

Научная статья
 УДК 636.52/.58.053:579.86:577.15:636:612.33
 doi:10.35694/YARCX.2022.57.1.007

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА «ЯРОСИЛ» НА АКТИВНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В КИШЕЧНИКЕ ЦЫПЛЯТ

**Ирина Леонидовна Голованова¹, Андрей Андреевич Филиппов²,
 Екатерина Алексеевна Куливацкая³, Елена Гамеровна Скворцова⁴**

^{1, 4}Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия

^{1, 2, 3}Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина
 Российской академии наук, Борок, Россия

¹golovanova@ibiw.ru, ORCID 0000-0003-4438-6622

²andron183@ibiw.ru, ORCID 0000-0002-0852-0962

³ekulivk@gmail.com, ORCID 0000-0003-4690-0226

⁴e.skvorcova@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-0699-7959

Реферат. При введении в питьевую воду пробиотического препарата «Яросил» установлены разнонаправленные изменения активности пищеварительных ферментов в тонкой кишке цыплят-бройлеров кросса Росс 308 (возраст 35 сут.) и 1- и 2-месячных цыплят кросса Ломан Браун. В каждом эксперименте были сформированы три группы цыплят: контрольная и две опытные. Всех птиц содержали в одинаковых гигиенических, экологических и хозяйственных условиях. Однако цыплята опытных групп вместе с питьевой водой получали пробиотик «Яросил» в количестве 0,2 мл/кг и 0,6 мл/кг живой массы птиц. Активность ферментов, гидролизующих углеводные и белковые компоненты корма, определяли в гомогенатах слизистой оболочки тонкой кишки и её содержимого (химус) при температуре 20°C при pH 7,4. Амилолитическую активность, отражающую суммарную активность ферментов, гидролизующих крахмал, оценивали модифицированным методом Нельсона, активность мальтазы – глюкозооксидазным методом с помощью набора для клинической биохимии, активность пептидаз (преимущественно трипсина) определяли модифицированным методом Ансона. Повышение амилолитической активности, отмеченное в слизистой оболочке кишечника цыплят, ускоряет скорость начальных этапов ассимиляции углеводов. В то же время снижение активности пептидаз и мальтазы может замедлять скорость гидролиза пептидов и дисахаридов в тонкой кишке цыплят. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сила и направленность влияния пробиотика «Яросил» на активность пептидаз и гликозидаз в кишечнике цыплят зависит от дозы пробиотика, локализации ферментов (химус или слизистая оболочка), а также возраста и кросса птиц.

Ключевые слова: пробиотики, «Яросил», цыплята, пищеварительные ферменты, протеиназы, гликозидазы

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке в рамках НИОКТР 121101300090-2.

EFFECT OF PROBIOTIC “YAROSIL” ON THE ACTIVITY OF DIGESTIVE ENZYMES IN THE INTESTINE OF CHICKENS

**Irina L. Golovanova¹, Andrey A. Filippov²,
 Ekaterina A. Kulivatskaya³, Elena G. Skvortsova⁴**

^{1, 4}Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

^{1, 2, 3}Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, Russia

¹golovanova@ibiw.ru, ORCID 0000-0003-4438-6622

²andron183@ibiw.ru, ORCID 0000-0002-0852-0962

³ekulivk@gmail.com, ORCID 0000-0003-4690-0226

⁴e.skvorcova@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-0699-7959

Abstract. When introducing the probiotic “Yarosil” into drinking water, various-directional changes in the activity of digestive enzymes in the small intestine of broiler chickens cross Ross 308 (age 35 days) and 1- and

