



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЭКОЛОГИЯ

JOURNAL
OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

ECOLOGY

Издается с сентября 2017 г.
(до 2017 г. – «Экологический вестник»)
Выходит 1 раз в квартал

2

2023

МИНСК
БГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Главный редактор** **МАСКЕВИЧ С. А.** – доктор физико-математических наук, профессор; директор Международного государственного экологического института им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: direktor@iseu.by
- Заместитель главного редактора** **ГЕРМЕНЧУК М. Г.** – кандидат технических наук, доцент; заместитель директора по научной работе Международного государственного экологического института им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: germenchuk@iseu.by
- Ответственный секретарь** **ЛОЗИНСКАЯ О. В.** – старший преподаватель кафедры общей биологии и генетики Международного государственного экологического института им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: aromia@rambler.ru
- Батян А. Н.* Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Головатый С. Е.* Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Голубев А. П.* Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Гричик В. В.* Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Дардынская И. В.* Центр всемирного здоровья «Великие озера», Чикаго, США.
- Дзятковская Е. Н.* Институт стратегии развития образования Российской академии образования, Москва, Россия.
- Дроздович В. В.* Национальный институт рака, США, Бетесда.
- Зафранская М. М.* Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Кильчевский А. В.* Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь.
- Коноплев А. В.* Институт радиоактивности окружающей среды университета г. Фукусима, Япония.
- Коровин Ю. А.* Обнинский институт атомной энергетики – Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Обнинск, Россия.
- Ленгфельдер Э.* Радиологический институт здоровья и окружающей среды им. Отто Хуга, Мюнхен, Германия.
- Либератос Г.* Афинский технический университет, Афины, Греция.
- Линге И. И.* Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, Москва, Россия.
- Лукашенко С. Н.* Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия.
- Логинов В. Ф.* Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь.
- Медведев С. В.* ГНУ «Объединенный институт проблем информатики» Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь.
- Набиев И. Р.* Реймский университет, Франция, Реймс.
- Степанов С. А.* Международный независимый эколого-политологический университет, Москва, Россия.
- Стожаров А. Н.* Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь.
- Тарутин И. Г.* ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова», Минск, Беларусь.

УДК 595.752.2(476)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЕ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ АРНИДОИДЕА, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЧЕРНУЮ КНИГУ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ БЕЛАРУСИ

Д. Г. ЖОРОВ¹⁾, М. М. ВОРОБЬЁВА²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾Полесский государственный университет,
ул. Днепровской флотилии, 23, 225710 г. Пинск, Беларусь

В исследовании представлена информация о географических и биоэкологических особенностях 10 инвазивных видов тлей – вредителей декоративных, плодово-ягодных и сельскохозяйственных культур. Отмечено, что по трофической специализации большинство видов (*Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956, *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778), *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801), *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767), *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758), *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758)) относятся к числу высоко специализированных фитофагов. Преобладают филлобионтные виды (*Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *Ph. fagi*, *H. tataricae*, *C. ribis*), принадлежащие к дендробионтной фитобионтной группе (*P. spyrothecae*, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *Ph. fagi*), тогда как дендрохортобионты (*B. divaricatae*), дендротамнобионты (*Aphis spiraecola* Patch, 1914), тамнобионты (*H. tataricae*), хортобионты (*B. brassicae*), тамнохортобионты (*C. ribis*) и дендротамнохортобионты (*A. craccivora*) представлены единичными видами. Для большинства чужеродных инвазивных тлей (*A. craccivora*, *A. spiraecola*, *B. divaricatae*, *B. brassicae*, *D. platanoidis*, *P. juglandis*, *Ph. fagi*) характерен открытоживущий образ существования, обитание в открытых галлах характерно для 2 видов (*H. tataricae*, *C. ribis*), а 1 адвентивный вид инициирует формирование закрытых галлов (*P. spyrothecae*). Большинство видов тлей рецентной фауны Беларуси характеризуется способностью к инициированию деформаций различных частей растений, а для 3-х видов (*H. tataricae*, *C. ribis*, *P. spyrothecae*) характерно формирование открытых и закрытых галлов. На сегодняшний день нуклеотидные последовательности гена COI имеются для 10 чужеродных инвазивных видов тлей для территории Беларуси, среди которых *B. divaricatae*, *P. juglandis* и *D. platanoidis* уже расшифрованы и депонированы в Международную базу данных нуклеотидных последовательностей (BOLDSystems). В рамках настоящего исследования расшифрованы нуклеотидные последовательности гена COI 5 видов тлей рецентной фауны Беларуси из числа чужеродных инвазивных видов (*B. divaricatae*, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *A. spiraecola*, *A. craccivora*).

Ключевые слова: инвазивный вид; тли; фитофаги; нуклеотидная последовательность; ген COI; фауна.

Образец цитирования:

Жоров ДГ, Воробьёва ММ. Экологические особенности и ДНК-штрихкодирование чужеродных видов Aphidoidea, включенных в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2023;2:25–39.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2023-2-25-39>

For citation:

Zhorov DG, Varabyova MM. Ecological characteristics and DNA barcoding of alien aphidoidea species included in the Black book of invasive animal species of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2023;2:25–39. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2023-2-25-39>

Авторы:

Дмитрий Георгиевич Жоров – кандидат биологических наук, доцент; заместитель начальника Главного управления науки; начальник отдела аспирантуры и докторантуры.

Мария Михайловна Воробьёва – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры биотехнологии биотехнологического факультета.

Authors:

Dmitrii G. Zhorov, PhD (biology), docent; deputy head of the Main directorate of science; head of the postgraduate and doctoral studies department.

zhorovdg@bsu.by

Maryia M. Varabyova, PhD (biology), docent; associate professor at the department of biotechnology, faculty of biotechnology.
masch.89@mail.ru

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DNA BARCODING OF ALIEN APHIDOIDEA SPECIES INCLUDED IN THE BLACK BOOK OF INVASIVE ANIMAL SPECIES OF BELARUS

D. G. ZHOROV^a, M. M. VARABYOVA^b

^aBelarusian State University,

4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bPolessky State University, 23 Dniaproŭskay flacilii Street, Pinsk 225710, Belarus

Corresponding author: D. G. Zhorov (zhorovdg@bsu.by)

