,21 раза, на 90-е сутки — в 1,25 и 1,11 раза.

КПТ перепелов, не подвергнутых лечебным манипуляциям (5 группа), сопровождалась активным размножением кандид, прогрессирующим по срокам опыта. Здесь уже к началу опытов их содержание превысило показатель здоровых птиц 1-й группы в 1,88 раза.

Таблица 1

Динамика в толстом отделе кишечника *Candida albicans* под влиянием БАПП на здоровых и больных КПТ перепелов, lg КОЕ/г

Сроки опыта сут. (возраст)	Статистический показатель	Группы: 1–5 – здоровые, 5–8 – больные КПТ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		КЗ	ЭВМ	ЭТГ	ЭП	КПТ	КПТ+ЭВМ	КПТ+ЭТГ	КПТ+ЭП
Фон (10)	М	3,42	3,18	2,74	2,98	6,42	5,18	3,24	4,26
	±m	0,09	0,07	0,30	0,20	0,39	0,41	0,29	0,43
	Сv.%	2,6	2,2	10,9	6,7	6,0	7,9	8,9	10,0
10 (20)	М	3,78	3,46	2,56	3,12	9,14	7,48	4,12	4,92
	±m	0,10	0,10	0,29	0,23	0,46	0,49	0,33	0,34
	Сv.%	2,6	2,8	11,3	7,3	5,0	6,5	8,0	6,9
	P		*	*	**	**	**	***	***
20 (30)	М	3,36	3,24	2,46	2,94	12,8	6,14	5,02	5,76
	±m	0,03	0,05	0,24	0,12	1,89	0,64	0,49	0,38
	Сv.%	0,9	1,5	9,7	4,1	14,7	10,4	9,7	6,6
	P		*	***	**	***	**	***	***
30 (40)	М	3,52	3,00	2,20	3,19	16,2	9,22	6,34	7,10
	±m	0,12	0,11	0,41	0,10	2,11	1,56	1,01	1,12
	Сv.%	3,4	3,6	18,6	3,1	13,0	16,9	15,9	15,7
	P		**	**	*	***	**	***	***
60 (70)	М	2,64	2,12	2,00	2,18	18,6	8,40	5,06	5,96
	±m	0,02	0,05	0,05	0,02	1,32	1,45	0,79	0,89
	Сv.%	0,7	2,4	2,5	0,9	7,0	17,2	15,6	14,9
	P		*	*	*	***	***	***	***
90 (100)	М	2,42	2,02	1,76	1,90	20,20	6,12	4,38	5,08
	±m	0,09	0,11	0,19	0,18	1,31	0,91	0,57	0,28
	Сv.%	3,7	5,4	10,8	9,5	6,5	14,8	13,0	5,5
	P		*	**	**	***	***	***	***

Примечание. * – P ≥ 0,95; ** – P ≥ 0,99; *** – P ≥ 0,999; КЗ – контроль – здоровые; КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта; экстракты: ЭВМ – восковой моли; ЭТГ – трутневого гомогената; ЭП – прополиса

Table 1

Dynamics of *Candida albicans* in large intestine of healthy and CDT-infected quails under the influence of biologically active bee products, lg CFU/g

Length of experiment, days (age)	Statistic indicator	Groups: 1–5 – healthy, 5–8 – infected with CDT							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		CH	EWM	EDH	EP	CDT	CDT + EWM	CDT + EDH	CDT + EP
Background (10)	M	3.42	3.18	2.74	2.98	6.42	5.18	3.24	4.26
	±m	0.09	0.07	0.30	0.20	0.39	0.41	0.29	0.43
	Cv.%	2.6	2.2	10.9	6.7	6.0	7.9	8.9	10.0
10 (20)	M	3.78	3.46	2.56	3.12	9.14	7.48	4.12	4.92
	±m	0.10	0.10	0.29	0.23	0.46	0.49	0.33	0.34
	Cv.%	2.6	2.8	11.3	7.3	5.0	6.5	8.0	6.9
	P		*	*	**	**	**	***	***
20 (30)	M	3.36	3.24	2.46	2.94	12.8	6.14	5.02	5.76
	±m	0.03	0.05	0.24	0.12	1.89	0.64	0.49	0.38
	Cv.%	0.9	1.5	9.7	4.1	14.7	10.4	9.7	6.6
	P		*	***	**	***	**	***	***
30 (40)	M	3.52	3.00	2.20	3.19	16.2	9.22	6.34	7.10
	±m	0.12	0.11	0.41	0.10	2.11	1.56	1.01	1.12
	Cv.%	3.4	3.6	18.6	3.1	13.0	16.9	15.9	15.7
	P		**	**	*	***	**	***	***
60 (70)	M	2.64	2.12	2.00	2.18	18.6	8.40	5.06	5.96
	±m	0.02	0.05	0.05	0.02	1.32	1.45	0.79	0.89
	Cv.%	0.7	2.4	2.5	0.9	7.0	17.2	15.6	14.9
	P		*	*	*	***	***	***	***
90 (100)	M	2.42	2.02	1.76	1.90	20.20	6.12	4.38	5.08
	±m	0.09	0.11	0.19	0.18	1.31	0.91	0.57	0.28
	Cv.%	3.7	5.4	10.8	9.5	6.5	14.8	13.0	5.5
	P		*	**	**	***	***	***	***