**Влияние пробиотика «Яросил» на активность пищеварительных ферментов
 в кишечнике цыплят**

2-month-old chickens of cross Loman Brown were established. In each experiment three groups of chickens were formed: a control group and two experimental ones. All birds were kept in the same hygienic, ecological and economic conditions. However, test group chickens together with drinking water received the probiotic "Yarosil" in an amount of 0.2 ml/kg and 0.6 ml/kg of live bird weight. The activity of enzymes hydrolyzing the carbohydrate and protein components of the feed was determined in homogenates of the mucous membrane of the small intestine and its contents (chyme) at a temperature of 20°C at a pH of 7.4. Amylolytic activity reflecting the total activity of starch hydrolyzing enzymes was evaluated by a modified Nelson method, maltase activity by a glucose oxidase method using a clinical biochemistry kit, peptidase activity (mainly trypsin) was determined by a modified Anson method. The increase in amylolytic activity observed in the intestinal mucosa of chickens accelerates the rate of the initial stages of carbohydrate assimilation. At the same time, a decrease in the activity of peptidases and maltases can slow down the rate of hydrolysis of peptides and disaccharides in the small intestine of chickens. The results obtained show that the strength and orientation of the effect of the probiotic "Yarosil" on the activity of peptidases and glycosidases in the intestines of chickens depends on the dose of probiotic, the localization of enzymes (chyme or mucous membrane), as well as the age and cross of birds.

Keywords: Probiotics, "Yarosil", chickens, digestive enzymes, proteinases, glycosidases

Введение. Поддержание здоровья кишечника для полноценного переваривания корма и последующего усвоения питательных веществ является основным фактором, обеспечивающим рост, здоровье и продуктивность сельскохозяйственной птицы. Для этих целей в птицеводстве широко используются пребиотики [1], пробиотики [2] и готовые ферментные препараты [3]. Они повышают переваримость и усвоение кормов [4], улучшают показатели роста и качество мяса [5; 6], а также способствуют увеличению продуктивности [7].

Эффективность переваривания пищи в значительной мере зависит от активности ферментов пищеварительного тракта и условий их функционирования. Окончательное переваривание белков, углеводов и жиров происходит в тонком кишечнике. Этот отдел имеет значительную площадь, благодаря наличию ворсинок и микроворсинок в слизистой оболочке. Кишечный сок у птиц содержит энтерокиназу и обладает амилазной, мальтазной, сахаразной и пептидазной активностью. Подавляющее большинство ферментов в тонком кишечнике имеет, как и у млекопитающих, пристеночную локализацию.

В настоящее время существует множество препаратов, способствующих улучшению здоровья кишечника, которые могут применяться с питьевой водой или добавляться в корм. Кормовая добавка «Яросил» предназначена для нормализации обмена веществ и кислотно-щелочного равновесия, стимуляции роста и развития, а также повышения сохранности сельскохозяйственных животных. Она состоит из молочнокислых и бифидобактерий (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. helveticus*, *Bifidobacterium animalis*, *Streptococcus thermophilus*). Было установлено, что добавка в питьевую воду пробиотика «Яросил» в дозах 0,2 и 0,6 мл/кг живой массы увеличивает содержание мышечной ткани в тушках 45-суточ-

ных цыплят бройлеров кросса Росс 308 [6]. Однако сведения о влиянии пробиотиков на активность ферментов, обеспечивающих начальные этапы ассимиляции белковых и углеводных компонентов корма, у сельскохозяйственных птиц отсутствуют.

Цель исследования – изучить влияние пробиотика «Яросил» на активность пищеварительных протеиназ и гликозидаз в химусе и слизистой оболочке кишечника у цыплят-бройлеров кросса Росс 308 и цыплят кросса Ломан Браун.

Материал и методика исследований. Работа проведена на базе кафедры «Зоотехния» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА и Института биологии внутренних вод им. И.Д. Панина РАН. Объекты исследования – цыплята-бройлеры кросса Росс 308 в возрасте 35 суток, а также 1- и 2-месячные цыплята кросса Ломан Браун. В каждом случае было сформировано три группы цыплят, контрольная и две опытные (по 13 голов в каждой). Всех птиц содержали в одинаковых гигиенических, экологических и хозяйственных условиях. Однако цыплята опытных групп вместе с питьевой водой получали пробиотик «Яросил» в количестве 0,2 мл/кг и 0,6 мл/кг живой массы. После убоя у птиц каждой экспериментальной группы извлекали кишечник.