The paper provides information on geographical and bio-ecological features of 10 invasive aphid species, which are pests of ornamental, fruit and agricultural crops. It is marked that according to trophic specialization most species (*Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956, *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778), *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801), *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767), *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758), *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758)) belongs to the highly specialized phytophages. Phyllobiont species (*Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *Ph. fagi*, *H. tataricae*, *C. ribis*) predominate, belonging to the dendrobiont phytobiont group (*P. spyrothecae*, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *Ph. fagi*), whereas dendrochortobionts (*B. divaricatae*), dendrotamnobionts (*Aphis spiraecola* Patch, 1914), tamnobionts (*H. tataricae*), chortobionts (*B. brassicae*), tamnochortobionts (*C. ribis*) and dendrotamnochortobionts (*A. craccivora*) are represented by single species. Most alien invasive aphids (*A. cassivora*, *A. spiraecola*, *B. divaricatae*, *B. brassicae*, *D. platanoidis*, *P. juglandis*, *Ph. fagi*) are characterized by an open-living lifestyle, living in open galls is typical for 2 species (*H. tataricae*, *C. ribis*) and 1 adventive species initiates formation of closed galls (*P. spyrothecae*). Most species of aphids from the reentrant fauna of Belarus are noted to have the ability to initiate deformations of various plant parts, and 3 species (*H. tataricae*, *C. ribis*, *P. spyrothecae*) are characterized by the formation of open and closed galls. To date, the COI gene nucleotide sequences are available for 10 alien invasive aphid species for Belarus, including *B. divaricatae*, *P. juglandis*, and *D. platanoidis*, which have been decoded and deposited in the International Nucleotide Sequences Database (BOLDSystems). As part of this study, the nucleotide sequences of the COI gene of 5 aphid species of the recentral fauna of Belarus, among the alien invasive species (*B. divaricatae*, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *A. spiraecola*, *A. caccivora*) were decoded.

Keywords: invasive species; aphids; phytophagous; nucleotide sequence; COI gene; fauna.

Введение

Ограниченность таксономического и формового разнообразия древесно-кустарниковых растений аборигенной флоры Беларуси обусловила широкий размах интродукционных работ для мобилизации растительных ресурсов из других регионов планеты. В условиях нашей страны дендрологические испытания древесных растений-интродуцентов проводились в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и послужили основой для определения ассортимента древесных и кустарниковых растений, которые в настоящее время широко используется в озеленении городов и других населенных пунктов [1–4].

На сегодняшний день в условиях населенных пунктов Республики Беларусь декоративные зеленые насаждения общего и ограниченного пользования находятся преимущественно в неудовлетворительном, достаточно слабом состоянии, что обусловлено не только антропогенным загрязнением атмосферного воздуха и почвы, но и развитием на растениях различных вирусных заболеваний и микозов, а также повреждениями, инициированными вредными растительноядными членистоногими [5; 6]. Так как в ассортименте древесных и кустарниковых растений, использующихся в настоящее время в озеленении городов и других населенных пунктов Беларуси, широкое представительство имеют интродуценты, то создаются предпосылки для проникновения и натурализации связанных с ними чужеродных инвазивных видов-фитофагов, которые приводят к изменениям структурно-функционального состояния экосистем и выступают в качестве экономически значимых вредителей.

Проблема неконтролируемых биологических инвазий весьма актуальна в настоящее время как для территории Беларуси, так и сопредельных ей регионам [7]. В ряде стран мира созданы национальные и региональные «черные списки» и «черные книги» чужеродных инвазивных видов растений и животных. В Российской Федерации ввиду обширности территории и разнообразия природно-климатических условий регионов страны стали готовиться и издаваться региональные «черные книги» для отдельных субъектов федерации [8–10]. В Республике Беларусь первое издание «Черная книга инвазивных видов животных Беларуси» под научной редакцией член-корреспондента НАН Беларуси В. П. Семенченко вышло в свет в 2016 г., а статьи по отдельным инвазивным видам животных были также размещены на специализированном сайте <http://ias.by>. Второе издание «Черная книга инвазивных видов животных Беларуси»

под общей редакцией член-корреспондента НАН Беларуси В. П. Семенченко и профессора кафедры зоологии биологического факультета БГУ С. В. Буги вышло в свет в 2020 г. и было дополнено инвазивными видами – вредителями сельскохозяйственных культур, включая карантинные виды, а также инвазивными видами, наносящими социальный ущерб.

Поскольку чужеродные инвазивные виды обладают высокой пластичностью и скоростью размножения, то это позволяет им осуществлять экспансию на новые территории и в новые экосистемы, быстро увеличивать численность, подавлять или вытеснять аборигенные виды, а также наносить экономический, экологический и социальный ущерб. Возникает необходимость оценивать видовой состав и динамику численности вселившихся (или вселявшихся) на конкретную территорию видов, устанавливать ареал их распространения, особенности биологии и экологии, а также морфологический и генетический полиморфизм.

В настоящем исследовании описаны географические и биоэкологические особенности чужеродных инвазивных видов настоящих тлей фауны Беларуси, а также оценена представленность находящихся в открытом доступе в BOLDSystems нуклеотидных последовательностей гена COI этих видов и получены для них ДНК-штрихкоды.

Материалы и методы исследования

В основу настоящей работы положены сборы энтомологического материала в течение вегетационного сезона 2022 г., осуществленные по стандартным методикам с учетом специфики таксонов гемиптероидных насекомых на территориях Брестской обл. – Ляховичский р-н, д. Русиновичи; Лунинецкий р-н, д. Дятловичи; Кобринский р-н, д. Верхолесье; Минской обл. – г. Минск, г. Клецк; Узденский р-н, садовое товарищество «Красное урочище»; Могилевской обл. – г. Могилев, г. Кричев, Горецкий р-н, д. Староселье.

Сбор насекомых осуществляли главным образом в ходе визуального осмотра декоративных, плодово-ягодных и сельскохозяйственных культур на предмет наличия сосущих растительноядных вредителей или инициированных ими повреждений. Материал фиксировали в 75 и 96%-ном этаноле. Идентификацию таксономической принадлежности коллектированного материала проводили по соответствующим атласам-определителям, справочным пособиям и специализированным интернет-порталам [11–14].

Оценку представленности нуклеотидных последовательностей гена COI тлей из числа чужеродных инвазивных для территории Беларуси видов осуществили с использованием общедоступной международной базы данных нуклеотидных последовательностей – <http://www.boldsystems.org/>.

ДНК выделяли из пула в соответствии с протоколом производителя. Электрофорез молекул ДНК проводили в 1,5%-ном агарозном геле в TAE-буфере (40 mM Trisbase, 1 mM 0,5 M EDTA, H₂O) и окрашивали 10000×ZUBRGreen-1. Для оценки длин полученных фрагментов использовали маркер молекулярного веса (MP1bp DNALadder).

С целью получения целевого фрагмента гена COI использовали праймеры, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Праймеры, использованные для получения фрагмента COI

Table 1

Details of primers to amplify COI region of aphids

Название праймера	Последовательность праймера, 5'–3'	T _a °*	Размер получаемого фрагмента, пары нуклеотидов
HCO2198 LCO1490	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA GGTCAACAATCATAAAGATATTGG	50	708

Примечание. *T_a – температура отжига праймеров.

Реакционная смесь для ПЦР содержала в 25 мкл: 3 mM dNTP, 1 мкл каждого праймера, 2,5 mM MgCl₂, 1×TaqBuffer (10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 0,8 % Nonidet P40), 1U Taq-полимеразы, 0,5 мкг ДНК-матрицы.

