

Заключение. Полученные данные указывают, что при пониженных температурах гидрогель снижает всхожесть и скорость развития проростков озимого рапса, однако при температурах 15°C и 20°C опытные варианты не уступают контрольному или даже превосходят его. Так добавление гидрогеля в концентрации 0,25‰ (вариант 4) энергия прорастания увеличивается с 57 до 67%, а всхожесть с 75 до 81,5%. Кроме того, анализ морфометрических показателей проростка показал, что при 15°C ни длина корешка, ни длина гипокотилия существенно не отличаются от контрольного. Таким образом, использование гидрогеля в низкой концентрации может повысить всхожесть рапса при сохранении темпов развития. Однако, положительный эффект от использования гидрогеля наблюдался только при достаточно высоких температурах. Тем не менее требуются дальнейшие исследования возможности применения гидрогеля в различных концентрациях при разных условиях.

Список цитируемых источников

1. Ключкова, О. С. Озимый и яровой рапс: рекомендации / О. С. Ключкова, О. Б. Соломко. — Горки : БГСХА, 2016. — 24 с.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. — Дата доступа: 16.04.2022.
3. Воскобойникова, Т. Г. Повышение плодородия почв в сухостепной зоне с помощью гидрогелей / Т. Г. Воскобойникова, А. А. Окоделова // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути их решения : сб. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов (г. Юрга, 27–28 ноября 2014 г.). — Томск : Изд-во Томского политехнического университета. — 2019. — С. 19–21.
4. Воскобойникова, Т. Г. Увеличение всхожести редиса с помощью гидрогеля на различных типах почв / Т. Г. Воскобойникова, А. А. Окоделова, Р. О. Манов // Научные ведомости БелГУ. — Сер. Естественные науки. — 2015. — № 9 (206). Выпуск 31 — С. 37–42.
5. Скуратович, Т. А. Закономерности изменений параметров водообмена и морфоструктуры ювенильных растений *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba* под влиянием абиотических воздействий : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук : 03.01.05 / Скуратович Татьяна Александровна ; Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси». — Минск, 2010. — 24 с.
6. Николаев, А. И. Прорастание семян древесных растений в субстратах с применением влагоудерживающих веществ / А. И. Николаев, Р. И. Иванова, Д. С. Шигапов // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. — 2016. — № 4. — С. 93–101.
7. Данилова, Т. Н. Водопоглощающие полимеры для управления водообеспеченностью сельскохозяйственных культур / Т. Н. Данилова.
8. Цепляев, А. Н. Сохранение плодородия почвы при использовании различных способов механизированного внесения тукоа-сыщенного гидрогеля / А. Н. Цепляев, В. В. Тимошенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2016. — № 1 (41). — С. 195–200.

УДК 597.551.4

Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *AMEIURUS*, ОБИТАЮЩИХ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Введение. Проблема биологических инвазий чужеродных видов является актуальной со второй половины XX века и стала ключевой в исследованиях экосистем всего мира. Часто именно хозяйственная деятельность человека по трансформации природных экосистем, в том числе и водных, приводит к росту случаев расширения видами своих естественных ареалов. Известно, что саморасселение или интродукция чужеродного вида в районы, где он ранее не встречался, часто порождает резкие перестройки в экосистеме водоема и снижение биологического разнообразия. В ряде случаев эффект от интродукции нового вида подобен экологическому стрессу для экосистемы [1–7].

Среди чужеродных видов рыб особое место занимают представители рода *Ameiurus*. Три вида сомов: американский (коричневый) сомик *Ameiurus nebulosus* (Le Sueur, 1819), американский черный сомик *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) и американский (желтый) сомик *Ameiurus natalis* (Le Sueur, 1819) были завезены в Европу [8, 9]. При этом *A. natalis* был завезен в 1906 г. и образовал самостоятельные популяции только в Италии, а два других вида широко расселились по всему континенту [10, 11].