Для определения активности ферментов готовили гомогенаты химуса и слизистой оболочки тонкой кишки с помощью стеклянного гомогенизатора с добавлением раствора Рингера (6,5 г NaCl, 0,42 г KCl, 0,25 г CaCl₂). Активность гликозидаз: амилазную активность, отражающую суммарную активность ферментов, гидролизующих крахмал (α -амилазы КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и мальтазы ЕС 3.2.1.20), оценивали модифицированным методом Нельсона [8], а также активность мальтазы – глюкооксидазным методом с помощью набора для клинической биохимии «Фотоглюкоза» (ООО «Импакт», Россия). Активность пептидаз (преимущественно трипсина,

ЕС 3.4.21.4) определяли модифицированным методом Ансона [9]. Активность ферментов измеряли при 20°C при pH 7,4 и выражали в мкмольх продуктов реакции за 1 мин инкубации на 1 г влажной массы ткани, мкмоль/(г*мин).

Результаты представлены в виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$). При сравнении данных проводили однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующей оценкой достоверности различий при помощи Dunnett-теста, $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. Активность пептидаз как в химусе, так и в слизистой оболочке кишечника у цыплят-бройлеров кросса Росс 308 контрольной и получавшей пробиотик в концентрации 0,6 мл/кг групп была близка, $P > 0,05$ (табл. 1). Однако у цыплят, получавших пробиотик в меньшей концентрации, она была ниже, чем у птиц контрольной группы: в химусе – на 30%, в слизистой оболочке кишечника – на 57%. Сила влияния фактора составила 72 и 91% соответ-

Таблица 1 – Влияние пробиотика «Яросил» на активность пептидаз и гликозидаз химуса и слизистой оболочки кишечника цыплят-бройлеров кросса Росс 308, возраст 35 дней

Активность ферментов, мкмоль/(г*мин)	Локализация ферментов	Концентрация пробиотика «Яросил», мл/кг		
		0 (контроль)	0,2	0,6
Пептидазы	Химус	4,48±0,37	3,13±0,18*	4,23±0,37
	Слизистая оболочка	6,29±0,31	2,74±0,16***	6,73±0,81
Амилолитическая	Химус	218,7±33,5	240,0±21,3	263,6±8,7
	Слизистая оболочка	144,4±11,7	146,0±8,1	186,2±5,0*
Мальтаза	Слизистая оболочка	168,2±12,6	173,2±7,3	152,7±5,4

Примечание: при сравнении с контрольной группой * – $P < 0,05$; *** – $P < 0,001$.

ственно. Амилолитическая активность в химусе цыплят контрольной и двух опытных групп статистически значимо не различалась ($P > 0,05$), в слизистой оболочке кишки она была выше контроля на 29% лишь у птиц, получавших пробиотик в большей концентрации (сила влияния фактора 73%). Активность мальтазы в слизистой оболочке кишечника цыплят контрольной и опытных групп значимо не отличалась ($P > 0,05$).

Активность пептидаз у одномесячных цыплят кросса Ломан Браун контрольной и опытных групп не различалась как в химусе, так и в слизистой оболочке кишечника, $P > 0,05$ (табл. 2). Также не было различий в уровне амилолитической активности в химусе у птиц всех исследованных групп. Отмечена лишь тенденция повышения амилоли-

тической активности в слизистой оболочке кишечника у цыплят, получавших «Яросил» в концентрации 0,6 мл/кг живого веса по сравнению с контролем. Активность мальтазы в слизистой оболочке кишечника цыплят, получавших пробиотик в концентрации 0,2 мл/кг, была на 8% ниже (сила влияния фактора 88%), в более высокой концентрации не отличалась от контроля.

