

3 Сидорович, М. М. Мониторинг воздействия факторов среды на рост и онтогенетическую координацию роста органов проростка пшеницы озимой методом фитотестирования / М. М. Сидорович, О. П. Кундельчук // Труды Белорусского государственного университета. – 2016. – Т. 11, часть 1. – С. 170–178.

4 Agathokleous, E. Does the root to shoot ratio show a hormetic response to stress? An ecological and environmental perspective/ E. Agathokleous, R. G. Belz, M. Kitao, T. Koike, E. J. Calabrese // Journal of Forestry Research. – 2019. – Vol. 30. – P. 1569–1580. DOI: 10.1007/s11676-018-0863-7

A. G. Kosmacheva

ASSESSMENT OF THE GROWTH COORDINATION INDICATORS OF WHEAT AND RADISH UNDER THE INFLUENCE OF AMPICILLIN AND TYLOSIN

Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs,
Vladimir, Russia,
hijadelaluna@mail.ru

Abstract. As a result of the study of the effect of ampicillin and tylosin solutions on the growth coordination indicators of wheat (*Triticum aestivum* L.) and radish (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*), the ability of antibiotics to change the ratio of root length to the shoot length of plants, most pronounced for tylosin.

Keywords: antibiotics, wheat, *Triticum aestivum* L., radish, *Raphanus sativus* L. var. *sativus*

УДК 639.3.09

С. И. ЛЕОНОВИЧ¹, Е. В. МАКСИМЬЮК², С. М. ДЕГТЯРИК², А. В. СИДОРЕНКО¹

ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ РОДА *AEROMONAS*, ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЯ РЫБ В РЫБОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹Институт микробиологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь,
a_sidarenka@mbio.bas-net.by

²РУП «Институт рыбного хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь

*В работе исследован видовой состав бактерий рода *Aeromonas*, вызывающих инфекционные заболевания рыб в рыбоводческих хозяйствах Республики Беларусь. Полученные данные могут быть использованы для корректировки методов идентификации патогенов рыб, относящихся к роду *Aeromonas*, и подбора комплекса мер для лечения и предотвращения заболевания.*

Ключевые слова: аквакультура, инфекционные заболевания рыб, патогены рыб, аэромонады

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, мировое потребление рыбы с 1990 г. возросло на 122 %. Объем продукции рыболовства и рыбоводства на 2018 г. в мире достиг 179 млн тонн, из которых 82 млн тонн были получены посредством аквакультуры [10]. Выращивание рыб в искусственных условиях является самым быстрорастущим

и экономически выгодным сектором производства продуктов питания [7]. На территории Республики Беларусь рыбоводством занимаются 16 прудовых хозяйств, 18 индустриальных комплексов, специализирующихся на ценных видах рыб, 512 приспособленных прудов, переданных в аренду. На аквакультуру приходится до 86 % от общего объема производства рыбы. К основным культивируемым пресноводным видам относится карп обыкновенный. Среди ценных видов рыб в республике выращиваются радужная форель и осетровые (71 % и 28 % соответственно), африканский сом (менее 1 %). По данным ГО «Белводхоз», размер выращенной продукции на 2020 г. составил для прудов всех типов – 8,9 тыс. тонн товарной рыбы, в садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения – 380 тонн [3].

Значительный ущерб рыбоводческим хозяйствам наносят инфекционные заболевания рыб бактериальной этиологии. В естественных водоемах воды малонаселены и нет условий для быстрого и легкого распространения инфекционного агента, в отличие от популяций аквакультуры, которые выращиваются в состоянии высокой плотности. Также в системах рыбоводческих хозяйств рыба испытывает больший стресс, чем в дикой природе, что снижает её иммунитет и делает более восприимчивой к болезням. Профилактика болезней рыб и борьба с ними имеют решающее значение для минимизации производственных потерь и повышения продуктивности аквакультуры [7].

В странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии к наиболее распространенным заболеваниям рыб относят геморрагическую септицемию и эритродерматит, возбудителями которых служат мезофильные грамотрицательные бактерии рода *Aeromonas* [2]. Заболевания характеризуются наличием поверхностных повреждений, локального кровоизлияния, язв, абсцессов, экзофтальма, вздутием живота, вызванного асцитом в брюшной полости, что приводит к высокой смертности, а также, при выживании рыбы, потере ею товарного вида [5]. С начала XXI века по настоящее время в рыбоводческих хозяйствах и естественных водоемах Беларуси, считалось, что наиболее распространенным патогеном среди аэромонад является *Aeromonas hydrophila*. Свыше 70% грамотрицательных палочек, выделенных от инфицированных рыб, по морфологическим и биохимическим признакам относили к данному виду [1], и руководствовались этим при постановке диагноза и подборе комплекса мер для лечения и профилактики заболевания.