Note. * – $P \geq 0.95$; ** – $P \geq 0.99$; *** – $P \geq 0.999$; CH – control – healthy; CDT – candidiasis of the digestive tract; EWM – extract of wax moth; EDH – extract of drone homogenate; EP – extract of propolis

На 10, 20, 30, 60, 90-е сутки эта тенденция нарастала и уровень *Candida albicans* в толстом отделе кишечника птиц 5 группы увеличился, по сравнению с данными контроля, в 2,41; 3,8; 4,6; 7,04 и 8,34 раза. Применение ЭВМ способствовало умеренному уменьшению активности размножения *Candida albicans* в кишечнике больных перепелов. Их уровень снизился по сравнению с данными птиц группы 5, по 6-й группе, к началу исследований (фон), затем на 10, 20, 30, 60, 90-е сутки — в 1,24; 1,22; 2,08; 1,75; 2,21; 3,3 раза. Более выраженное снижение уровня *Candida albicans* отмечалось в группе 7 на фоне внесения в рацион больных птиц ЭТГ. На эти сроки опыта уровень *Candida albicans* в кишечнике птиц 7-й группы был ниже, по сравнению с данными больных, не подвергнутых лечению, птиц 5-й группы, соответственно в 2,21; 2,55; 2,55; 3,67 и 4,61 раза. Незначительно ниже по активности действия на кандид, по сравнению с данными перепелов группы 7,

были показатели птиц группы 8, в которой применяли экстракт прополиса. Здесь уровень *Candida albicans* был ниже, по сравнению с показателями больных птиц 5-й группы на эти же сроки исследований, в 1,87; 2,22; 2,28; 3,12; 3,97 раза. Таким образом применение БАПП способствовало предупреждению и профилактике активизации *Candida albicans* в организме здоровых перепелов и особенно выражено — восстановлению их уровня на фоне КПТ.

Активизация *Candida albicans* в организме здоровых перепелов групп 1–4 и особенно их бурная реакция на фоне развития КПТ у птиц групп 5–8 способствовали нарушению в толстом отделе кишечника перепелов баланса нормофлоры: лактобацилл и бифидобактерий.

Прослежена динамика изменения содержания *Lactobacillus spp.* в толстом отделе кишечника перепелов под влиянием разных БАПП на рис. 1. Содержание *Lactobacillus spp.* в толстом отделе кишечника птиц 1-й контрольной группы до 30 сут. опыта не имело заметных колебаний в возрастном аспекте. Все исследованные БАПП в разной степени активности способствовали повышению уровня *Lactobacillus spp.* в толстом отделе кишечника здоровых перепелов.

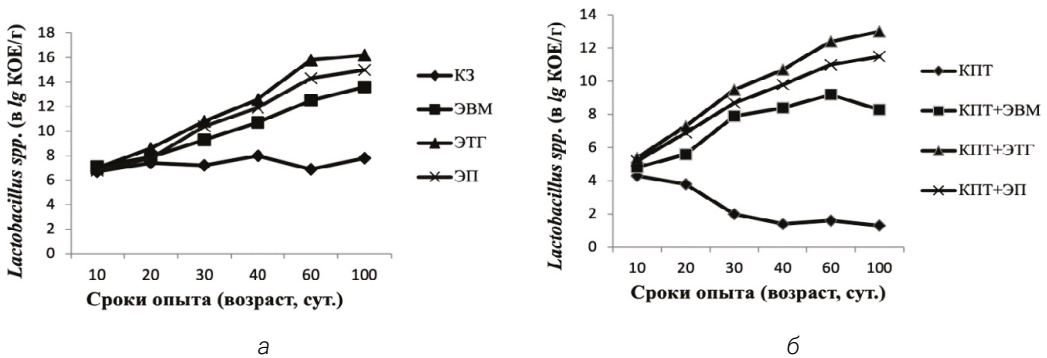


Рис. 1. Динамика в толстом отделе кишечника *Lactobacillus spp.* под влиянием БАПП на здоровых (а) и зараженных КПТ (б) перепелов, lg KOE/г

Источник: сделано авторами

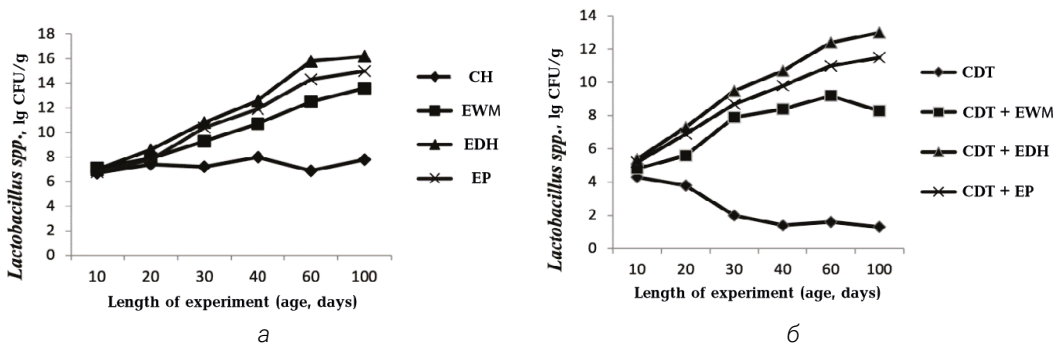


Fig. 1. Dynamics of *Lactobacillus spp.* in large intestine of healthy (a) and CDT-infected (б) quails under the influence of BABP, lg CFU/g

Source: created by the authors

На фоне применения ЭВМ уровень лактобацилл увеличился в кишечнике перепелов 2-й группы, по сравнению с его значением у птиц 1-й контрольной группы, к 10, 20, 30, 60 и 90 сут. — в 1,06; 1,29; 1,34; 1,81; 1,74 раза.