A. melas широко распространен в Европе. Впервые вне нативного ареала обнаружен в 1871 г. в Европе во Франции в 1871 г. [12]. Значительно позже, уже в 1904 году его нашли в Италии [13], в Нидерландах в 1936 г. а также в Польше в 1953 г. [14]. В Украине был впервые зарегистрирован в 2004 г. только в реке Тиса, Закарпатье [15]. До настоящего времени на территории Беларуси зарегистрирован не был.

Историческим ареалом обитания *A. nebulosus* являются пресные воды Северной Америки от области Великих Озер до Флориды [15]. В 1871 г. о нем впервые сообщили во Франции [16], а затем в 1885 г. был завезен в Германию как декоративная рыба [17]. Сейчас американский коричневый сомик встречается в пресных водах многих европейских стран [18]. В Беларуси он распространился с 1935 г. (завезен из Германии в пределы западных областей БССР) [19]. В середине 50-х годов XX в. встречался исключительно в озерах и прудах Брестской области [20]. В настоящее время встречается практически во всех районах юго-запада Беларуси [21].

В своей работе Ю.В. Мовчан (2014 г.) установил внешние морфологические различия между *A. melas* и *A. nebulosus*, привел современные границы распространения этих рыб в водоёмах Закарпатья [22]. Поскольку оценка морфологических признаков рыб рода *Ameiurus* неоднозначна, использование фенотипического анализа в качестве основного метода идентификации видов и гибридных образцов приводит к довольно высокой вероятности ошибки и неопределенности [11]. Более надежная видовая идентификация возможна с помощью молекулярно-генетических методов. В Беларуси рыбы рода *Ameiurus*, на основании морфологических признаков отнесены к виду *A. nebulosus* [23]. Цель наших исследований — **уточнение видовой принадлежности рыб рода *Ameiurus*, обитающих в водоёмах Беларуси с использованием молекулярно-генетических методов.**

Материалы и методы исследования. В работе использовали собственный ихтиологический материал, собранный в 2020-2021 гг. на территории Беларуси в бассейнах рек Припять, Неман, Западный Буг.

Образец ткани от каждой отловленной особи помещали в отдельную пробирку и хранили в 96% спирте при температуре -20°C . ДНК выделяли с помощью набора «Нуклеосорб» комплектации С (Праймтех, Беларусь). Для получения целевых фрагментов гена COI использовали пару универсальных праймеров FF2d (5'-TTCTCCACCAACCACAARGAYATYGG-3'); FR1d (5'-CACCTCAGGGTGTCCGAARAAYCARAA-3') [24]. Реакционная смесь для ПЦР содержала в 25 мкл: 200 мкМ dNTP, 0,5 мМ каждого праймера, 2,0 мМ MgCl_2 , 1xPfu Buffer, 1U Pfu-полимеразы, 0,5 мкг ДНК-матрицы. Программа для амплификации: начальная денатурация 2 мин — 94° ; 35 циклов денатурации в течении 30 с — 94° , отжиг 40 с — 52° , элонгация 1 мин — 72° ; финальная стадия элонгации в течении 10 мин при 72° .

Секвенирование провели в ЦКП «Геном» ГНУ Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» на 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems), с применением BigDye Terminator v 3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems). Кроме собственных нуклеотидных последовательностей использовали последовательности гена COI, представленные в международной базе данных GenBank (табл. 1).

Первичный анализ результатов секвенирования, редактирование и выравнивание последовательностей проводили в пакетах программ MEGAX. Для выравнивания последовательностей применяли алгоритм Muscle, с назначением штрафа за вставку пробелов -400 . Филогенетическое дерево было построено при помощи метода максимального правдоподобия (ML), модель Tamura-3. Надежность ветвления филогенетического дерева была определена при помощи бутстреп-анализа с учетом 1000 псевдореplik. Парсимониальные сети гаплотипов строили в программе PopArt.