ПЦР проводили в режиме: 94 °C – 3 мин; 35 циклов по 94 °C – 20 с, отжиг праймера – 40 с, 72 °C – 1 мин 30 с; 72 °C – 5 мин.

Секвенирование ПЦР-продуктов выполнялось компанией *Macrogen* (Нидерланды) с использованием праймеров HCO2198/LCO1490.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № B22MB-013).

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам сборов энтомологического материала и согласно аннотированному списку, приведенному в Черной книге инвазивных видов животных Беларуси, статус инвазивных имеют 10 видов настоящих тлей, которые требуют ежегодного мониторинга популяций в зеленых насаждениях. Ниже приведена информация о географических и биоэкологических особенностях инвазивных видов тлей – вредителей декоративных, плодово-ягодных и сельскохозяйственных культур. Кроме того, была оценена представленность нуклеотидных последовательностей гена COI в online генбанке для исследуемых видов тлей, включенных в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси, что представлено в табл. 2–11.

***Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856 (Aphidoidea: Eriosomatidae).** Тополь пирамидальный, или итальянский (*Populus pyramidalis* Roziér, *Populus pyramidalis* Borkh., syn. *Populus nigra* var. *italica* Münchh., *Populus italica* (Münchh.) Moench, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Populus nigra* subsp. *pyramidalis* Čelak.) – двудомный вид листопадного древесного растения семейства Salicaceae, распространение которого ограничено территориями Средиземноморья, Кавказа, Средней Азии, Афганистана и Ирана, где естественно произрастает вдоль рек, каналов и арыков [15]. В Беларуси тополь пирамидальный используется в зеленом строительстве для создания зеленых изгородей вдоль автомобильных дорог и магистралей, аллей – в парках, скверах и т. д., а также другие представители рода тополь (*Populus* L.), поскольку они хорошо произрастают в условиях городской среды, устойчивы к антропогенным загрязнениям воздуха газами, пылью и дымом, обладают хорошими декоративными свойствами и отличаются быстрыми темпами роста, что позволяет достигать им больших размеров [3].

Региональная афидофауна надсемейства Eriosomatidae в условиях Беларуси представлена 27 видами из 12 родов [16], среди которых 4 вида рода *Pemphigus* Hart. являются инвазивными [17]. Представители рода *Pemphigus* характеризуются формированием на листовых пластинках, черешках и побегах тополей (*Populus* spp.: Salicaceae) плотно закрытых, разнообразных по форме и окраске галлов. Среди инвазивных видов галлообразующих эриосоматид в условиях зеленых насаждений Беларуси чаще всего отмечается и вредит декоративным посадкам тополей – поздний спиральногалловый пемфиг (*P. spyrothecae*), включенный в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

P. spyrothecae характеризуется голоциклическим однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу узких олигофагов, относящихся к дендробионтной фитобионтной группе. Это филлобионтный вид с четко выраженной способностью к тератогенности, которая проявляется в виде формирования на черешках листьев характерной формы спирально-шаровидных или спирально-веретеновидных, с толстой стенкой закрытых галлов, имеющих светло-зеленую, иногда – красноватую окраску.

Регионом происхождения позднего спиральногаллового пемфига считается Средиземноморье. В настоящее время *P. spyrothecae* отмечен на территории Северной (Норвегия, Финляндия, Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Босния и Герцеговина, Македония, Молдова, Румыния), Южной (Португалия), Западной (Бельгия, Великобритания, Ирландия) и Центральной (Беларусь, Венгрия, Германия, Дания, Латвия, Литва, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия, Эстония, Швейцария) Европы, в Центральной, Северо-Западной и Южной части Европейской России [20], проник он в Азербайджан, Западную Сибирь, Иран, Казахстан, Нидерланды, Пакистан, Сербию, Юго-Восточную часть Европейской России [21].

Таблица 2

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856

Table 2

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>P. spyrothecae</i>	1	Греция
	24	Канада
	4	США

***Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956 (Aphidoidea: Aphididae).** Слива растопыренная, или алыча (*Prunus divaricata* Ledeb.; syn. *Prunus cerasifera* Ehrh.) – плодоевое деревянистое растение семейства Rosaceae. Является одной из самых ценных культурных форм, благодаря скороплодности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Естественно произрастает на Кавказе, в горах Средней и Малой Азии, Иране и на Балканском полуострове [1]. В Беларуси выращивается главным образом как плодоевое

растение, но благодаря раннему и пышному цветению цениться и в зеленом строительстве. Алычу можно использовать как для одиночных посадок, так и для создания высоких живых изгородей или защитных полос. В рецетной фауне Беларуси присутствуют по меньшей мере два чужеродных вида рода *Brachycaudus* van der Goot (*B. divaricatae* и *B. (Appelia) prunicola* (Kalt.)), которые подпадают под определение инвазивных и повреждают алычу [17]. Первый включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

B. divaricatae в условиях Беларуси характеризуется голоциклическим сокращенно однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца [22]. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к дендрохортобионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий меристемофильный вид с выраженной способностью к деформации листовых пластинок. Поврежденные листья краснеют или обесцвечиваются, побеги зачастую прекращают рост и в дальнейшем отмирают.

Регионом происхождения алычево-дремовой тли считается Прикаспийский регион (север Передней Азии). Вместе с кормовым растением *B. divaricatae* распространился в Восточную Европу (Украина) [20], Грузию, Кавказ, Литву, Польшу, Турцию, Юго-Восточную часть Европейской России [21], отмечен в Чехии, Северо-Западной и Восточной части Балтийского побережья [14].

Таблица 3

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956

Table 3

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956

Семейство / вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>B. (A.) divaricatae</i>	156	Литва
	2	Беларусь

Расшифрована и депонирована в BOLDSystems нуклеотидная последовательность тли *B. divaricatae* (Минск, код доступа: TLAPH001-15), коллектированной на территории Беларуси:

1 gtatttgatc aggtataatt ggatcatcac ttagaatctt aattcgtctt gaattaagac
61 aaattaatc aattattaat aataatcaat tatataatgt tattgttaca attcacgctt
121 ttattataat ttttttata acaataccaaa ttgttattgg tggatttga aattggtaa
181 ttctataat aatagatgt cctgatataa ctttccacg attaaataac attagattct
241 gattattacc accctatta ataataataa ttgttagttt ttaattaat aatggaacag
301 gaacaggatg aactatttac ccaccctat caaataatat tgcacataat aatatttcag
361 ttgatttaac tatttttca ttacatttag caggaatttc atcaattta ggagcaatta
421 atttatttg tacaatctta aatataatac caaacaatat aaaattaac caaatccctt
481 tatttcatg atcaattta attacageta ttttattaat tttatctta cctgttctag
541 caggtgctat tacaatatta ttaactgatc gtaatttaaa tacttcattt ttgaccag.