Самого высокого значения уровень лактофлоры достиг в толстом отделе кишечника перепелов 3-й группы, в которой в состав рациона добавляли ЭТГ. Разница в сторону превышения (см. рис. 1, б), в сравнении с контрольными показателями, составила на 10, 20, 30, 60 и 90-е сутки опыта в 1,16; 1,5; 1,57; 2,28 и 2,07 раза (на 16,2; 50,0; 57,5; 128,9; 107, 6 %).

Незначительно ниже, по степени активности, усиление размножения в толстом отделе кишечника *Lactobacillus spp.* проявлялось под действием прополиса (4-я группа). В этой группе уровень лактобацилл увеличился, по сравнению с показателями птиц 1-й контрольной группы, на эти сроки опыта — в 1,05; 1,44; 1,48; 2,07 и 1,92 (на 5,4; 44,4; 48,7; 107,2; 92,3 %).

На фоне развития КПП в толстом отделе кишечника перепелов нарушался баланс лактобацилл, развивались вторичные дисбактериозы (см. рис. 1, б). Уровень *Lactobacillus spp.* был снижен, по сравнению с показателями здоровых птиц 1-й контрольной группы, к началу опытов (фон) в 1,56 раза. В последующие сроки исследований этот процесс прогрессировал, что было связано с активизацией кандид в кишечнике и нарушением баланса между нормофлорой и условно-патогенными микроорганизмами. На 10, 20, 30, 60 и 90-е сутки уровень *Lactobacillus spp.* в кишечнике перепелов 5 группы уступал показателям птиц 1-й контрольной группы в 1,94; 3,6; 5,71; 4,31 и 6,0 раз. При этом внесение БАПП в рацион перепелов опытных групп 6, 7 и 8 способствовало активизации размножения лактобацилл в кишечнике птиц, параллельно с их активным снижением в кишечнике больных и не леченных птиц 5-й группы.

Уровень *Lactobacillus spp.* в кишечнике перепелов 6-й группы под влиянием ЭВМ уже к началу опыта имел тенденцию к повышению — 1,11 раза. В последующие сроки опыта (10, 20, 30, 60 и 90 сут.) этот процесс нарастал, по сравнению с контрольным уровнем больных птиц 5-й группы — в 1,47; 3,95; 6,00; 5,75 и 6,38 раза. Более активное увеличение содержания в кишечнике лактофлоры отмечалось на фоне применения ЭТГ (7-я группа) — в 1,92; 4,75; 7,64; 7,75; 10,0 раз. Показателям перепелов 7-й группы незначительно уступали данные птиц 8-й группы, в которой использовали БАПП — прополис. Здесь на те же сроки опыта уровень *Lactobacillus spp.* увеличился в 1,81; 4,35; 7,00; 6,87 и 8,84 раза.

Подобным образом в кишечнике перепелов изменялась динамика содержания бифидобактерий (табл. 2), которые у птиц 1-й контрольной группы за период опытов выделялись на уровне от 8,0 до 11,6 lg КОЕ/г, увеличиваясь в возрастном аспекте, что связано с физиологическим становлением микробиоценоза кишечника. Но значения этих показателей по всему периоду опытов в данной группе были несколько занижены. Применение БАПП способствовало, в разной степени активности, проявлению скрытых физиологических возможностей организма перепелов по восстановлению бифидофлоры.

Таблица 2

Динамика *Bifidobacterium* spp. в толстом отделе кишечника здоровых и больных КПТ перепелов под влиянием БАПП, lg КОЕ/г

Сроки опыта, сут. (возраст)	Стат. показатель	Группы: 1–5 – здоровые, 5–8 – больные КПТ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		КЗ	ЭВМ	ЭТГ	ЭП	КПТ	КПТ+ЭВМ	КПТ+ЭТГ	КПТ+ЭП
Фон (10)	M	8,0	10,0	12,0	11,2	6,0	7,05	9,60	8,10
	±m	0,12	0,41	0,35	0,22	0,35	0,22	0,57	0,65
	Cv.%	1,5	4,1	4,1	1,9	5,8	3,1	5,9	8,0
10 (20)	M	9,2	11,4	14,4	13,0	5,2	9,44	12,80	11,30
	±m	0,45	0,30	0,65	0,60	0,22	1,22	1,78	0,97
	Cv.%	4,8	2,6	4,5	4,6	4,2	12,9	13,9	8,6
	P		***	***	***	***	**	***	***
20 (30)	M	8,7	12,7	16,3	14,9	3,4	9,92	13,28	12,42
	±m	0,45	0,44	0,75	0,75	0,12	0,86	0,77	1,21
	Cv.%	5,2	3,4	4,6	5,0	3,5	8,6	5,8	9,7
	P		***	***	***	***	***	***	***
30 (40)	M	9,9	13,6	18,0	16,3	2,7	8,50	14,00	12,7
	±m	0,65	0,60	0,73	0,45	0,30	0,76	1,86	1,09
	Cv.%	6,5	4,4	4,0	2,7	11,1	8,9	13,3	8,6
	P		***	***	***	***	***	***	***
60 (70)	M	10,4	14,9	21,3	18,7	1,9	10,2	16,0	14,4
	±m	0,30	0,55	0,80	0,73	0,25	1,03	1,86	0,98
	Cv.%	2,8	3,7	3,7	3,9	13,1	10,1	11,6	6,8
	P		***	***	***	***	***	***	***
90 (100)	M	11,6	16,4	20,8	18,9	1,6	7,26	13,3	10,9
	±m	0,40	0,65	0,60	0,83	0,20	0,67	0,97	0,84
	Cv.%	3,5	3,9	2,9	4,4	12,5	9,2	7,3	7,7
	P		***	***	***	***	***	***	***