Активность пептидаз у двухмесячных цыплят кросса Ломан Браун статистически значимо снижалась лишь у птиц, получавших «Яросил» в дозе 0,6 мл/кг: в химусе – на 12%, в слизистой оболочке кишечника – на 24% по сравнению с контролем (табл. 3). Сила влияния фактора составила 76 и 68% соответственно. Не обнаружено различий амилолитической активности ни в химусе, ни

Таблица 2 – Влияние пробиотика «Яросил» на активность пептидаз и гликозидаз химуса и слизистой оболочки кишечника цыплят кросса Ломан Браун, возраст 1 месяц

Активность ферментов, мкмоль/(г*мин)	Локализация ферментов	Концентрация пробиотика «Яросил», мл/кг		
		0 (контроль)	0,2	0,6
Пептидазы	Химус	8,32±0,13	8,00±0,19	8,82±0,13
	Слизистая оболочка	4,12±0,23	3,40±0,48	4,92±0,41
Амилолитическая	Химус	180,7±25,2	137,1±19,7	217,3±41,2
	Слизистая оболочка	105,8±7,71	78,7±12,0	138,9±9,62*
Мальтаза	Слизистая оболочка	50,7±0,76	46,4±0,15**	51,2±0,70

Примечание: при сравнении с контрольной группой * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Влияние пробиотика «Яросил» на активность пищеварительных ферментов в кишечнике цыплят

Таблица 3 – Влияние пробиотика «Яросил» на активность пептидаз и гликозидаз химуса и слизистой оболочки кишечника цыплят кросса Ломан Браун, возраст 2 месяца

Активность ферментов, мкмоль/(г·мин)	Локализация ферментов	Концентрация пробиотика «Яросил», мл/кг		
		0 (контроль)	0,2	0,6
Пептидазы	Химус	9,11±0,29	9,19±0,10	8,04±0,08*
	Слизистая оболочка	6,25±0,45	6,65±0,03	4,77±0,24*
Амилолитическая	Химус	171,3±23,48	206,7±33,10	254,7±45,42
	Слизистая оболочка	216,0±26,94	188,3±16,36	215,0±22,52
Мальтаза	Слизистая оболочка	110,7±8,05	96,71±10,96	85,67±2,11*

Примечание: при сравнении с контрольной группой * – $P < 0,05$.

в слизистой оболочке у птиц всех исследованных групп. Активность мальтазы в слизистой оболочке кишечника была ниже на 23% у цыплят, получавших пробиотик в концентрации 0,6 мл/кг живого веса, по сравнению с контролем. Сила влияния фактора равна 70%.

Определение кинетических характеристик мальтазы показало, что значения максимальной скорости реакции (V_{max}) во всех случаях соответствовали изменениям уровня активности фермента (табл. 4). Значения константы Михаэлиса (K_m), отражающей сродство фермента к субстрату, у

Таблица 4 – Влияние пробиотика «Яросил» на кинетические характеристики мальтазы в слизистой оболочке кишечника цыплят

Кросс цыплят, возраст	Показатель	Концентрация пробиотика «Яросил», мл/кг		
		0 (контроль)	0,2	0,6
Росс 308, 35 суток	K_m , ммоль/л	12,85±2,18	13,73±3,96	17,61±1,87
	V_{max} , мкмоль/(г·мин)	212,2±19,9	203,5±14,3	240,1±27,5
Ломан Браун, 1 месяц	K_m , ммоль/л	25,35±0,36	17,19±0,15***	15,75±0,23***
	V_{max} , мкмоль/(г·мин)	90,08±1,81	62,92±0,62***	72,61±0,87***
Ломан Браун, 2 месяца	K_m , ммоль/л	12,80±0,29	11,42±0,45*	13,89±0,17*
	V_{max} , мкмоль/(г·мин)	157,5±3,29	131,9±0,86***	112,2±1,44***

Примечание: при сравнении с контрольной группой * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

цыплят-бройлеров опытных групп не отличались от таковых в контроле. У одномесячных цыплят кросса Ломан Браун значения K_m были на 32 и 38% ниже в присутствии пробиотика в дозе 0,2 и 0,6 мл/кг по сравнению с контролем. У двухмесячных цыплят снижение K_m на 11% было отмечено лишь при меньшей дозе пробиотика. Последнее свидетельствует об адаптационном увеличении сродства ферментов к субстрату (о чём можно судить по снижению K_m) при включении «Яросила» в питьевую воду у цыплят кросса Ломан Браун. Сила эффекта составила 45–57% у одномесячных и 98% – у двухмесячных цыплят.