***Panaphis juglandis* (Goeze, 1778) (Aphidoidea: Drepanosiphidae).** Естественный ареал ореха грецкого (*Juglans regia* L.) предположительно ограничен территорией Восточного Средиземноморья и отдельными регионами Передней и Средней Азии, откуда он распространился, преимущественно в культуре как на восток, так и на запад. В Беларуси местами выращивается, преимущественно на юге и западе страны, в качестве орехоплодной культуры. К настоящему времени в условиях республики орех грецкий повреждается двумя видами настоящих тлей – большой (пестрой) ореховой тлей (*Panaphis juglandis* (Goeze, 1778)) и нижней ореховой тлей (*Chromaphis juglandicola* Kaltentbach, 1843), иногда колонизирующий орех серый (*Juglans cinerea* L.) и некоторые другие виды *Juglans* L. Большая (пестрая) ореховая тля подпадает под определение инвазивного и включена в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

P. juglandis в условиях Беларуси характеризуется голоциклическим однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к дендробионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий филлобионтный вид не способный к проявлению тератогенных свойств. Питание тлей ведет к потере растениями значительного количества пластических веществ; высокая численность этих сосущих фитофагов на листовых пластинках, приводит к преждевременному их желтеют и опадут.

Регионом происхождения большой (пестрой) ореховой тли считается Средиземноморье. В настоящее время *P. juglandis* отмечен на территории Северной (Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Босния и Герцеговина, Македония, Молдова, Румыния), Южной (Португалия), Западной (Бельгия, Великобританию) и Центральной (Австрия, Венгрия, Германия, Дания, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия, Швейцария)

Европы [20], в Сербии [23], проник в Азербайджан, Афганистан, Грузию, Иордан, Иран, Казахстан, Киргизию, Крым, Нидерланды, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан [21], также регистрируется в Пакистане, Северо-Западной Индии, завезен в Северную Америку [14].

Таблица 4

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778)

Table 4

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778)

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>P. juglandis</i>	1	Греция
	2	Франция
	3	Германия
	2	Беларусь
	1	Индия
	1	Корея
	1	Грузия
	1	США
	1	Болгария
	1	Италия

Расшифрована и депонирована в BOLDSystems нуклеотидная последовательность тли *P. juglandis* (Минск, код доступа: MF377444), коллектированной на территории Беларуси:

```

1 tctctttaa gaatttaaat tcgattagaa ttaagcccaa ttaattcaat tattaataat
61 aaccaattat ataatgtaat tgtaacaat catgcttita ttataatttt tttataact
121 atacctattg taattggagg gtttggaat tgattaatc cattaataat aggatgtcca
181 gatataatcat tccacgatt aaataatatt agattttgac tttacctcc atctttaata
241 ataataattt ctgattttt aattaataat ggtacagga caggttgaac aattatcca
301 cctctctcaa ataacattgc acataataat atttcagttg atttaacaat ttctcatta
361 cacttagcag gaatctcatc aattttagga gctattaatt ttattgtac aattctaat
421 ataataccaa ataatttaa attaatcaa attccattat tccctgac aattfaatt
481 actgctattt tactaattat ttactacca gttttagctg gtgccattac aatactatta
541 actgaccgaa acctaaatac atctttttt gatccatcag gaggaggtga tccaattta
601 tataacatt tattctgatt ttttggtccc c.
    
```

***Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801) (Aphidoidea: Drepanosiphidae).** Клен ложноплатановый, или явор (*Acer pseudoplatanus* L.), как и другие клены (*Acer* L.), в настоящее время принадлежат к семейству Сапиндовые (Sapindaceae). Явор естественно произрастает в Прикарпатье и других регионах Центральной, Западной и Южной Европы. В условиях Беларуси спорадично встречается в зеленых насаждениях преимущественно в южной и западной части страны. В пределах региона повреждается двумя видами тлей, специализированных к развитию на данном растении, один из которых – *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801) включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19]. Еще один вид, *Periphyllus testudinaceus* (Fern.), нередко колонизирует интенсивно растущие побеги явора, но формируемые колонии выглядят ослабленными, развитие на *A. pseudoplatanus* хотя бы одной генерации оказывается проблематичным.

D. platanoidis характеризуется голоциклическим прерывисто однодомным циклом развития с диапаузой имаго виргинопарного поколения. Зимовка осуществляется на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к дендробионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий филлобионтный вид, не способный к проявлению тератогенных свойств. При большой плотности тли продуцируют значительное количество медвяной росы, на которой, как правило, развиваются сажистые и дрожжевые грибы, что приводит к изменению декоративные свойства растений.

Регионом происхождения большой яворовой тли считается Западная и Центральная Европа. В настоящее время *D. platanoidis* отмечен на территории Северной (Норвегия, Финляндия, Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Молдова, Румыния) и Центральной (Австрия, Беларусь, Венгрия, Германия, Дания, Латвия, Литва, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия, Эстония, Швейцария) Европы, в Турции [20], Сербии и Черногории, Центральной части Европейской России [21], также регистрируется в Северной Африке, Центральной Азии, США, Новой Зеландии, Австралии [14].

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801)

Table 5

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801)

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
<i>Drepanosiphidae</i> / <i>D. platanoidis</i>	205	Канада
	2	Великобритания
	1	Польша
	1	Китай
	1	США
	1	Беларусь
	2	Норвегия
	1	Грузия
	1	Новая Зеландия

Расшифрована и депонирована в BOLDSystems нуклеотидная последовательность тли *D. platanoidis* (Минск, код доступа: MF377444), коллектированной на территории Беларуси:

```

1 gccaagtact acgtcacat cattgatgca cctggacaca gagattcat aagaagcatg
61 atcaccgta cctcccaagc tgattgtgct gtactattg ttgctgccgg tactggagaa
121 ttggaagctg gtatttccaa gaatggacaa acccgtgaac acgctctgtt ggctttcact
181 ctgggtgta aacaattgat tgttggtgtg aacaagatgg attccactga acctccgtac
241 agcgaagtat gattctaatt tacttatatt tatttgatta tttactaat ctgtgttta
301 cataatttta gtctcgttc gaagaaatca agaaggaagt cagcagttac atcaaaaaga
361 ttggttaca tccagctgcc gttgcttcg tacccatctc tggatggaac ggagacaaca
421 tgttgaagt ttccgaaaa atgtcttggg tcaagggatg gaatgtgaa cgtaaagaag
481 gaaaggctga cggtaaatgt tgattgaag ctttggatgc taccctccca cctagtcgcc
541 caactgacaa ggctctcctg ctcccactcc aggtacatta caactaaag ttactattga
601 ctttatttg ctaatattt ttctgaatt tgttaggac gtttcaaaa ttggaggtat
661 tggaacagtc ccagtgggcc gtgtggagac tgggttttg aaaccagga ctgtgtggt
721 ttctgcacc gccaac.