Примечание. * – P ≥ 0,95; ** – P ≥ 0,99; *** – P ≥ 0,999; КЗ – контроль – здоровые; КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта; экстракты: ЭВМ – восковой моли; ЭТГ – трутневого гомогената; ЭП – прополиса.

Table 2

Dynamics of *Bifidobacterium* spp. in large intestine of healthy and CDT-infected quails under the influence of biologically active bee products, lg CFU/g

Length of experiment, days (age)	Statistic indicator	Groups: 1–5 – healthy, 5–8 – infected with CDT							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		CH	EWM	EDH	EP	CDT	CDT + EWM	CDT + EDH	CDT + EP
Background (10)	M	8.0	10.0	12.0	11.2	6.0	7.05	9.60	8.10
	±m	0.12	0.41	0.35	0.22	0.35	0.22	0.57	0.65
	Cv.%	1.5	4.1	4.1	1.9	5.8	3.1	5.9	8.0
10 (20)	M	9.2	11.4	14.4	13.0	5.2	9.44	12.80	11.30
	±m	0.45	0.30	0.65	0.60	0.22	1.22	1.78	0.97
	Cv.%	4.8	2.6	4.5	4.6	4.2	12.9	13.9	8.6
	P		***	***	***	***	**	***	***

Length of experiment, days (age)	Statistic indicator	Groups: 1–5 – healthy, 5–8 – infected with CDT							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		CH	EWM	EDH	EP	CDT	CDT + EWM	CDT + EDH	CDT + EP
20 (30)	M	8.7	12.7	16.3	14.9	3.4	9.92	13.28	12.42
	±m	0.45	0.44	0.75	0.75	0.12	0.86	0.77	1.21
	Cv.%	5.2	3.4	4.6	5.0	3.5	8.6	5.8	9.7
	P		***	***	***	***	***	***	***
30 (40)	M	9.9	13.6	18.0	16.3	2.7	8.50	14.00	12.7
	±m	0.65	0.60	0.73	0.45	0.30	0.76	1.86	1.09
	Cv.%	6.5	4.4	4.0	2.7	11.1	8.9	13.3	8.6
	P		***	***	***	***	***	***	***
60 (70)	M	10.4	14.9	21.3	18.7	1.9	10.2	16.0	14.4
	±m	0.30	0.55	0.80	0.73	0.25	1.03	1.86	0.98
	Cv.%	2.8	3.7	3.7	3.9	13.1	10.1	11.6	6.8
	P		***	***	***	***	***	***	***
90 (100)	M	11.6	16.4	20.8	18.9	1.6	7.26	13.3	10.9
	±m	0.40	0.65	0.60	0.83	0.20	0.67	0.97	0.84
	Cv.%	3.5	3.9	2.9	4.4	12.5	9.2	7.3	7.7
	P		***	***	***	***	***	***	***

Note. * – $P \geq 0.95$; ** – $P \geq 0.99$; *** – $P \geq 0.999$; CH – control – healthy; CDT – candidiasis of the digestive tract; EWM – extract of wax moth; EDH – extract of drone homogenate; EP – extract of propolis.

Разница в содержании бифидофлоры в толстом отделе кишечника птиц групп 2–4 и 1-й контрольной проявлялась уже в фоновом показателе. Выраженные изменения в сторону повышения уровня *Bifidobacterium spp.* в кишечнике перепелов начинались с 10-х суток опыта — в 1,22; 1,56; 1,41 раза. В последующие сроки опыта процесс активизации бифидофлоры по группам и по срокам исследований продолжался и достиг своего максимума к 60-м суткам исследований — в 1,43; 2,05 и 1,79 раза. К 90-м суткам опыта этот процесс затормозился, что было связано с физиологической стабилизацией их содержания в возрастном аспекте. В целом применение исследованных БАПП для здоровых перепелов играло значительную роль в становлении и формировании содержания *Bifidobacterium spp.* в толстом отделе кишечника птиц.

Кандидамикозы пищеварительного тракта значительно нарушили баланс бифидобактерий в толстом отделе кишечника. У больных КПП и не леченных перепелов 5-й группы, по срокам исследований, отмечалось значительное затормаживание активности размножения бифидофлоры в толстом отделе кишечника. Этот процесс прогрессировал по срокам исследований и к 10, 20, 30, 60 и 90-м суткам содержание *Bifidobacterium spp.* в кишечнике птиц 5-й группы было ниже, чем у перепелов 1-й группы в 1,76; 2,55; 3,66; 5,47; 7,25 раза соответственно. Это свидетельствовало о полном нарушении баланса бифидобактерий в толстом отделе кишечника перепелов на фоне развития КПП [15].

Применение в группах 6, 7 и 8 БАПП на фоне развития КПТ у перепелов способствовало значительному восстановлению баланса бифидофлоры на фоне активизации *Candida albicans* в организме птиц. На 10-е сутки от начала исследований уровень *Bifidobacterium spp.* в толстом отделе кишечника перепелов групп 6, 7 и 8 превысил показатель больных КПТ птиц 5-й группы в 1,81; 2,46; 2,21 раза, на 20-е сутки — 2,91; 3,9; 3,65 раза, на 30-е — в 3,86; 5,18 и 4,7 раза, на 60-е — в 5,36; 8,42 и 7,5 раза, на 90-е — в 4,53; 8,31 и 6,81 раза. В целом все исследованные БАПП оказывали существенное позитивное влияние на восстановление бифидофлоры в толстом отделе кишечника перепелов.

Изменение в толстом отделе кишечника перепелов баланса *Candida albicans*, *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.* сопровождалось изменением соотношения и других условно-патогенных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas spp.*

Исследована динамика содержания *Staphylococcus aureus* в толстом отделе кишечника перепелов (рис. 2).

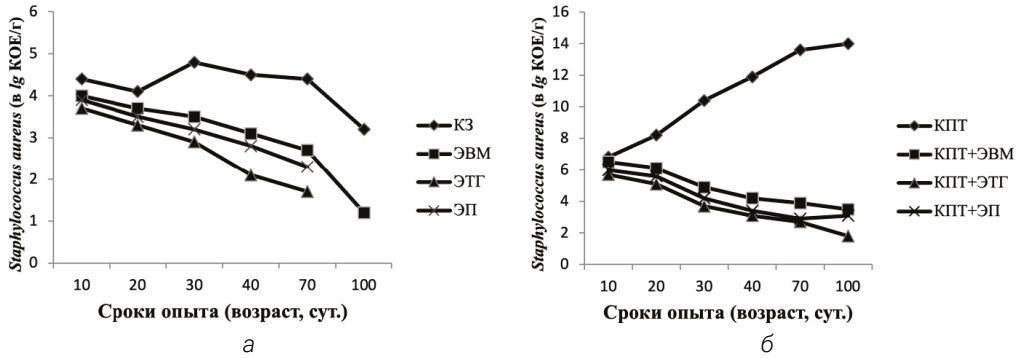


Рис. 2. Динамика в толстом отделе кишечника *Staphylococcus aureus* под влиянием БАПП на здоровых (а) и больных КПТ (б) перепелов, lg KOE/г
Источник: сделано авторами

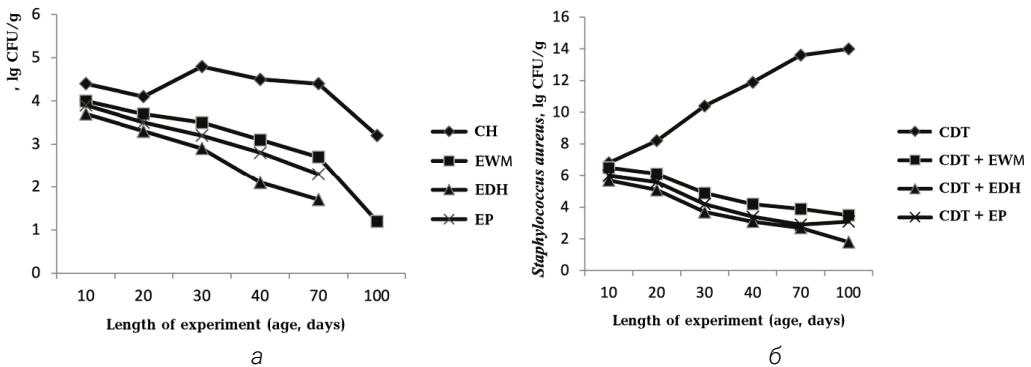


Fig. 2. Dynamics of *Staphylococcus aureus* in large intestine of healthy (a) and CDT-infected (б) quails under the influence of BABP, lg CFU/g

Source: created by the authors

У птиц 1-й контрольной группы содержание *Staphylococcus aureus* в толстом отделе кишечника было несколько повышенным и выделялось на уровне от 4,1 до 4,9 lg КОЕ/г. При этом не сохранялся баланс остальных, наиболее значимых микроорганизмов, участвующих в микробиоте кишечника. В этой связи изучение микробиоценоза кишечника перепелов очень актуально, так как от него зависит колонизационная резистентность, которая в свою очередь оказывает влияние на резистентность и иммунный статус всего организма. Использование адаптогенов в виде БАПП способствовало быстрому восстановлению баланса кишечной микрофлоры, в т. ч. и *Staphylococcus aureus*.

Уровень *Staphylococcus aureus* в кишечнике перепелов групп 2, 3, 4 по срокам опыта под влиянием БАПП постепенно снижался в сторону физиологических значений. К 10-м суткам опыта содержание стафилококков в кишечнике птиц групп 2, 3, 4 снизилось, по сравнению с контрольным показателем, в 1,1; 1,24 и 1,17 раза. Этот процесс активно продолжался и на 20-е сутки разница в сторону уменьшения количества стафилококков составила в 1,37; 1,65 и 1,5; на 30-е сутки — в 1,45; 2,14 и 1,6; на 60-е — в 1,63; 2,58 и 1,91 раза. Максимального значения данный процесс достиг на 90-е сутки исследований. Здесь уровень *Staphylococcus aureus* в кишечнике перепелов 2-й группы снизился в 3,5 раза, в кишечнике птиц групп 3 и 4 *Staphylococcus aureus* не выделялся.