Стоит отметить, что идентификация большинства видов бактерий, в том числе аэромонад, основанная исключительно на фенотипических признаках, очень затруднительна. Это обусловлено высокой степенью изменчивости микроорганизмов, что выражается в сходстве физиолого-биохимических свойств у представителей разных видов и одновременно внутривидовой вариабельности признаков. Так, представители одного вида могут отличаться по способности утилизировать питательные субстраты, чувствительности к антибиотикам, вирулентности, антигенным свойствам и т. д. Одним из наиболее точных и надежных методов идентификации бактерий в настоящее время считается сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК.

Цель данной работы – провести молекулярно-генетическую идентификацию бактерий рода *Aeromonas*, вызывающих заболевания рыб в рыбоводческих хозяйствах Республики Беларусь, и определить видовой состав циркулирующих в них аэромонад.

Объектами исследования служили 39 штаммов аэромонад, предоставленных РУП «Институт рыбного хозяйства». Бактерии были выделены в период с февраля 2019 по январь 2022 года из различных органов рыб с признаками инфекционных заболеваний. Рыба была выловлена из рыбных хозяйств Минской, Брестской и Витебской областей, а также трех водохранилищ на территории Минской области. При первичной идентификации аэромонад с помощью набора биохимических микротестов для идентификации микроорганизмов сем. *Enterobacteriaceae* (API 20E kit), они были отнесены к виду *A. hydrophila*. Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК с использованием международных баз данных

GenBank [8] и EzBioCloud [6] показал, что спектр циркулирующих в водоемах Республики Беларусь аэромонад значительно шире. Основная часть исследуемых бактерий была отнесена к виду *Aeromonas veronii* (44,7 % от общего числа) (рисунок). В меньшем количестве, по 13,2 %, выявлены бактерии видов *Aeromonas salmonicida* и *Aeromonas sobria*. Еще 7,9 % аэромонад идентифицированы как *Aeromonas rivipollensis*. В единичном количестве представлены виды *A. hydrophila*, *A. finlandensis*, *A. jandaei*. Для пяти штаммов аэромонад молекулярно-генетическая идентификация была возможна только до рода.

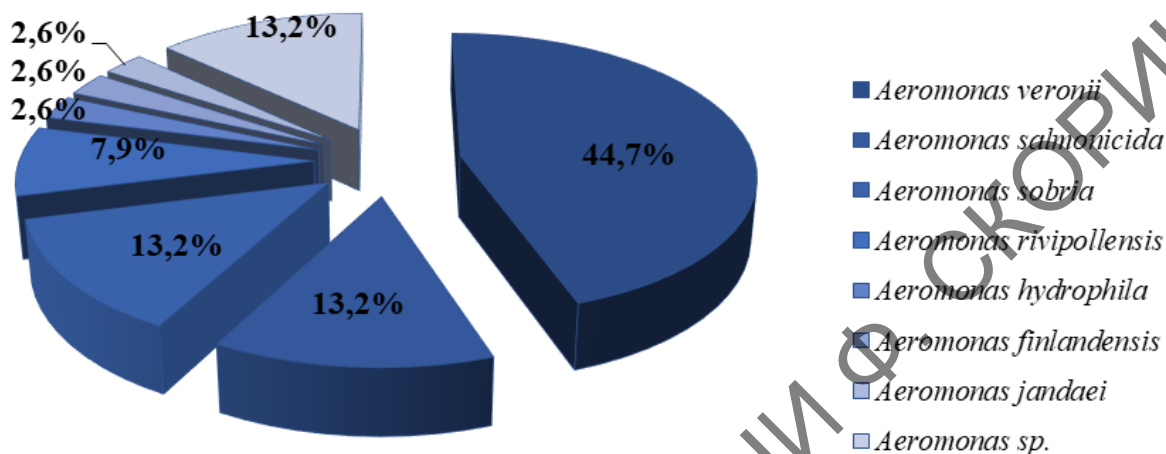


Рисунок – Распространение видов аэромонад, вызывающих заболевания рыб на территории Республики Беларусь