```

***Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767) (Aphidoidea: Drepanosiphidae).** Бук европейский, или лесной (*Fagus sylvatica* L.), принадлежит к числу лесообразующих пород и является характерным компонентом смешанных лесов. Естественно произрастает на Карпатах, в горных местах Южной, Западной и Центральной Европы, в Южной Скандинавии [24]. В Беларуси принадлежит к числу интродуцентов. Изредка, наряду с буком крупнолистным (*Fagus grandifolia* Ehrh.), используются в озеленении. В условиях страны повреждается одним специализированным к развитию на представителях рода *Fagus* L. видом тлей – *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767), который включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

Ph. fagi в условиях Беларуси характеризуется голоциклическим прерывисто однодомным циклом развития с диапаузой личинок виргинопарного поколения. Зимовка осуществляется на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к дендробионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий филлобионтный вид, способный к проявлению тератогенных свойств. При интенсивном заселении тлями, побеги замедляют рост, искривляются, а листовые пластинки деформируются, – свертываются в продольные трубки, верхней стороной наружу; декоративность поврежденных растений дополнительно снижается еще за счет того, что колонии тлей укрыты обильным восковым пухом; при высокой численности тлей, продуцируют значительное количество пади, на которых массово развиваются сажистые грибы.

Регионом происхождения буковой тли считается Западная и Центральная Европа. В настоящее время *Ph. fagi* регистрируется на территории Северной (Норвегия, Финляндия, Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Молдова, Румыния) и Центральной (Австрия, Венгрия, Германия, Дания, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия, Эстония, Швейцария) Европы, Европейской части России и Турции [20], отмечен в Иране, Крыму, Латвии, Литве, Македонии, Сербии, Черногории и Японии [21], регистрируется на Кавказе, в Китае и Корею, завезен в Австралию, Новую Зеландию и Северную Америку [14].

Таблица 6

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767)

Table 6

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767)

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Drepanosiphidae / <i>Ph. fagi</i>	2	Франция
	47	Канада
	1	Китай
	1	Великобритания
	1	Южная Корея
	7	Германия
	1	Новая Зеландия

***Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935) (Aphidoidea: Aphididae).** Естественный ареал жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.) ограничен регионами Приуралья и Поволжья. В Беларусь она была интродуцирована в целях использования в зеленом строительстве. Ранее жимолость татарская была широко представлена в декоративных насаждениях в составе зеленых изгородей, особенно на железнодорожных станциях и остановочных пунктах. В настоящее время все реже вводится в насаждения ввиду невысоких эстетических качеств, в том числе вследствие повреждения вредителями (преимущественно тлями). В условиях Беларуси *L. tatarica* повреждается 4 видами жимолостных тлей, один из которых *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935) включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

H. tataricae в условиях Беларуси характеризуется голоциклическим однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к тамнобионтной фитобионтной группе. Это филлобионтный вид с выраженной способностью к проявлению тератогенных свойств. Колонии тлей располагаются на листовых пластинках, в результате чего последниегибаются, формируя «лодочку». Интенсивно заселенные побеги начинают сильно ветвиться; побеги и листья мельчают; в местах питания насекомых развиваются характерные хлоротичные пятна.

Регионом происхождения верхушечной жимолостной тли считается Урал и Приуралье. Вместе с кормовым растением *H. tataricae* распространился на территорию Северной (Финляндия, Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Румыния) и Центральной (Венгрия, Германия, Латвия, Литва, Молдова, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия) Европы, Европейской части России [20], проник в Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Центральную и Юго-Восточную часть Европейской России, Центральную и Западную Сибирь [21], отмечен в Центральной Азии и Северной Америке [14].

Таблица 7

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935)

Table 7

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935)

Семейство / вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>H. tataricae</i>	3	США
	1	Южная Африка
	10	Канада

***Aphis spiraeicola* Patch, 1914 (Aphidoidea: Aphididae).** В условиях городской среды для создания живых изгородей наиболее часто используют представителей семейства Rosaceae: спиреи, кизильники, айву и др. Спиреи (*Spiraea*) широко распространены в Европе, но не представлены в аборигенной флоре Беларуси. Они были интродуцированы для зеленого строительства. Ранее в зеленых изгородях широко использовалась спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.), реже – белая (*Spiraea alba* Du Roi). В настоящее время в декоративных посадках широко представлены спиреи Аргута (*Spiraea × arguta* Zbl.), Вангутта (*Spiraea × vanhouttei* (Briot.) Zbl.), дубравколистная (*Spiraea chamaedrifolia* L.), японская (*Spiraea japonica* L.) и др. Помимо спирей, в бордюрных посадках, а также в подстригаемых зеленых изгородях широко используются кизильники блестящий

(*Cotoneaster lucidus* Schltdl.) и черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. et A. Blytt). Изредка встречаются в декоративных насаждениях и принадлежит к числу нетрадиционных плодово-ягодных культур, рекомендованных к возделыванию в условиях Беларуси, айва низкая (*Chaenomeles maulei* (Mast.) C. K. Schneid.) и японская (*Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl. Et. Spach). В условиях Беларуси плодово-ягодные и декоративные растения семейства Rosaceae повреждают два вида зеленых тлей рода *Aphis* L. – *Aphis pomi* Deg. и *Aphis spiraeicola* Patch. Последний включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

A. spiraeicola в условиях Беларуси характеризуется факультативно аномоциклическим биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца и (или) личинки. По трофической специализации принадлежит к числу полифагов, относящихся к дендротамнобионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий меристемофильный вид с выраженной способностью к тератогенности. Колонизация тлями ведет к сильному ослаблению и угнетению растений, потере пластических веществ; нарушается рост, в садовых посадках (лечебное садоводство) снижается урожайность; питание фитофагов приводит к деформации листовых пластинок – они искривляются и закручиваются. Переносчик более 10 вирусных заболеваний растений [25].

Зеленая цитрусовая тля принадлежит к числу криптогенных видов. В настоящее время *A. spiraeicola* распространилась в субтропики и тропики Восточной Азии, тропической и субтропической области Африки, Южной, Центральной и Северной Америке, Австралии, Океании, Средиземноморье, Западной и Центральной Европе [20; 21; 23, 26].

Таблица 8

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Aphis spiraeicola* Patch, 1914

Table 8

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Aphis spiraeicola* Patch, 1914

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>A. spiraeicola</i>	43	Австралия
	4	Греция
	8	Китай
	97	Пакистан
	3	Италия
	140	Канада
	159	Южная Африка
	63	Германия
	62	США
	48	Бангладеш
	14	Тунис
	8	Франция
	4	Греция
	4	Россия
	7	Индонезия
	15	Аргентина
	7	Индия
	13	Малайзия
	12	Новая Зеландия
4	Бразилия	
4	Коста-Рика	
12	Исландия	

Расшифрована нуклеотидная последовательность гена COI тли *A. spiraeicola*, коллектированной на территории Беларуси:

1 taaagatatt ggaactttat attttttatt tggatttga tcaggaataa ttggatcttc
61 acttagaatt tggattcgat tagaactaag tcaaatcaat tcaattatca ataataacca

121 attatataat gtaattgta caattcatgc tttattata attttttta taactatacc
181 aattgtaatt ggtggattg gaaattgatt aattcctata ataataggat gtccagatat
241 atctttcca cgattaaata atattagatt ctgattatta ccaccctcat taataataat
301 aattgtaga tcataaata ataatggaac aggaacagga tgaactattt atccaccttt
361 atcaaataat attgctcata ataattttc agttgattta accatctttt ctcttcaact
421 agcaggattt tcataattt taggagcaat taattttatt tgtacaattc ttaataataat
481 accaaaacaat ataaaattaa atcaaatccc actatttcca tgatcaatct taattacage
541 tatattatta attttatctc taccagtctc agctgggtgct attactatat tattaactga
601 tcgaaattta aatacat.

***Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Aphidoidea: Aphididae).** К семейству Капустные (Brassicaceae) принадлежит значительное количество овощных культур, распространенных главным образом во внутропических областях Северного полушария. Естественно исторически сложившийся ареал происхождения представителей семейства ограничен районами Средиземноморья, Кавказа и Средней Азии. Род *Brassica* L. (Brassicaceae) включает около 35 видов, из которых 16 возделываются с древних времен, многие из них являются сорно-полевыми растениями. Регионом естественного происхождения рода считается район Древнего Средиземноморья. На территорию Беларуси капуста была завезена греками, римлянами и русскими купцами из Западной Европы. Она принадлежит к числу важнейших овощных культур в стране, а некоторые ее сорта используются в декоративном садоводстве. В условиях Беларуси капусту, брюкву и другие растения рода *Brassica* и близких к ним представителей семейства Brassicaceae повреждает специализированный фитофаг – *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus), включенный в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [19].

B. brassicae в условиях Беларуси характеризуется голоциклическим однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к хортобионтной фитобионтной группе. Это открытоживущий парехимососущий меристемофильный вид с выраженной способностью к тератогенности. Плотные колонии тлей формируются с обеих сторон листовых пластинок, побегах и соцветиях. Листья покрываются воскообразным налетом из экскрементов тлей. Насекомые изымают значительное количество пластических веществ из растений, листья обесцвечиваются, принимая слегка розоватую окраску, скручиваются и засыхают, побеги искривляются, семенники капусты становятся сиреневыми и не образуют семян. Выступает в качестве переносчика около 20 вирусных заболеваний крестоцветных растений [27].

Регионом происхождения капустной тли считается Средиземноморье. Вместе с кормовым растением *B. brassicae* широко распространилась по всей умеренной части мира (космополитный вид) [14; 28; 29]. Отмечается в Европе, Передней и Средней Азии, Северной Америке и Северной Африке, Австралии и Новой Зеландии [30]. На территории бывшего СССР встречается повсеместно, за исключением Крайнего Севера.

Таблица 9

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758)

Table 9

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758)

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>B. brassicae</i>	25	Индия
	20	Пакистан
	9	США
	8	Германия
	16	Франция
	5	Новая Зеландия
	2	Греция
	2	Коста-Рика
	2	Канада
	2	Италия
	1	Иран
	1	Ирак
	4	Австралия
	3	Великобритания
	1	Южная Корея
1	Монголия	

***Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758) (Aphidoidea: Aphididae).** Род Смородина (*Ribes* L.) включает около 150 видов, распространенных в холодной и умеренной зоне Евразии и Северной Америки [24]. Традиционно возделываемыми в Беларуси плодово-ягодными культурами считаются красная (*Ribes rubrum* L.), черная (*Ribes nigrum* L.) и золотистая (*Ribes aureum* Pursh) смородина. Ее разводят главным образом как ягодные кустарники, однако она имеет и декоративное значение. Смородина пригодна для одиночных и групповых посадок, создания опушечных и живых изгородей. В условиях Беларуси *R. Rubrum*, ее садовые формы и сорта, а также *R. aureum* повреждаются единственным инвазивным видом тлей – *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus), который включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

C. ribis в условиях региона характеризуется голоциклическим факультативно двудомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. По трофической специализации принадлежит к числу монофагов, относящихся к тамнохортобионтной фитобионтной группе. Это филлобионтный вид с выраженной способностью к галлообразованию. Тли иницируют образование на листовых пластинках псевдогаллов от желтого до вишнево-красного цвета, в которых насекомые располагаются агрегированно; рост побегов прекращается, фотосинтетическая активность снижается до минимума. В питомниках снижается выход конечной продукции ягодников [31].

Регионом происхождения красногогалловой смородинной тли считается Северная Америка. Вместе с кормовым растением *C. ribis* распространился по территории Северной (Норвегия, Финляндия, Швеция), Юго-Восточной (Болгария, Босния и Герцеговина, Венгрия, Молдова, Румыния), Южной (Андорра, Испания, Италия), Западной (Бельгия, Великобритания, Ирландия, Северная Ирландия, Нидерланды, Франция) и Центральной (Беларусь, Германия, Дания, Литва, Латвия, Польша, Словакия, Словения, Украина, Чехия, Швейцария, Эстония) Европы, Европейской части России [20], проник в Ливан, Сербию и Черногорию [21], отмечен в Восточной Сибири, Китае, Японии [14].

Таблица 10

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена COI *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758)

Table 10

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758)

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>C. ribis</i>	14	Турция
	4	США
	4	Канада
	3	Германия
	2	Южная Африка
	2	Франция
	1	Китай
	1	Южная Корея
	1	Великобритания

***Aphis craccivora* Koch, 1854 (Aphidoidea: Aphididae).** С начала 50-х годов прошлого столетия широкое применение в зеленом строительстве получили представители рода *Caragana* Lam. (Fabaceae), которые использовались для создания живых изгородей вдоль авто- и железнодорожных магистралей, в озеленении городов, поселков городского типа, а также иных населенных пунктов. Естественно сложившиеся ареалы большинства представителей таксона простираются в Центральной Азии. В Беларуси в зеленых насаждениях широко представлена карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), интродуцированная с Юга Сибири. Помимо караган, в зеленых насаждениях широкое применение получили также представители рода *Robinia* L. – робиния обыкновенная, или белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.), которая была интродуцирована в Европу из Северной Америки и в настоящее время успешно натурализовалась во многих регионах, войдя в число инвазивных видов. В Беларуси *R. pseudoacacia* присутствует в зеленых насаждениях повсеместно, кроме Северного региона интродукции древесных растений.

В условиях Беларуси караганы повреждают три вида настоящих тлей (*Therioaphis tenera* Aizenberg, *Acyrtosiphon caraganae* (Cholodkovsky), *Aphis craccivora* Koch), а робинию – 2 вида настоящих тлей (*Appendiseta robiniae* (Gillette) и *A. craccivora*). Люцерновая тля (*A. craccivora*) считается полифагом, повреждает преимущественно бобовые растения и включена в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [18; 19].