Т а б л и ц а — 1 Проанализированные в работе последовательности гена COI видов рода *Ameiurus*

База данных	Номер	Место сбора
Наши данные	01-11, 02-11, 03-11, 04-11, 05-11, 06-11, 07-11, 08-11	оз. Олтушское, Малоритский район, Беларусь
	25-11, 26-11, 27-11, 28-11, 29-11, 30-11, 31-11, 32-11	оз. Ореховское, Малоритский район, Беларусь
	61-11, 62-11, 63-11, 64-11, 65-11, 66-11, 67-11, 68-11	пруд Карпин, Малоритский район, Беларусь
	89-11, 92-11	оз. Каташи, Кобринский район, Беларусь
	93-11, 94-11, 95-11, 96-11	оз. Верхолесье, Кобринский район, Беларусь
	97-11, 98-11, 99-11, 100-11	мелиоративный канал д. Каташи, Кобринский район, Беларусь
	49,50,51,52	р. Мухавец, Жабинковский район, Беларусь
	53,54	оз. Головчицкое, Дрогичинский район, Беларусь
	55, 56, 57, 58	ДБК, д. Селище, Дрогичинский район, Беларусь
	59, 60, 61, 62, 63	оз. Светиловское, г. Барановичи, Беларусь
	82, 83, 1, 2	оз. Жлобинское, г. Барановичи, Беларусь
	68, 69, 70	водоем агр. Новый двор, Щучинский район, Беларусь

Окончание таблицы 1

База данных	Номер	Место сбора
<i>Ameiurus nebulosus</i>		
GenBank	KX145196.1, KX145343.1	Канада
	MT456141.1, JX517026.1	США
	KJ552541.1, KJ552549.1	Польша
	MK439913.1, MK439917.1	Чехия
	KX909515.1, KX909527.1	Венгрия
<i>Ameiurus melas</i>		
GenBank	KY231844.1	Испания
	KX909441.1, KX909451.1, KX909456.1, KX909462.1	Венгрия
	MK439913.1	Чехия
	KX144985.1,	Канада
	KJ552737.1, KJ552642.1	Италия
	JN024747.1	США
<i>Ameiurus natalis</i>		
GenBank	MT455625.1, MT455558.1, MT455370.1, MT455077.1, MT455058.1	США
	KX145573.1, KX145424.1, EU523908.1, EU524421.1, EU524422.1	Канада

Примечание: нумерация собственных образцов приведена согласно базе данных генетических образцов сомика американского лаборатории ихтиологии, еще не выгруженных в BOLD.

Результаты и их обсуждение. Филогенетическое дерево построено с использованием доступных образцов представителей рода *Ameiurus* (56 получены авторами статьи (Беларусь) и 30 последовательностей гена COI, имеющиеся в международной базе данных GenBank) с длиной 708 п.н. Эти же образцы были использованы для построения медианной сети (рисунок 1).

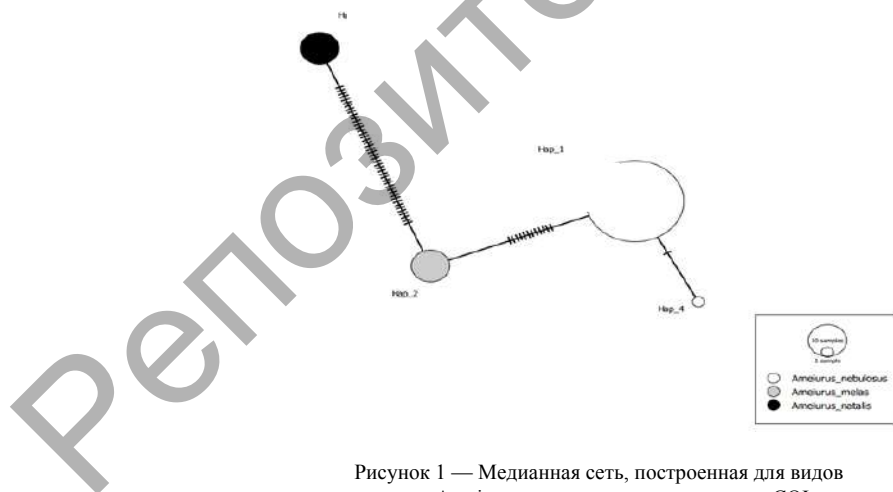


Рисунок 1 — Медианная сеть, построенная для видов рода *Ameiurus* на основании анализа гена COI

Результаты анализа структуры филогенетического дерева (рисунок 2), также как и медианной сети, свидетельствуют о том, что все проанализированные последовательности образуют три четких кластера, соответствующие отдельным видам: *Ameiurus nebulosus* (бутстреп поддержка 99), *Ameiurus melas* (бутстреп поддержка 89), и *Ameiurus natalis* (бутстреп поддержка 99). Образцы, отловленные на территории Беларуси и расшифрованные в ходе выполнения данной работы, относятся к виду *A. nebulosus* и образуют единый кластер с образцами из Польши, Венгрии, Канады и США. Один образец, полученный нами, отделяется одной заменой, вероятнее всего является гибридом и требует более детального исследования в следующих работах.

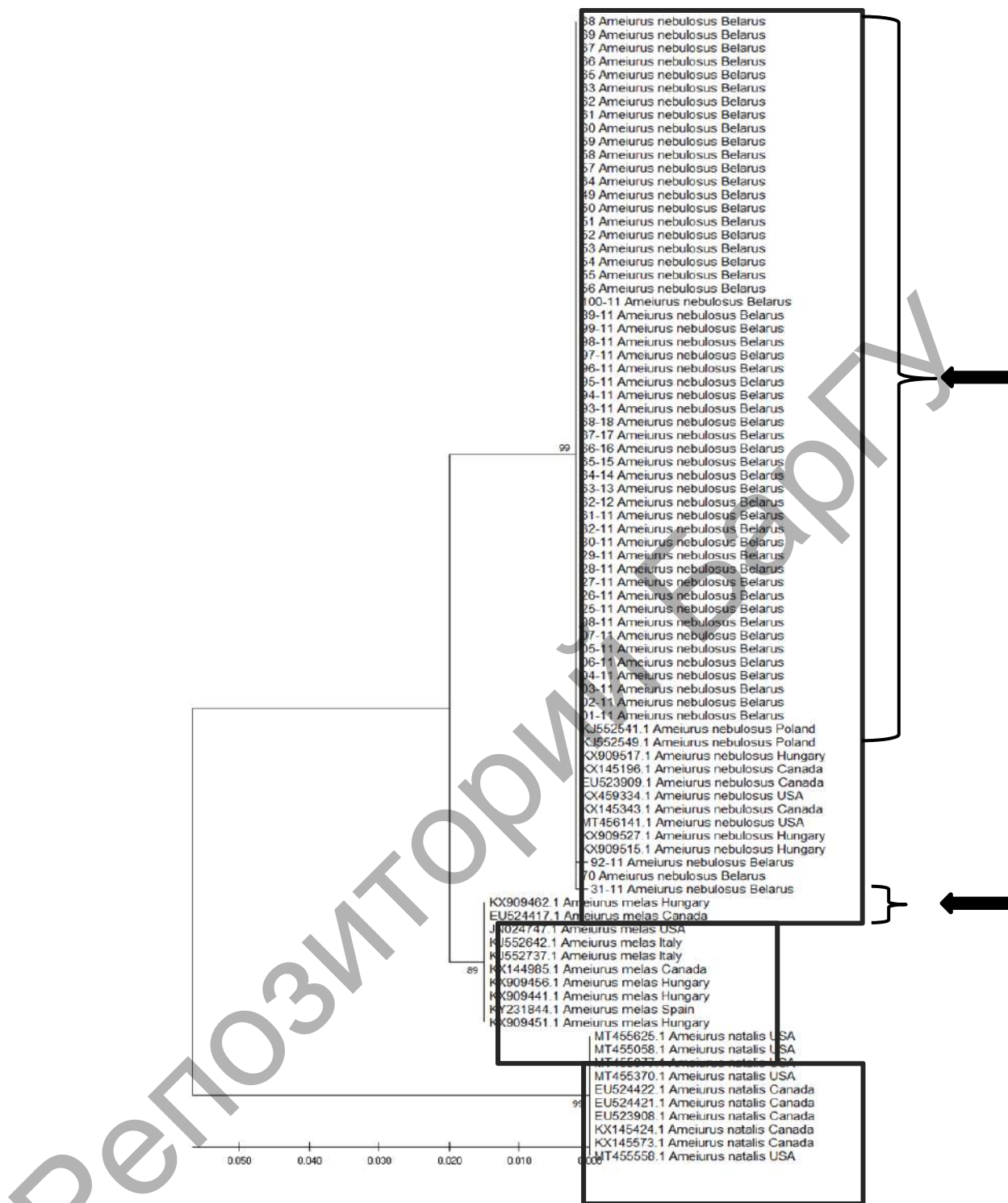


Рисунок 2 — Филогенетическое дерево видов рода *Ameiurus*, построенное методом максимального правдоподобия (ML) по модели Tamura-3 для гена COI (стрелками отмечены образцы, полученные в ходе данной работы). В рамки объединены отдельные виды

Заключение. На основании молекулярно-генетического анализа комплекса видов рода *Ameiurus* по гену COI установлена видовая принадлежность рыб, обитающих в водоемах Беларуси. Показано, что несмотря на обнаружение американского (черного) сомика в соседних странах (Украина, Польша), на территории нашей страны распространен единственный вид этого рода – американский (коричневый) сомик (*Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819)).

Список цитируемых источников

1. Элтон, Ч. Экология нашествий животных и растений / Ч. Элтон // М. : Иностранная литература, 1960. — 232 с.
2. Дгебуадзе, Ю. Ю. Экология инвазий и популяционных контактов животных: общие подходы / Ю. Ю. Дгебуадзе // Виды-вселенцы в Европейских морях России / Ред. Г. Г. Матишов. — Апатиты : КНЦ РАН, 2000. — С. 35—50.
3. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю. В. Слынико [и др.] // Рос. журн. биол. инвазий. — 2010. — Т. 1 (2). — С. 119—126.
4. Odum, E. P. Trends expected in stressed ecosystems / E. P. Odum // BioScience. — 1985. — V. 35. — № 7. — P. 419—422.
5. Williamson, M. W. Biological invasions / M. W. Williamson. — L. : Chapman and Hall, 1996. — 400 p.
6. Inderjit. The ecology of biological invasions: past, present and future / Inderjit [et al.] // Invasive plants: ecological and agricultural aspects / Ed. Inderjit. Basel: Birkhäuser Verlag, 2005. — P. 19—43.
7. Investigation of invasions of alien species, which are the greatest danger for ecosystems in the European part of Russia: pathways, vectors, biological features and methods of control / Yu.Yu. Dgebuadze [et al.] // Invasion of alien species in Holarctic: book of abstracts. V Intern. Symp. Uglich–Borok, 25–30 sept., 2017 / Eds Yu.Yu. Dgebuadze, L. I. Tereshchenko, A. V. Krylov. — Yaroslavl : Филлигрань, 2017. — P. 27.
8. Carlander, K. D. Life history data on centrarchid fishes of the United States and Canada / K. D. Carlander // Handbook of freshwater fishery biology. 1st Ed. Iowa State University Press, Ames. — 1977. — Vol. 2. — 431 pp.
9. Walter, R. P. Rapid genetic identification of brown bullhead (*Ameiurus nebulosus*), black bullhead (*Ameiurus melas*) and their hybrids / R. P. Walter [et al.] // Conservation Genetics Resources. — 2014. — V. 6. — P. 507—509.
10. Wilhelm, S. A Berettyós Érfolyók fekete törpeharcsa (*Ictalurus melas*, Rafinesque, 1820) állományának biometriai vizsgálata / S. Wilhelm // Múzeumi Füzetek Kolozsvár. — 1999. — V. 7. — P. 131—134.
11. *Ameiurus melas* (black bullhead): morphological characteristics of new introduced species and its comparison with *Ameiurus nebulosus* (brown bullhead) / J. Rutkayová [et al.] // Reviews in Fish Biology and Fisheries. — 2013. — Vol. 23. — P. 51—68.
12. Boët, P. Le poisson-chat *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) / P. Boët // Atlas des poissons d'eau douce de France. Eds P. Keith, J. Allardi. — Paris : Patrimoines naturels, MNHN. — 2001. — 47. — P. 222—223.
13. Tortonese, E. Osteichthyes (Pesti Ossei) / E. Tortonese // Fauna Ittica. — 1970. — 10. — 565 p.
14. First record of the black bullhead *Ameiurus melas* (Teleostei:Ictaluridae) in Poland / M. Nowak [et al.] // J. Fish Biol. — 2010. — 76. — P. 1529—1532.
15. Príspevok k poznaniu rýb tokov Zakarpatskej oblasti Ukrajiny / J. Koščo [et al.] // Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis (Prirodne vědy). — 2004. — 40. — P. 138—152.
16. Occurrence of *Ameiurus nebulosus* (Brown Bullhead) in Texas / Cody A. Craig [et al.] // Southeastern Naturalist. 14 (2). — 2015. — P. 35—37.
17. Vivier, P. Poissons et crustacés d'eau douce acclimatés en France en eaux libres depuis le début du siècle / P. Vivier // Terre Vie. — 1951. — 98. — P. 57—82.
18. Non-native freshwater fishes in Poland: an overview / M. Nowak [et al.] // *ACL Bioflux* 1(2). — 2008. — P. 173—191.
19. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. — Минск : Наука и техника, 1965. — С. 339—344.
20. Макушок, М. Е. Карликовый сомик, его хозяйственное значение и биологические особенности / М. Е. Макушок. — Минск : Академия наук БССР, 1951. — 64 с.
21. Охременко, Ю. И. Сведения о распространении инвазивного вида рыб американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси / Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окр. среды ; редкол. : А. Е. Караевский (гл. ред.), Г. Г. Юхневич, И. М. Колесник. — Гродно : ГрГУ, 2021. — С. 43-44.
22. Fishes of the genus *Ameiurus* (Ictaluridae, Siluriformes) in the transcarpathian water bodies / Y. V. Movchan [et al.] // *Vestnik zoologii*. — 2014, 48(2). — P. 149—156.
23. Охременко, Ю. И. Морфометрические показатели американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах юго-запада Беларуси / Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко // Природные ресурсы. — 2022. — (1). — С. 87—92.
24. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding / N. V. Ivanova [et al.] // *Molecular Ecology Notes*. — 2007. — 7(4). — P. 544—548.

УДК 634.74

А. В. Петрань

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ *LoníCera caeruléa* В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Введение. Введение в культуру жимолости синей (*LoníCera caeruléa*) является несомненным достижением садоводства XX века. Ценность жимолости определяется высокой зимостойкостью, устойчивостью цветков к весенним заморозкам, ежегодным плодоношением, очень ранним созреванием ягод с богатым биохимическим составом, неприхотливостью к условиям произрастания [1-7].

Основная часть. Жимолость — неприхотливая ягодная культура. Она уже себя зарекомендовала и продолжает завоевывать популярность как в любительском, так и промышленном садоводстве зарубежья. Основным достоинством жимолости специалисты называют раннее созревание ягод — на 7–10 дней раньше земляники. Несмотря на то, что жимолость происходит из северных регионов и имеет высокую зимостойкость, жимолость хорошо показала себя не только в северных регионах, но и в более южных, например, в Польше и Германии. Сорты жимолости обладают адаптивностью к абиотическим и биотическим факторам среды. Сорты, выведенные на основе дальневосточных видов (жимолость Турчанинова, Камчатская съедобная) характеризуются очень ранним созреванием, крупными, сладкими плодами. Жимолость отличается богатым биохимическим составом плодов и высокой антиоксидантной активностью, что делает данную культуру высокоценной [1—7].