Значительно активизировалось размножение *Staphylococcus aureus* в толстом отделе кишечника птиц на фоне развития КПТ. Фоновый уровень *Staphylococcus aureus* в кишечнике птиц 5-й группы превысил контрольный показатель птиц 1-й группы в 1,54 раза. Процесс активизации *Staphylococcus aureus* в кишечнике птиц 5-й группы прогрессировал по срокам исследований и на 10, 20, 30, 60 и 90-е сутки опыта был выше контрольного значения в 2,0; 2,16; 2,64; 3,09 и 11,6 раза соответственно.

Все исследованные БАПП способствовали восстановлению в толстом отделе кишечника больных птиц уровня *Staphylococcus aureus*. В кишечнике перепелов групп 6, 7 и 8 содержание *Staphylococcus aureus* снизилось, по сравнению с показателями птиц 5 группы, на 10-е и 20-е сутки исследований в 1,34 и 2,12; в 1,6 и 2,81; 1,46 и 2,47 раза. В последующие сроки исследований уровень *Staphylococcus aureus* в этих группах имел тенденцию к более интенсивному снижению: на 30-е сутки опыта в 2,83; 3,84 и 3,5 раза, на 60-е — 3,48; 5,15 и 4,79 раза, к концу опыта (90-е сутки) — 4,0; 7, 78 и 4,5 раза. При этом более выраженную биологическую активность проявлял ЭТГ, незначительно уступал ему по активности ЭП и несколько ниже было действие на *Staphylococcus aureus* ЭВМ. Подобным образом изменялась в кишечнике перепелов динамика содержания *Pseudomonas spp.* (рис. 3).

Следовательно, все изученные БАПП (ЭВМ, ЭТГ и ЭП) способствуют стабилизации у перепелов, разводимых в неволе, генетически заложенных механизмов естественного микробиоценоза кишечника без нанесения ущерба для самого организма восстановлением содержания и баланса нормофлоры и условно-патогенных микроорганизмов.

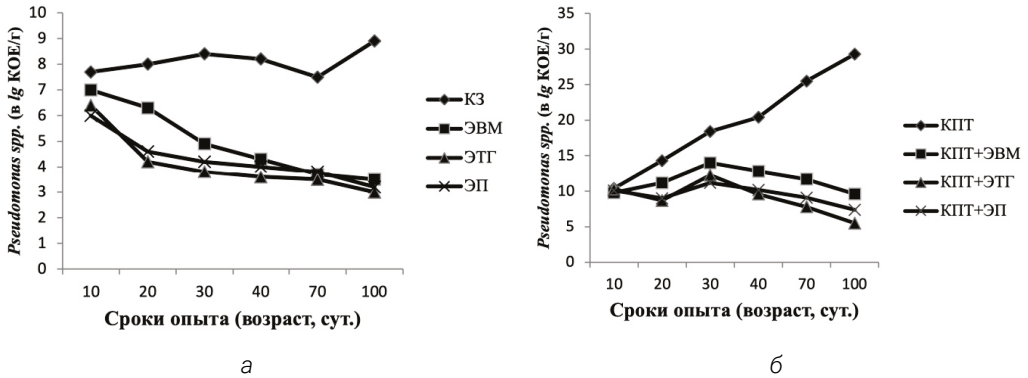


Рис. 3. Динамика в толстом отделе кишечника *Pseudomonas spp.* под влиянием БАПП на здоровых (а) и больных (б) КПП перепелов, Ig KOE/г

Источник: сделано авторами

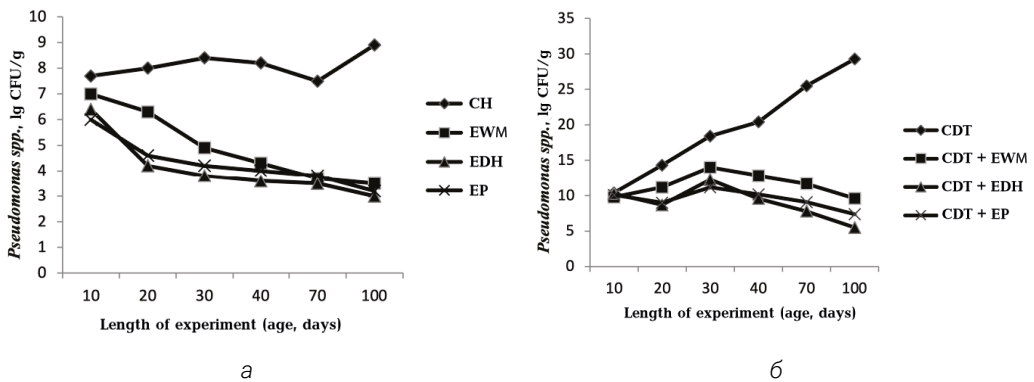


Fig. 3. Dynamics of *Pseudomonas spp.* in large intestine of healthy (a) and CDT-infected (б) quails under the influence of BABP, Ig CFU/g

Source: created by the authors

Комплекс стрессирующих факторов, встречаемых при разведении перепелов, приводит к значительной активизации *Candida albicans* в толстом отделе кишечника птиц с последующим развитием КПП, глубоких дисбактериозов, проявляющихся нарушением баланса нормофлоры и условно-патогенных микроорганизмов, завершающихся летальным исходом молодняка.