A. craccivora характеризуется голоциклическим однодомным биологическим циклом с зимовкой на стадии яйца. В Беларуси, как и других регионах Евразии, для вида отмечена инверсия биологического цикла с «рокировкой» первичных и вторичных растений-хозяев [22]. По трофической специализации принадлежит к числу полифагов, относящихся к дендротамнохортобионтной фитобионтной группе. Это меристемофильный вид с выраженной способностью к деформации побегов и листовых пластинок. При массовом размножении тли продуцируют большое количество пади, которая выступает в качестве субстрата для развития сажистых грибов; побеги замедляют и прекращают рост. Выступает в качестве переносчика вирусных заболеваний растений.

Регионом происхождения люцерновой тли считается Северная Америка. Вместе с кормовым растением *A. craccivora* распространилась по всему миру (субкосмополитный вид), отсутствуя в приполярных регионах либо на отдельных островах [20; 26].

Таблица 11

Оценка представленности в BOLDSystems последовательностей гена *Aphis craccivora* Koch, 1854

Table 11

Assessment of COI gene sequence representation in BOLDSystems *Aphis craccivora* Koch, 1854

Семейство/вид	Количество последовательностей	Страна-коллектор
Aphididae / <i>A. craccivora</i>	172	Пакистан
	86	Кения
	67	Танзания
	49	США
	29	Канада
	26	Болгария
	11	Франция
	8	Греция
	4	Египет
	4	Аргентина
	4	Китай
	4	Австралия
	3	Бангладеш
	2	Турция
	2	Новая Зеландия
	2	Италия
	2	Индия
	1	Коста-Рика
1	Южная Африка	
1	Южная Корея	
2	Россия	

Расшифрована нуклеотидная последовательность гена COI тли *A. craccivora*, коллектированной на территории Беларуси:

```

1 tattggaat ttgatcagga ataattggat cttcacttag tattttaatt cgattagaat
61 taagacaaat taattcaatt attaataata atcaattata taatgtaatt gttacaattc
121 atgctttcat tataattttt ttataacta taccaattgt aattggagga ttggaaatt
181 gattaattcc cataataata ggftgtccag atatatcttt tccacgatta aataatatta
241 gattttgatt actaccacct tcattaataa taataatctg tagatttata attaataatg
301 gaacaggaac aggatgaact atttatccac ctttatcaaa caatattgct cataataaca
361 ttcagttga tttactatt ttctctctc atttagcagg tatttcatca attttaggag
421 caattaattt tatttgact attcctaata taataccgaa taatataaaa ttaaatcaaa
481 ttccattatt cccctgatca atctaatta cagctatatt attaatftta tcattaccag
541 tattgctgg tgctattact atattattaa ctgatcgaaa tttaaataca tcatttttg
601 a.
    
```

Заключение

Оценена экологическая структура 10 чужеродных инвазивных видов тлей для территории Беларуси. Отмечено, что по трофической специализации большинство (*Brachycaudus (Acaudus) divaricatae* Shaposhnikov, 1956, *Panaphis juglandis* (Goeze, 1778), *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank, 1801), *Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767), *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935), *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758), *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758)) принадлежит к числу высоко специализированных фитофагов, тогда как к неспециализированным и специализированным фитофагам относятся 2 и 1 вид соответственно. Среди чужеродных инвазивных видов тлей преобладают филлобионты (*Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1856, *P. juglandis*, *D. platanoidis*, *Ph. fagi*, *H. tataricae*, *C. ribis*), немного меньше отмечено меристемофильных форм – 4 вида (*A. craccivora*, *A. spiraeicola*, *B. divaricatae*, *B. brassicae*). Большинство адвентивных видов тлей (*D. platanoidis*, *Ph. fagi*, *P. juglandis*, *P. spyrothecae*) принадлежит к числу дендробионтов, тогда как дендрохортобионты (*B. divaricatae*), дендротамнобионты (*Aphis spiraeicola* Patch, 1914), тамнобионты (*H. tataricae*), хортобионты (*B. brassicae*), тамнохортобионты (*C. ribis*) и дендротамнохортобионты (*A. craccivora*) представлены единичными видами. Для большинства чужеродных инвазивных тлей (7 видов) характерен открытоживущий образ жизни, обитание в открытых галлах характерно для 2 видов, а 1 адвентивный вид инициирует формирование закрытых галлов. Среди инвазивных видов тлей рецентной фауны Беларуси у большинства (7 видов) отмечается способность к инициированию деформаций различных частей растений, а для 3 видов характерно формирование открытых и закрытых галлов.

На сегодняшний день нуклеотидные последовательности гена COI имеются для 10 чужеродных инвазивных видов тлей для территории Беларуси, среди которых *B. divaricatae*, *P. juglandis* и *D. platanoidis* уже расшифрованы и депонированы в BOLDSystems. В рамках настоящего исследования расшифрованы нуклеотидные последовательности гена COI 5 видов тлей рецентной фауны Беларуси из числа чужеродных инвазивных видов.

Библиографические ссылки

1. Чаховский АА, Шкутко НВ. *Декоративная дендрология Белоруссии*. Минск: Ураджай; 1979. 216 с.
2. Сидорович ЕА, Шкутко НВ, Чаховский АА. *Ассортимент деревьев и кустарников для зеленого строительства Белорусской ССР и рекомендации по выращиванию посадочного материала*. Минск: Наука и техника; 1982. 77 с.
3. Гаранович ИМ. *Декоративное садоводство*. Минск: Тэхналогія; 2005. 348 с.
4. Сидорович ЕА. *Ассортимент декоративных древесных и кустарниковых растений для зеленого строительства Беларуси*. Минск: НПК «Тэхналогія»; 1997. 61 с.
5. Воронцов АИ, Предтеченский ИН, Сазонова ГВ. *Защита городских насаждений от вредителей и болезней*. Москва: Министерство коммунального хозяйства РСФСР; 1963. 163 с.
6. Тимофеева ВА, Дишук НГ, Войнило НВ, Линник ЛИ. *Болезни и вредители декоративных растений в насаждениях Беларуси*. Минск: Беларуская наука; 2014. 185 с.
7. Семенченко В, Пугачевский А. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси. *Наука и инновации*. 2006;10(44):15–20.
8. Виноградова ЮК, Майоров СР, Хорун ЛВ. *Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах средней России*. Москва: ГЕОС; 2010. 512 с.
9. Эбель АЛ, и др. *Черная книга флоры Сибири*. Новосибирск: Гео; 2016. 439 с.
10. Бахмет ОН, редактор. *Инвазивные растения и животные Карелии*. Петрозаводск: ПИН Марков НА.; 2021. 223 с.
11. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. II. The family Drepanosiphidae. Klapenborg: Scandinavian Science Press; 1982. 176 p.
12. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. III. The family Aphididae: subfamily Pterocommatinae et tribe Aphidini of subfamily Aphidinae. Copenhagen; Leiden: E. J. Brill & Scandinavian Science Press; 1986. 314 p.
13. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. IV. Family Aphididae: Part 1 of tribe Macroshipini of subfamily Aphidinae. Copenhagen; Leiden: E.J. Brill; 1991. 190 p.
14. Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide [Internet, cited 2023 March 30]. London: Natural History Museum. Available from: <http://www.aphidsonworldsplants.info>.
15. Иванов АФ, Иванова ЕВ, Маргайлик ГИ, Нестерович НД, Пономарева АВ, Сироткина РГ, Смирнова ВА, Смольская ЕН, Чекалинская НИ. *Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР. Выпуск 3. Интродуцированные древесные растения флоры Сибири, Европы, Средиземноморья, Крыма, Кавказа и Средней Азии*. Минск: Изд-во АН БССР; 1961. 333 с.
16. Buga SV, Zhorov DG, Leshchinskaya NV, Stekolshchikov AV. Aphids of the family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus. *Zoosystematica Rossica*. 2016;25(2):226–232. DOI: <https://doi.org/10.31610/zsr/2016.25.2.226>
17. Жоров ДГ. *Инвазивные виды гемиптероидных насекомых (Insecta: Hemipteroidea) Беларуси (таксономический состав, экологические группы, географическое распространение, биологические основы вредоносности)* [автореферат диссертации]. Минск: БГУ; 2017. 25 с.
18. Алехнович АВ, и др. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2016. 105 с.
19. Семенченко ВП, и др. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2020. 163 с.
20. Fauna Europaea [Internet, cited 2023 March 30]. Museum für Naturkunde Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, version 2.6, 2013. Available from: <http://www.fauna-eu.org/>.
21. Holman J. *Host Plant Catalog of Aphids. Palaearctic Region*. Berlin: Springer; 2009. 1140 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8286-3>.

22. Жоров ДГ, Буга СВ. Адаптации биологических циклов чужеродных для фауны Беларуси видов тлей (Insecta: Sternorrhyncha: Aphidoidea). В: *IV Жученковские чтения международная научно-практическая конференция «Современные проблемы адаптации» (Белгород, 24–26 сентября 2018 г.)*. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ»; 2018. с. 95–97.
23. Coeur D'Acier A, Pérez Hidalgo N, Petrović-Obradović O. Aphids (Hemiptera, Aphididae). Chapter 9.2. *BioRisk*. 2010; 4(1):435–474. DOI: 10.3897/biorisk.4.57.
24. Иванов АФ, Иванова ЕВ, Красник АИ, Мусиякина НФ, Нестерович НД, Пономарева АВ, Сироткина РГ, Смольская ЕН, Чекалинская НИ. *Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР. Выпуск 2. Интродуцированные древесные растения флоры Северной Америки*. Минск: Изд-во АН БССР; 1960. 295 с.
25. Emden VHF, Harrington R. Aphids as Crop Pest. Wallingford, UK, Cambridge, MA: CABI; 2007. 717 p.
26. Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) [Internet, cited 2023 March 30]. Available from: <http://www.cabi.org/>.
27. Сорока СВ, редактор. *Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Рекомендации*. Минск: Белорусская наука; 2005. 463 с.
28. Raychaudhuri DN, editor. *Aphids of North-East India and Bhutan*. Calcutta: Zoological Society; 1980. 521 p.
29. Carvalho LM, de Bueno VHP, Martinez RP. Alate aphids survey on vegetable crops in Lavras (MG). *Cienc. Agrotecnol*. 2002;26(3): 523–532.
30. Pal M, Singh R. Biology and ecology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (LINN.) (Homoptera: Aphididae): A review. *Journal of Aphidology*. 2013; 27:59–78.
31. Хотько ЭИ, Панкевич ТП, Молчанова РВ, Ярчаковская СИ. *Справочник вредителей плодовых и ягодных культур*. Минск: Белорусская энциклопедия; 2005. 260 с.

References

1. Chakhovskij AA, Shkutko NV. *Dekorativnaya dendrologiya Belorussii* [Ornamental dendrology in Belarus]. Minsk: Uradzhaj; 1979. 216 p. Russian.
2. Sidorovich EA, Shkutko NV, Chakhovskij AA. *Assortiment derev'ev i kustarnikov dlya zelenogo stroitel'stva Belorusskoj SSR i rekomendatsii po vyrashchivaniyu posadochnogo materiala* [Assortment of trees and shrubs for green construction in the Belarusian SSR and recommendations on the cultivation of planting material]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1982. 77 p. Russian.
3. Garanovich IM. *Dekorativnoe sadovodstvo* [Ornamental gardening]. Minsk: Tekhnologiya; 2005. 348 p. Russian.
4. Sidorovich EA. *Assortiment dekorativnykh drevesnykh i kustarnikovykh rastenij dlya zelenogo stroitel'stva Belarusi* [Assortment of ornamental woody and shrub plants for green building in Belarus]. Minsk: NPK «Tekhnologiya»; 1997. 61 p. Russian.
5. Voroncov AI, Predtechenskij IN, Sazonova GV. *Zashchita gorodskikh nasazhdenij ot vreditelej i boleznej* [Protecting urban plantations from pests and diseases]. Moscow: Ministerstvo kommunal'nogo hoziyaystva RSFSR; 1963. 163 p. Russian.
6. Timofeeva VA, Dishuk NG, Vojnilo NV, Linnik LI. *Bolezni i vrediteli dekorativnykh rastenij v nasazhdeniyakh Belarusi* [Diseases and pests of ornamental plants in plantations in Belarus]. Minsk: Belaruskaya nauka; 2014. 185 p. Russian.
7. Semenchenko V, Pugachevskij A. *Problema chuzherodnykh vidov v faune i flore Belarusi* [The problem of alien species in the fauna and flora of Belarus]. *Nauka i innovacii*. 2006;10(44):15–20. Russian.
8. Vinogradova YuK, Majorov SR, Horun LV. *Chernaya kniga flory Srednej Rossii: chuzherodnye vidy rastenij v ekosistemakh srednej Rossii* [Black Book of Flora of Central Russia: Alien Plant Species in the Ecosystems of Central Russia]. Moscow: GEOS; 2010. 512 p. Russian.
9. Ebel' AL, et al. *Chernaya kniga flory Sibiri* [The Black Book of Siberian Flora]. Novosibirsk: Geo; 2016. 439 p. Russian.
10. Bakhmet ON, editor. *Invazivnye rasteniya i zhivotnye Karelii* [Invasive plants and animals in Karelia]. Petrozavodsk: PIN Markov NA; 2021. 223 p. Russian.
11. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. II. The family Drepanosiphidae. Klapenborg: Scandinavian Science Press; 1982. 176 p.
12. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. III. The family Aphididae: subfamily Pterocommatinae et tribe Aphidini of subfamily Aphidinae. Copenhagen; Leiden: E. J. Brill & Scandinavian Science Press; 1986. 314 p.
13. