

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья
УДК 619:639.3:639.331,7:612.112.3
doi: 10.26897/2949-4710-2023-2-69-76



Фагоцитоз у рыб *Oreochromis niloticus* на фоне развития кандидамикозов в условиях аквариумного содержания

Дмитрий Владимирович Снегирев, Рамзия Тимергалеевна Маннапова

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

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

Аннотация. В последние годы при аквариумном содержании коммерчески ценных рыб, а также в УСВ (установки с замкнутым водоиспользованием) активизируются и выделяются патогенные формы *Candida albicans*., которые колонизируют в большом количестве пищеварительную трубку и приводят к гибели 95-100% рыб. Методы обработки аквариумных рыб, разводимых в пищевых целях, являются экологически и экономически неоправданными, так как препараты сохраняют определенную токсичность. В этой связи необходим поиск экологических методов профилактики и терапии кандидамикозов в аквариумах и УСВ. Установлено, что прополис в комплексе с метиленовым голубым способствует полному снятию токсичности и супрессивного действия сенсibilизатора, затормаживанию усиленного размножения в организме у *Oreochromis niloticus* кандид, усилению процессов кроветворения, повышения нейтрофилов, моноцитов и активизации фагоцитоза. Уровень нейтрофилов повышается на 7, 14, 21 и 30 сут. опыта, по сравнению с данными зараженных рыб 2 группы – в 1,63; 1,6; 1,82 и 1,67 раза, моноцитов – в 1,94; 2,58; 3,08; 3,1 раза. Это способствовало восстановлению функциональной активности клеток и фагоцитарных реакций в организме *O. niloticus*, повышению экологичности среды, продуктивности и качества получаемого диетического белка, мяса, богатого незаменимыми жирными кислотами омега-3 и -6.

Ключевые слова: *Oreochromis niloticus*, *Candida albicans*, пищеварительная трубка, нейтрофилы, моноциты, фагоцитоз.

Для цитирования. Снегирев Д.В., Маннапова Р.Т. Фагоцитоз у рыб *Oreochromis niloticus* на фоне развития кандидамикозов в условиях аквариумного содержания // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 2. – С. 69-76. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2023-2-69-76>

© Новиков Н.Н., Соколов А.А., Терешенков П.В., 2023

ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article
doi: 10.26897/2949-4710-2023-2-69-76



Phagocytosis in the Fish *Oreochromis Niloticus* against the Background of Candidaemia Development under Aquarium Conditions

Dmitry V. Snegirev, Ramziya T. Mannapova

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

Corresponding author: Ramziya T. Mannapova, e-mail: ram.mannapova55@mail.ru

Abstract. In recent years, pathogenic forms of *Candida albicans* have been activated and isolated in aquariums of commercially valuable fish and in closed water systems (CWIs). They largely colonise the digestive tube and lead to the death of 95-100% of fish. Treatment methods for aquarium fish bred for food purposes are ecologically and economically unjustified, as the preparations retain a certain toxicity. In this regard, it is necessary to search for environmentally friendly methods of prevention and therapy of candidaemiasis in aquariums and CWIs. It was found that propolis in complex with methylene blue promotes complete elimination of toxicity and suppressive action of sensitizers, inhibition of increased reproduction of *Candida* in the organism of *Oreochromis niloticus*, strengthening of haematopoiesis processes, increase of neutrophils, monocytes and activation of phagocytosis. In comparison with the data of the infected fish of group 2, the level of neutrophils increased by 1.63, 1.6, 1.82 and 1.67 times, monocytes by 1.94, 2.58, 3.08 and 3.1 times on the 7th, 14th, 21st and 30th day of the experiment. This contributed to the restoration of the functional activity of cells and phagocytic reactions in the organism of *O. niloticus*, increasing the ecological environment, productivity and quality of the obtained dietary protein, meat rich in essential fatty acids omega-3 and -6.

Key words: *Oreochromis niloticus*, *Candida albicans*, digestive tube, neutrophils, monocytes, phagocytosis.