Таким образом, по данным молекулярно-генетического анализа, наиболее распространенным патогеном рыб на территории Республики Беларусь является *A. veronii*. Согласно сведениям литературы, бактерии *A. veronii* широко распространены в природе и обладают высокой приспособляемостью к неблагоприятным условиям окружающей среды [9]. В последние годы в мире были зафиксированы случаи крупномасштабных вспышек данного патогена, вызывающего инфекции пресноводных рыб, амфибий, птиц и сельскохозяйственных животных, приводящие к серьезным потерям в аквакультуре и угрожающие безопасности пищевых продуктов. Кроме того, *A. veronii* может вызывать инфекции у человека, особенно у пожилых людей и детей со слабым иммунитетом, являясь причиной сепсиса, гастроэнтерита и других заболеваний [4].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости ревизии традиционно используемых биохимических методов идентификации бактериальных патогенов рыб и более широкого внедрения в практику молекулярно-генетических методов диагностики, основанных на секвенировании или целевой амплификации определенных генетических локусов.

Секвенированные нуклеотидные последовательности генов 16S рРНК бактерий рода *Aeromonas* депонированы в международную базу данных GenBank (номера доступа ОК662588, ОК662664, ОК662960, ОК662967, ОК668222, ОК668224, ОК668238, ОК668255, OL308080, OL308084, OL310705, OL310715, OL310861, OL310914, OM640028, OM640029, OM640030, OM640051, OM640064, OM666555, OM666622, OM666624, OM666625, OM666626, OM666627, OM666631, OM667396, OM669540, OM669541, OM669544, OM669698).

Работа выполнена в рамках государственной программы «Научно-технологические технологии и техника» на 2021-2025 гг., подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии», мероприятия 65.

Список литературы

1 Максимьюк, Е. В. Встречаемость этиологических агентов бактериальных болезней рыб в рыбоводных организациях Беларуси / Е. В. Максимьюк // Молодежь в науке-2016 : сб. матер. Междунар. конф. молодых ученых, г. Минск, 22–25 ноября 2016 г. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 333–337.

2 Молнар, К. Практическое руководство по заболеваниям тепловодных рыб в Центральной и Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии. Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре № . 1182 / К. Молнар, Ч. И. Секели, М. Ланг. – Анкара, 2020. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca4730ru>. – Дата доступа: 28.04.2022.

3 Экономика Беларуси. Рыбный мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belarus-economy.by/printv/ru/science-ru/view/rybnyj-mir-977>. – Дата доступа: 28.04.2022.

4 *Aeromonas veronii* infection in commercial freshwater fish: a potential threat to public health / T. Li (et al.) // *Animals*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1–11.

5 Austin, B. Bacterial Fish Pathogens. Disease of Farmed and Wild Fish / B. Austin, D. A. Austin. – 6th ed. – Switzerland: Springer International Publishing, 2016. – 732 p.

6 EzBioCloud. net [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ezbiocloud.net/>. – Дата доступа: 28.04.2022.

7 Fish disease under the microscope [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.worldfishcenter.org/pages/fish-disease/>. – Date of access: 28.04.2022.

8 National Center for Biotechnology Information [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Дата доступа: 28.04.2022.

9 Parte, A. C. LPSN – List of prokaryotic names with standing in nomenclature / A. C. Parte // *Nucleic Acids Res.* – 2014. – Vol. 42. – P. 613–616.

10 The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 [Electronic resource]. – FAO: Rome, 2020. – Mode of access: <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>. – Date of access: 28.04.2022.

S. I. Leanovich¹, E. V. Maksimyyuk², S. M. Degtyarik², A. V. Sidarenka¹

IDENTIFICATION OF AEROMONADS CAUSING FISH DISEASES IN FISH FARMS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

¹ *Institute of Microbiology of the NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
a_sidarenka@mbio.bas-net.by*

² *Republican Daughter Unitary Enterprise «Fish Industry Institute»,
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The paper provides the analysis of species composition of Aeromonas causing infectious diseases of fish in fish farms in the Republic of Belarus. An estimate of the prevalence of Aeromonas species is given. The data received can be used to adjust the methods for detection of fish pathogens and to select a set of measures for the treatment and prevention of diseases.

Keywords: aquaculture, bacterial diseases of fish, bacterial fish pathogens, aeromonads.