Заключение

1. КПП вызывают развитие в кишечнике перепелов дисбактериозов, характеризующихся:

— повышением активности размножения условно-патогенных микроорганизмов: *Candida albicans* — в 8,34 раза, *Staphylococcus aureus* — в 4,37 раза, *Pseudomonas spp.* — в 3,29 раза;

— затормаживанием размножения и снижением уровня нормофлоры: *Lactobacillus spp.* — в 6,0 раз, *Bifidobacterium spp.* — в 7,25 раза.

2. Для восстановления колонизационной резистентности больных КППТ перепелов хорошим профилактическим и терапевтическим эффектом обладают БАПП: ЭВМ, ЭТГ и ЭП, которые способствуют в толстом отделе кишечника:

— снижению уровня условно-патогенных *Candida albicans* — в 3,3; 4,61 и 3,97 раза; *Staphylococcus aureus* — в 4,0; 7,78 и 4,5 раза; *Pseudomonas spp.* — в 3,05; 5,32 и 3,96 раза;

— активизации и повышению содержания нормофлоры: *Lactobacillus spp.* — в 6,38; 10,0 и 8,84 раза, *Bifidobacterium spp.* — в 5,36; 8,42 и 7,5 раза.

Список литературы

1. Юшкова Л.Я., Бальбердин Б.Н., Донченко Н.А. Использование продуктов медоносной пчелы, ценнейшие лечебные свойства меда, воска, прополиса, перги, маточного молочка и пчелиного яда // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве — основа модернизации агропромышленного комплекса России: сборник научных статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. научных сотрудников и преподавателей, Ставрополь, 25 декабря 2019 г. Ставрополь: АГРУС, 2019. С. 105–111.
2. Ефанова Н.В., Осина Л.М., Баталова С.В. Влияние трутневого гомогената на элементный и метаболический статус собак // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 2 (24). С. 58–63. doi: 10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63
3. Барабаш Л.В., Кремено С.В., Смирнова И.Н., Антипова И.И., Абдулкина Н.Г. Применение экстракта личинок восковой моли (*Galleria melonella*) для коррекции иммунного статуса спортсменов в восстановительном периоде // Спортивная медицина. 2018. Т. 8. № 4. С. 40–45. doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.40
4. Галиева З.А., Миронова И.В., Захаров С.В., Худайбердиев А.А., Магомедов М.Ш. Эффективность влияния на живую массу баранчиков романовской породы трутневого гомогената // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 51–54. doi: 10.26897/2074-0840-2023-2-51-54
5. Демина Л.Л., Гордина С.Н., Устюжанинова Л.В. Биохимический состав гомогената трутневого расплода // Общество. Наука. Инновации: сборник статей Всерос. науч.-практ. конф. Киров: Вятский государственный университет, 2017. С. 35–39.
6. Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Терехов П.А., Прохода И.А., Никитюк Д.Б., Ключкова С.В. Влияние биологически активной добавки на основе гомогената трутневых личинок на микроциркуляцию и обмен веществ у лыжников-гонщиков // Спортивная медицина. 2018. Т. 8. № 3. С. 88–95. doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.88
7. Муравьев Д.В., Калачинская А.М. Трутневый гомогенат и его влияние на гематологические показатели крови кур-несушек // Аграрная наука. 2015. № 8. С. 23–25.
8. Червяков Д.Э., Луцук С.Н., Ерко К.В. Трутневый гомогенат для повышения резистентности организма животных // Пчеловодство. 2019. № 10. С. 52–53.
9. Колосова С.Ф., Кутапбаева А.А., Кашкарова И.В., Алипина К.Б. Новые аспекты использования личинок восковой моли при создании биологически активных добавок // Евразийский союз ученых. 2019. № 08 (65). С. 11–14.
10. Останина Е.С., Лопатин С.А., Варламов В.П. Получение хитина и хитозана из восковой моли, *Galleria mellonella* // Биотехнология. 2007. № 3. С. 38–45.
11. Маннапова Р.Т., Шайхулов Р.Р. Реакции в В-системе иммунитета и яичная продуктивность гусынь под влиянием энзима с адаптогенами на фоне кандидамикозов // Ветеринария. 2023. № 4. С. 25–29. doi: 10.30896/0042-4846.2023.26.4.25-29
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. № 3(51). С. 112–119.
13. Панченко А.Д., Булкина Н.В. Современные представления о патогенезе и иммунологических механизмах грибковой инфекции полости рта // Фундаментальные исследования. 2012. № 2. Ч. 2. С. 426–429.
14. Сачивкина Н.П., Ленченко Е.М., Хайтович А.Б. Оценка интенсивности биопленкообразования микро скопическими грибами рода *Candida* // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2018. Т. 8. № 3. С. 58–65.

15. Кочнева Е.В. Определение факторов патогенности грибов *Candida albicans* и их роль в развитии инфекционного процесса // Актуальные вопросы современной медицины: сборник научных трудов по итогам межвузовской конференции. Екатеринбург, 2014. С. 114–118.

16. Капустина О.А., Карташова О.Л. Факторы патогенности грибов *Candida albicans* и возможность их регуляции эфирными маслами // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2013. № 1. С. 3–9.

Referenses

1. Yushkova LY, Balyberdin BN, Donchenko NA. Use of honey bee products, valuable medicinal properties of honey, wax, propolis, bee bread, royal jelly and bee venom. In: *Priority and innovative technologies in animal husbandry — the basis for the modernization of the Russian agro-industrial complex: conference proceedings*. Stavropol; 2019. p.105–111. (In Russ.).

2. Efanova NV, Osina LM, Batalova SV. The influence of drone homogenate on the elemental and metabolic status of dogs. *Innovations and food safety*. 2019;(2):58–63. (In Russ.). doi: 10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63

3. Barabash LV, Kremeno SV, Smirnova IN, Antipova II, Abdulkina NG. Application of the wax moth (*Galleria melonella*) larvae extract for correction of the immune status of athletes during the recovery period. *Sports medicine: research and practice*. 2018;8(4):40–45. (In Russ.). doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.40

4. Galieva ZA, Mironova IV, Zakharov SV, Khudaiberdiev AA, Magomedov MS. Effectiveness of the influence of drone homogenate on the live weight of Romanov young ram sheep. *Sheep, goats, wool business*. 2023;(2):51–54. (In Russ.). doi: 10.26897/2074-0840-2023-2-51-54

5. Demina LL, Gordina SN, Ustyuzhaninova LV. Biochemical composition of drone brood homogenate. In: *Society. Science. Innovation: conference proceedings*. Kirov; 2017. p.35–39. (In Russ.).

6. Litvin FB, Bruk TM, Terekhov PA, Prokhoda IA, Nikityuk DB, Klochkova SV. Effect of biologically active additives based on the homogenate of drone larvae on microcirculation and metabolism in nordic skiers. *Sports Medicine*. 2018;8(3):88–95. (In Russ.) doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.88

7. Muravyov DV, Kalachinskaya AM. Homogenate of drones influence on hematologic indices of laying hens blood. *Agrarian Science*. 2015;(8):23–25. (In Russ.).

8. Chervyakov DE, Lutsuk SN, Erko KV. Drone homogenate to increase animal resistance. *Beekeeping*. 2019;(10):52–53. (In Russ.).

9. Kolosova SF, Kitapbaeva AA, Kashkarova IV, Alipina KB. New aspects of the use of wax moth larvae in the creation of dietary supplements. *Eurasian Union of Scientists*. 2019;(8):11–14. (In Russ.).

10. Ostanina ES, Lopatin SA, Varlamov VP. isolation of chitin and chitosan from great wax moth *Galleria mellonella*. *Biotechnology in Russia*. 2007;(3):38–45. (In Russ.).

11. Mannapova RT, Shaikhulov RR. Reactions in the B-system of immunity and the productivity of geese under the influence of an enzyme with adaptogens against the background of candidamycosis. *Veterinary medicine*. 2023;(4):25–29. (In Russ.). doi: 10.30896/0042-4846.2023.26.4.25-29

12. Mannapova RT, Shaikhulov RR, Svistunov DV. The reaction of the main digestive enzymes of the pancreas against the background of the development of candidiasis in birds. *Vestnik of Omsk SAU*. 2023;(3):112–119. (In Russ.).

13. Panchenko AD, Bulkina NV. Modern representations of pathology and immunologic mechanisms of fungoid infection in the oral cavity. *Fundamental research*. 2012;(2–2):426–429. (In Russ.).

14. Sachivkina NP, Lenchenko EM, Khaitovich AB. The intensity of biofilm formation by microscopic fungi of the genus *Candida*. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2018;8(3):58–65. (In Russ.).

15. Kochneva EV. Determination of pathogenicity factors of fungi *Candida albicans* and their role in development of infectious process. In: *Current issues of modern medicine: conference proceedings*. Екатеринбург; 2014. p.110–113. (In Russ.).

16. Kapustina OA, Kartashova OL. Pathogenic factors of *Candida* sp. and their regulation by essential oils. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2013;(1):3–9. (In Russ.).

Об авторах:

Шайхулов Рустем Раисович — кандидат биологических наук, докторант кафедр микробиологии и иммунологии, аквакультуры и пчеловодства, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: provimirb@mail.ru

ORCID: 0009-0001-6085-0811 SPIN-код: 6001-3210

Маннапова Рамзия Тимергалеевна — доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: ram.mannapova55@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9092-9862 SPIN-код: 8353-2001

Свистунов Дмитрий Валерьевич — аспирант кафедр микробиологии и иммунологии, аквакультуры и пчеловодства, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: svist.ru@mail.ru
ORCID: 0009-0008-4277-9709 SPIN-код: 4250-7506

About authors:

Shaikhulov Rustem Raisovich — Candidate of Biological Sciences, Doctoral Student, Department of Microbiology and Immunology, Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya st., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: provimirb@mail.ru

ORCID: 0009-0001-6085-0811 SPIN: 6001-3210

Mannapova Ramziya Timergaleevna — Doctor of Biological Sciences, Professor, 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

ORCID: 0000-0002-9092-9862 SPIN: 8353-2001

Svistunov Dmitry Valerievich — PhD student, Department of Microbiology and Immunology, Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya st., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: svist.ru@mail.ru

ORCID: 0009-0008-4277-9709 SPIN: 4250-7506