For citation. Snegirev D.V., Mannapova R.T. Phagocytosis in the Fish *Oreochromis Niloticus* against the Background of Candidaemia Development under Aquarium Conditions. Timiryazev Biological Journal. 2023; 2: 69-76. (In Rus.) <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2023-2-69-76>

Введение

Развитие аквакультуры занимает особое место в обеспечении количественного и качественного питания населения. Здесь особый интерес представляет *Oreochromis niloticus* (нильская теляпия), которая занимает 8 место в мире по объему выращивания в товарных хозяйствах и дает 80% мировой продукции всех видов теляпий, которые имеют приятный вкус и востребованность у населения [1-3]. Однако при аквариумном разведении и содержании, как и многие другие аквариумные рыбы, *O. niloticus* проявляет особую чувствительность к усилению активизации в среде и соответственно в организме рыб условно-патогенной *Candida albicans*, что приводит к большим экономическим убыткам [4, 5]. Это, видимо, связано с появлением при определенных условиях среды у *C. albicans* патогенных форм (усиленное образование биопленок, появление нетипичных морфологических форм), что приводит к активному размножению кандид, колонизации ими пищеварительной трубки и быстрому летальному исходу [6].

Среди противомикробных средств для профилактики и лечения кандидамикозов рыб при их аквариумном выращивании предложен метиленовый голубой, однако он обладает некоторой токсичностью [7]. В этой связи нужны экологичные безвредные препараты, которые могли бы снять токсическое влияние его на организм рыб, способствовали активизации кроветворения, иммунных механизмов, и как следствие – повышению продуктивности рыб. К таким препаратам относится биологически активный продукт пчеловодства БАПП – прополис [8-11]. В связи с этим целью работы явилось изучение степени восстановления фагоцитоза в организме *Oreochromis niloticus* на фоне кандидамикозов пищеварительной трубки при аквариумном содержании под влиянием метиленового голубого с прополисом.

Методика исследований

Опыты на *O. niloticus* проводили на рыбах 8-месячного возраста в количестве 100 гол., в условиях аквариумов кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Рыбы 1 группы – контрольные, здоровые; рыбы 2-6 групп – естественно зараженные *C. albicans*. В аквариумную воду *O. niloticus* 3 группы вносили экстракт прополис (ЭП) в дозе 0,25 мл/л; для 4 группы – ЭП + метиленовый голубой, 1 мг/л; для 5 группы – ЭП + профлавин ацетат, 1,0 мг/л; для 6 группы – ЭП + фталоцианин цинка, 1,0 мг/л. Гематологические исследования проводили на анализаторе «BC-30 Vet», Mindray (Китай). Грибы *C. albicans* выделяли на агаре Сабуро с хлорамфениколом 2 фирмы «BIOMERIEUX», первичную идентификацию – масс-спектрометрическим методом на MALDI Biotyper в ФГОУ НМИЦ гематологии Минздрава России [12], последующие – на среде Сабуро со стрептомицином (100 ед/л). Также применяли системы API-System S.A. (Франция).

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

Результаты и их обсуждение

Параллельно с активизацией в организме *O. niloticus*, на фоне развития кандидамикозов в условиях аквариумного содержания, показателей гуморального звена иммунного статуса, представленных в предыдущих работах [13, 14], было установлено нарушение и клеточного иммунитета.

Данные по изучению динамики изменения содержания в крови *O. niloticus* уровня нейтрофилов представлены в таблице 1.

Нейтрофилы в крови *O. niloticus* 1 контрольной группы в процессе опыта не имели существенных изменений, что говорит о ранней стабилизации этого показателя в организме рыб данной породы. За период исследований этот показатель в крови увеличился лишь в 1,04 раза, что соответствовало физиологическим значениям.

Содержание нейтрофилов в крови зараженных *Candida albicans* рыб 2-6 групп было снижено к началу исследований по сравнению с показателем *O. niloticus* 1 контрольной группы в 1,38-1,52 раза. Уровень нейтрофилов в крови *O. niloticus* 2 группы в процессе опытов изменялся в сторону незначительного повышения. Это свидетельствует о некоторой невысокой степени реактивности рыб на *Candida albicans*: организм небезразличен, но возможности его уже ограничены, уровень нейтрофилов увеличился по сравнению с его фоновым значением по группе на 7, 14, 21 и 30 сут. исследований лишь в 1,04; 1,09;

1,16 и 1,24 раза. Этот процесс является причинно обусловленным со стороны организма рыб 2 группы, но свидетельствует о снижении его иммунных механизмов на фоне развившихся кандидамикозов и его недостаточности.

Внесение в аквариумную воду *O. niloticus* 3 группы прополиса способствовало резкой активизации процесса фагоцитоза в организме, о чем свидетельствует значительное повышение в крови уровня нейтрофилов. На 7, 14, 21 и 30 сут. опыта содержание нейтрофилов в крови *O. niloticus* превысило его показатель у рыб 2 группы в 1,58; 1,53; 1,67 и 1,53 раза. При этом во все сроки опыта уровень нейтрофилов в крови рыб 3 группы был выше по сравнению с данными 1 контрольной группы, что подтверждает высокие иммуностимулирующие свойства биологически активного продукта пчеловодства – прополиса.

Внесение прополиса в комплексе с метиленовым голубым в аквариумную воду *O. niloticus* 4 группы способствовало еще более значительной активизации фагоцитоза в организме рыб этой группы. Уровень нейтрофилов в крови *O. niloticus* 4 группы был выше показателей рыб 2 группы по срокам исследований в 1,63; 1,60; 1,81 и 1,67 раза, чему способствовал разносторонний комплексный химический состав прополиса. Следовательно, самым эффективным препаратом для стимуляции фагоцитоза в организме, зараженных кандидамикозами *O. niloticus*, является комплексное применение прополиса с метиленовым голубым.

Таблица 1

Динамика в крови *Oreochromis niloticus* нейтрофилов, %

Группы	Стат. показатель	Фон	Сроки исследований от начала опытов, сут.			
			7	14	21	30
Контроль – здоровые (1)	М	7,90	8,00	8,20	8,10	8,20
	±m	0,25	0,24	0,14	0,14	0,21
	P		***	***	***	***
Контроль – зараженные <i>C. albicans</i> (2)	М	5,50	5,70	6,00	6,40	6,80
	±m	0,32	0,14	0,12	0,21	0,21
Зараженные <i>C. albicans</i> + прополис (3)	М	5,20	9,00	9,20	10,70	10,40
	±m	0,12	0,14	0,07	0,14	0,21
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + МГ + прополис (4)	М	5,70	9,30	9,60	11,60	11,40
	±m	0,12	0,12	0,28	0,12	0,19
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + ПА + прополис (5)	М	5,40	8,20	8,50	8,40	8,00
	±m	0,21	0,25	0,14	0,21	0,21
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + ФЦ + прополис (6)	М	5,55	7,70	8,10	8,30	8,20
	±m	0,17	0,11	0,53	0,09	0,24
	P		***	***	***	***

*P ≥ 0,95.

**P ≥ 0,99.

*** P ≥ 0,999 по сравнению с группой 2.

Table 1

Dynamics in the blood of *Oreochromis niloticus* neutrophils, %

Groups	Stat. indicator	Background	Study periods from the beginning of the experiments, days.			
			7	14	21	30
Control – healthy (1)	M	7.90	8.00	8.20	8.10	8.20
	±m	0.25	0.24	0.14	0.14	0.21
	P		***	***	***	***
Control – <i>C. albicans</i> infected (2)	M	5.50	5.70	6.00	6.40	6.80
	±m	0.32	0.14	0.12	0.21	0.21
<i>C. albicans</i> infected + + propolis (3)	M	5.20	9.00	9.20	10.70	10.40
	±m	0.12	0.14	0.07	0.14	0.21
	P		***	***	***	***
<i>C. albicans</i> infected + + methylene-blue + propolis (4)	M	5.70	9.30	9.60	11.60	11.40
	±m	0.12	0.12	0.28	0.12	0.19
	P		***	***	***	***
<i>C. albicans</i> infected + + proflavin acetate + + propolis (5)	M	5.40	8.20	8.50	8.40	8.00
	±m	0.21	0.25	0.14	0.21	0.21
	P		***	***	***	***
<i>C. albicans</i> infected + + zinc phthalocyanine + + propolis (6)	M	5.55	7.70	8.10	8.30	8.20
	±m	0.17	0.11	0.53	0.09	0.24
	P		***	***	***	***

*P ≥ 0.95.

**P ≥ 0.99.

*** P ≥ 0.999 compared to group 2.

Внесение в аквариумную воду *O. niloticus* 5 и 6 групп препаратов профлавин ацетат и фталоцианин цинка в комплексе с прополисом способствовало низкой активизации фагоцитарных реакций в организме *O. niloticus*. Здесь уровень нейтрофилов повысился по сравнению с показателями *O. niloticus* 2 группы на 7, 14, 21 и 30 сут. опыта: в 1,44 и 1,35 раза; в 1,41 и 1,35 раза; в 1,31 и 1,29 раза; в 1,17 и 1,20 раза. В целом показатели нейтрофилов в крови *O. niloticus* 5 и 6 групп не являются низкими с учетом того, что это данные рыб, которые были заражены кандидамикозами. Они приблизились к контрольному уровню *O. niloticus* 1 группы. По сравнению с параметрами, выявленными по 3 и 4 опытным группам, показатели активности фагоцитоза *O. niloticus* 5 и 6 групп значительно уступают им и с учетом абсолютной безвредности препаратов, использованных в 3 и 4 группах, они являются более благоприятными для рекомендации их в целях повышения фагоцитоза в организме *O. niloticus* на фоне развития кандидамикозов.

Моноциты составили у *O. niloticus* самый низкий процент из изученных лейкоцитов крови (таблица 2).

Фоновый показатель моноцитов в крови колебался на уровне от 1,7 до 2,4%. Моноциты после созревания, достигнув зрелости, покидают циркулирующее русло, оседают в органы и ткани, превращаются в макрофаги и выполняют функцию фагоцитоза. У рыб 1 контрольной группы уровень моноцитов в крови имел тенденцию к небольшому повышению и превысил фоновый показатель максимально лишь до 1,2 раза, что является для 1 группы нормальным и физиологичным. В крови *O. niloticus* 2 группы содержание моноцитов на период начала исследований (фон) имело самый высокий показатель. Но с развитием кандидамикозов их количество снижалось. Это объясняется быстрым заселением ими органов, в том числе желудочно-кишечного тракта, и активным фагоцитированием *Candida albicans*.

Уровень моноцитов в крови *O. niloticus* 3-6 групп повышался в процессе опытов. По 3 группе на фоне внесения в аквариумную воду прополиса содержание моноцитов превысило показатель контрольных *O. niloticus* 1 группы и больных рыб 2 группы: на 7 сут. опыта – в 1,76 и 1,94 раза; на 14 сут. – в 2,37 и 2,5 раза; на 21 сут. – 2,78 и 3,00 раза; на 30 сут. – в 2,37 и 2,75 раза.

Более высокая активизация продукции в организме *O. niloticus* моноцитов регистрировалась по 4 опытной группе на фоне комплексного применения прополиса с метиленовым голубым. Здесь содержание моноцитов было выше по сравнению с их уровнем в крови *O. niloticus* 1 и 2 групп: на 7 сут. опыта – в 1,17 и 1,94 раза; на 14 сут. – в 1,38 и 2,5 раза; на 21 сут. – в 1,61 и 3,00 раза; на 30 сут. – в 1,63 и 2,75 раза. Такая активизация обусловлена высокой необходимостью защитных фагоцитарных реакций в организме на фоне кандидамикозов.

Таблица 2

Динамика в крови *Oreochromis niloticus* моноцитов, %

Группы	Сроки начала исследований от опытов (сут.)					
	Стат. показатель	Фон	7	14	21	30
Контроль – здоровые (1)	М	2,40	2,80	2,90	2,60	2,70
	±m	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	P		***	***	***	***
Контроль зараженные <i>C. albicans</i> (2)	М	2,00	1,70	1,60	1,40	1,40
	±m	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + прополис (3)	М	1,70	3,00	3,80	3,90	3,80
	±m	0,07	0,14	0,21	0,21	0,21
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + МГ + прополис (4)	М	2,00	3,30	4,00	4,20	4,40
	±m	0,11	0,14	0,14	0,21	0,21
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + ПА+ прополис (5)	М	1,70	2,70	3,20	3,40	3,60
	±m	0,12	0,14	0,14	0,21	0,14
	P		***	***	***	***
Зараженные <i>C. albicans</i> + ФЦ + прополис (6)	М	1,60	2,65	3,20	3,20	3,25
	±m	0,06	0,06	0,11	0,14	0,18
	P		***	***	***	***

*P ≥ 0,95.

**P ≥ 0,99.

*** P ≥ 0,999 по сравнению с группой 2.

Table 2

Dynamics in the blood of *Oreochromis niloticus* monocytes, %

Groups	Study periods from the beginning of the experiments, days.					
	Stat. indicator	Background n	7	14	21	30
1. Healthy	M	2.40	2.80	2.90	2.60	2.70
	±m	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	P		***	***	***	***
2. <i>C. albicans</i> infected	M	2.00	1.70	1.60	1.40	1.40
	±m	0.14	0.14	0.14	0.07	0.07
	P		***	***	***	***
3. <i>C. albicans</i> infected + + propolis	M	1.70	3.00	3.80	3.90	3.80
	±m	0.07	0.14	0.21	0.21	0.21
	P		***	***	***	***
4. <i>C. albicans</i> infected + + methylene-blue + propolis	M	2.00	3.30	4.00	4.20	4.40
	±m	0.11	0.14	0.14	0.21	0.21
	P		***	***	***	***
5. <i>C. albicans</i> infected + + proflavin acetate + propolis	M	1.70	2.70	3.20	3.40	3.60
	±m	0.12	0.14	0.14	0.21	0.14
	P		***	***	***	***
6. <i>C. albicans</i> infected + + zinc phthalocyanine + propolis	M	1.60	2.65	3.20	3.20	3.25
	±m	0.06	0.06	0.11	0.14	0.18
	P		***	***	***	***

*P ≥ 0.95.

**P ≥ 0.99.

*** P ≥ 0.999 compared to group 2.

Уровень моноцитов в крови *O. niloticus* 5 и 6 групп также увеличивался активно, но уступая при этом показателям рыб 3 и 4 групп. На 7, 14, 21 и 30 сут. от начала опытов содержание моноцитов в крови *O. niloticus* 5 и 6 групп значительно приблизилось и даже незначительно превысило данные по 1 контрольной группе. Следовательно, более экологичным и эффективным комплексом при аквариумном содержании *O. niloticus* для поддержания клеточного звена иммунитета является применение прополиса в комплексе с метиленовой синью.

Выводы

Кандидамикозы при аквариумном содержании *O. niloticus* и несвоевременных мерах приводят к высоким экономическим убыткам, падеж рыб достигает за очень короткое время 95-100%. Существующие методы обработки аквариумных рыб раствором метиленовой сини являются экологически неоправданными, не всегда приводят к желаемым результатам. В связи с выращиванием теляпий для обеспечения населения диетическим белковым продуктом рекомендуется применение прополиса в комплексе с метиленовой синью:

1. На фоне соблюдения всех требований при аквариумном выращивании *O. niloticus* прополис в комплексе с метиленовым голубым способствует полному снятию токсичности и супрессивного

действия сенсibilизатора, профилактики активизации в организме теляпий *Candida albicans* и развития кандидамикозов.

2. Прополис в комплексе с метиленовым голубым способствует повышению гуморального звена иммунитета, что было установлено нами ранее [14, 15], а также клеточного звена иммунитета в виде повышения в крови уровня нейтрофилов на 7, 14, 21 и 30 сут. опыта по сравнению с данными зараженных рыб 2 группы в 1,63; 1,6; 1,82 и 1,67 раза, моноцитов – в 1,94; 2,58; 3,08; 3,1 раза, что способствовало восстановлению фагоцитарных реакций в организме *O. niloticus*.

Список источников

1. Александрова У.С., Ковалева А.В., Матишов К.Д. Выращивание нетрадиционных объектов аквакультуры в условиях установок с замкнутым водоиспользованием // Наука Юга России. – 2018. – 14 (4). – С. 74-81. doi: 10.7868/S25000640180409.
2. Аблеев Д.Р., Пономарев С.В., Ахмеджанова А.Б., Хамад Х.А. Влияние пробиотика «Olin» на функциональное состояние производителей тилапии // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Рыбное хозяйство». – 2018. – № 3. – С. 70-77. doi: 10.24143/2073-5529-2018-3-70-77.
3. Шинкарев Е.Д. Выращивание красной нильской тилапии в условиях замкнутого водоснабжения // Материалы Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения». – 2018. – Ч. 1. – С. 298-302.
4. 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.
5. Ожередова Н.А. Основные особенности диагностики кандидамикоза у прудовых рыб на Ставрополье // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – № 32 (2). – С. 19-21.
6. Ожередова Н.А., Кононов А.Н., Заерко В.И. и др. Наиболее распространенные условно-патогенные и патогенные виды кандид и их влияние на живой организм // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 444.
7. Маннапова Р.Т., Снегирев Д.В., Маннапов А.Г. Сенсibilизаторы для сохранения биоресурсного потенциала поверхностных водоемов // Естественные и технические науки. – 2021. – № 12 (163). – С. 138-142.
8. Трухачев В.И., Маннапов А.Г. Инновационный прорыв в биологии пчел и технологии производства продуктов пчеловодства // Пчеловодство. – 2020. – № 3. – С. 4-6.
9. Кароматов И.Д. Прополис: использование в медицине // Молодой ученый. – 2014. – № 3 (62). – С. 183-199.
10. Лазебник Л.Б., Дубцова Е.А., Касьяненко В.И., Комиссаренко И.А. Прополис, его антимикробные свойства и использование в лечении гастритов и язвенной болезни // Традиционная медицина. – 2007. – № 4 (11). – С. 46-50.
11. Bufalo M.C., Bordon-Graciani A.P., Conti B.J., Assis Golim M., Sforcin J.M. The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human monocytes // J. Pharm Pharmacology. – 2014. – № 66. – Pp. 1497-1504. doi: 10.1111/jphp.12279.
12. Чеботарь И.В., Поликарпова С.В., Бочарова Ю.А., Маянский Н.А. Использование времяпролетной

References

1. Aleksandrova U.S., Kovaleva A.V., Matishov K.D. Growing Non-Traditional Aquaculture Objects in Closed Water Systems. Nauka Yuga Rossii. 2018; 14 (4): 74-81. doi: 10.7868/S25000640180409. (In Rus.).
2. Ableev D.R., Ponomarev S.V., Akhmedzhanova A.B., Khamad Kh.A. Effect of the Probiotic “Olin” on the Functional State of Tilapia Producers. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya “Rybnoe khozyaystvo”. 2018; 3: 70-77. doi: 10.24143/2073-5529-2018-3-70-77. (In Rus.).
3. Shinkarevich E.D. Growing Red Nile Tilapia in Closed Water Supply Conditions. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya”. 2018; 1: 298-302. (In Rus.).
4. Khaytovich A.B., Gaffarova A.S. Pathogenicity Factors of *Candida Albicans* and Determination of Their Gene Determinants. Tavricheskiy mediko-biologicheskii vestnik. 2016; 19; 3: 121-126. (In Rus.).
5. Ozheredova N.A. Main Features of Diagnosing Candidiasis in Pond Fish in the Stavropol Region. Vestnik APK Stavropol'ya. 2011; 32 (2): 19-21. (In Rus.).
6. Ozheredova N.A., Kononov A.N., Zaerko V.I. et al. The Most Common Opportunistic and Pathogenic Species of Candida and Their Effect on a Living Organism. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012; 2: 444. (In Rus.).
7. Mannapova R.T., Snegirev D.V., Mannapov A.G. Sensitizers for Preserving the Bioresource Potential of Surface Water Bodies. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2021; 12 (163): 138-142. (In Rus.).
8. Trukhachev V.I., Mannapov A.G. Innovative Breakthrough in the Biology of Bees and Technology for the Production of Beekeeping Products. Pchelovodstvo. 2020; 3: 4-6. (In Rus.).
9. Karomatov I.D. Propolis: Use in Medicine. Molodoy ucheniy. 2014; 3 (62): 183-199. (In Rus.).
10. Lazebnik L.B., Dubtsova E.A., Kas'yanenko V.I., Komissarenko I.A. Propolis, Its Antimicrobial Properties and Use in the Treatment of Gastritis and Peptic Ulcers. Traditsionnaya meditsina. 2007; 4 (11): 46-50. (In Rus.).
11. Bufalo M.C., Bordon-Graciani A.P., Conti B.J., Assis Golim M., Sforcin J.M. The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human monocytes. J. Pharm Pharmacology. 2014; 66: 1497-1504. doi: 10.1111/jphp.12279.
12. Chebotar' I.V., Polikarpova S.V., Bocharova Yu.A., Mayanskiy N.A. Use of Time-Of-Flight Mass

масс-спектрометрии с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (MALDI-TOF MS) для идентификации бактериальных и грибковых возбудителей III-IV групп патогенности // Лабораторная служба. – 2018. – № 7 (2). – С. 78-86. doi: 10.17116/labs20187278-86.

13. Маннапова Р.Т., Снегирев Д.В. Экологичное восстановление эритропоэза прополисом на фоне кандидамикозов *Oreochromis niloticus*, зараженных в условиях аквариума // Агро-Эко-Инфо. – 2023. – № 4. – С. 417.

14. Снегирев Д.В., Маннапова Р.Т., Маннапов А.Г. Механизмы экологичного восстановления иммунной защиты *Oreochromis niloticus* прополисом с сенситизаторами на фоне развития кандидамикозов // Агро-Эко-Инфо. – 2023. – № 4. – С. 420.

Информация об авторах

Дмитрий Владимирович Снегирев, старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125500, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dsnegirev@rgau-msha.ru; orcid: 0000-0002-5477-2888.

Рамзия Тимергалеевна Маннапова, д-р биол. 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; orcid: 0000-0002-9092-9862.

Статья поступила в редакцию 06.09.2023
Одобрена после рецензирования 19.09.2023
Принята к публикации 09.10.2023

Spectrometry with Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization (MALDI-TOF MS) to Identify Bacterial and Fungal Pathogens of III-IV Pathogenicity Groups. *Laboratornaya sluzhba*. 2018; 7 (2): 78-86. doi: 10.17116/labs20187278-86. (In Rus.).

13. Mannapova R.T., Snegirev D.V. Ecological Restoration of Erythropoiesis with Propolis against the Background of Candidiasis *Oreochromis Niloticus* Infected in an Aquarium. *Agro-Eko-Info*. 2023; 4: 417. (In Rus.).

14. Snegirev D.V., Mannapova R.T., Mannapov A.G. Mechanisms of Environmental Restoration of the Immune Defense of *Oreochromis Niloticus* with Propolis with Sensitizers against the Background of the Development of Candidiasis. *Agro-Eko-Info*. 2023; 4: 420. (In Rus.).

About authors

Dmitry V. Snegirev, Senior Lecturer, Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; E-mail: dsnegirev@rgau-msha.ru; orcid: 0000-0002-5477-2888).

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

The article was submitted to the editorial office 06 Sep 2023
Approved after reviewing 19 Sep 2023
Accepted for publication 09 Oct 2023