Выводы. Установлены разнонаправленные изменения активности пищеварительных ферментов тонкой кишки цыплят-бройлеров кросса Росс 308 и цыплят кросса Ломан Браун, получавших с

питьевой водой пробиотический препарат «Яросил» в количестве 0,2 мл/кг и 0,6 мл/кг живой массы. Повышение амилолитической активности в слизистой оболочке кишечника цыплят-бройлеров и цыплят кросса Ломан Браун увеличивает скорость начальных этапов ассимиляции углеводных компонентов корма и способствует более быстрому их перевариванию. В то же время снижение активности пептидаз и мальтазы может замедлять скорость гидролиза пептидов и дисахаридов в тонкой кишке цыплят. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сила и направленность влияния пробиотиков на активность пептидаз и гликозидаз в кишечнике цыплят зависит от дозы пробиотика, локализации ферментов (химус или слизистая оболочка), а также возраста и кросса птиц.

Список источников

1. Свистунов, А. А. Использование пребиотических и жирowych добавок в кормлении цыплят-бройлеров : специальность 06.02.08 – «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Свистунов Андрей Анатольевич ; Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – Краснодар, 2014. – 24 с. – Текст : непосредственный.
2. Казаков, А. С. Использование ферментно-пробиотического комплекса при выращивании цыплят-бройлеров специальность : 06.02.08 – «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Казаков Андрей Сергеевич ; Донской государственный аграрный университет. – п. Персиановский, 2017. – 22 с. – Текст : непосредственный.
3. Giacobbo, F. C. N. Influence of Enzyme Supplementation in the Diets of Broiler Chickens Formulated with Different Corn Hybrids Dried at Various Temperatures / F. C. N. Giacobbo, C. Eyng, R. V. Nunes [et al.]. – Text : unmediated // *Animals*. – 2021. – № 11 (3). – P. 643. – DOI:10.3390/ani11030643.
4. Taha, A. E. Effects of supplementing broiler diets with coriander seed powder on growth performance, blood haematology, ileum microflora and economic efficiency / A. E. Taha, S. S. Hassan, R. S. Shewita [et al.]. – Text : unmediated // *Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2019. – № 103 (2). – P. 1474–1483. – DOI:10.1111/jpn.13165.
5. Soomro, R. N. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails / R. N. Soomro, M. E. A. El-Hack, S. S. Shah [et al.]. – Text : unmediated // *Animal Science Journal*. – 2019. – № 90 (10). – P. 1388–1395. – DOI: 10.1111/asj.13290.
6. Филинская, О. В. Физико-химические свойства мяса цыплят-бройлеров при использовании пробиотика «Яросил» / О. В. Филинская, Е. Г. Скворцова, А. С. Бушкарёва, А. В. Коновалов. – Текст : непосредственный // *Вестник АПК Верхневолжья*. – 2021. – № 4 (56). – С. 52–56. – ISSN 1998-1635.
7. Abou-Kassem, D. E. Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (*Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum*) / D. E. Abou-Kassem, M. F. Elsadek, A. E. Abdel-Moneim [et al.]. – Text : unmediated // *Poultry Science*. – 2021. – Vol. 100, Is. 1. – P. 84–93. – DOI: 10.1016/j.psj.2020.04.019.
8. Уголев, А. М. Исследование пищеварительного аппарата у человека. Обзор современных методов / А. М. Уголев, Н. М. Иезуитова, Ц. Г. Масевич [и др.]. – Ленинград : Наука, 1969. – 216 с. – Текст : непосредственный.
9. Kuz'mina, V. V. Influence of sapropel on the activity of intestinal peptidases of broiler chickens / V. V. Kuz'mina, E. G. Skvortsova, E. A. Pivovarova [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. – 2021. – № 46 (1). – P. 67–74. – ISSN 2087-8273.

References

1. Svistunov, A. A. Ispol'zovanie prebioticheskikh i zhirovykh dobavok v kormlenii cypljat-brojlerov : special'nost' 06.02.08 – «Kormoproizvodstvo, kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i tehnologija kormov» : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozjajstvennykh nauk / Svistunov Andrej Anatol'evich ; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina. – Krasnodar, 2014. – 24 s. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Kazakov, A. S. Ispol'zovanie fermentno-probioticheskogo kompleksa pri vyrashhivanii cypljat-brojlerov special'nost' : 06.02.08 – «Kormoproizvodstvo, kormlenie sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh i tehnologija kormov» : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozjajstvennykh nauk / Kazakov Andrej Sergeevich ; Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – p. Persianovskij, 2017. – 22 s. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Giacobbo, F. C. N. Influence of Enzyme Supplementation in the Diets of Broiler Chickens Formulated with Different Corn Hybrids Dried at Various Temperatures / F. C. N. Giacobbo, C. Eyng, R. V. Nunes [et al.]. – Text : unmediated // *Animals*. – 2021. – № 11 (3). – P. 643. – DOI:10.3390/ani11030643.
4. Taha, A. E. Effects of supplementing broiler diets with coriander seed powder on growth performance, blood haematology, ileum microflora and economic efficiency / A. E. Taha, S. S. Hassan, R. S. Shewita [et al.]. – Text : unmediated // *Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2019. – № 103 (2). – P. 1474–1483. – DOI:10.1111/jpn.13165.
5. Soomro, R. N. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails / R. N. Soomro, M. E. A. El-Hack, S. S. Shah [et al.]. – Text : unmediated // *Animal Science Journal*. – 2019. – № 90 (10). – P. 1388–1395. – DOI: 10.1111/asj.13290.

6. Filinskaya, O. V. Fiziko-himicheskie svojstva mjasa cypljat-brojlerov pri ispol'zovanii probiotika «Jarosil» / O. V. Filinskaya, E. G. Skvortsova, A. S. Bushkareva, A. V. Konovalov. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2021. – № 4 (56). – S. 52–56. – ISSN 1998-1635.

7. Abou-Kassem, D. E. Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (*Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum*) / D. E. Abou-Kassem, M. F. Elsadek, A. E. Abdel-Moneim [et al.]. – Text : unmediated // Poultry Science. – 2021. – Vol. 100, Is. 1. – P. 84–93. – DOI: 10.1016/j.psj.2020.04.019.

8. Ugolev, A. M. Issledovanie pishhevaritel'nogo apparata u cheloveka. Obzor sovremennyh metodov / A. M. Ugolev, N. M. Iezuitova, Ts. G. Masevich [i dr.]. – Leningrad : Nauka, 1969. – 216 s. – Tekst : neposredstvennyj.

9. Kuz'mina, V. V. Influence of sapropel on the activity of intestinal peptidases of broiler chickens / V. V. Kuz'mina, E. G. Skvortsova, E. A. Pivovarova [et al.]. – Text : unmediated // Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. – 2021. – № 46 (1). – P. 67–74. – ISSN 2087-8273.

Сведения об авторах

Ирина Леонидовна Голованова – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории экологии рыб, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук, spin-код: 8866-5910.

Андрей Андреевич Филиппов – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук, spin-код: 3553-4060.

Екатерина Алексеевна Куливацкая – младший научный сотрудник лаборатории экологии рыб, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук, spin-код: 6465-1995.

Елена Гамеровна Скворцова – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 5512-9557.

Information about the authors

Irina L. Golovanova – Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer, Chief Research Officer of Laboratory of Fish Ecology, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, spin-code: 8866-5910.

Andrey A. Filippov – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer of Laboratory of Fish Ecology, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, spin-code: 3553-4060.

Ekaterina A. Kulivatskaya – Research Assistant at the Laboratory of Fish Ecology, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, spin-code: 6465-1995.

Elena G. Skvortsova – Candidate of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 5512-9557.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.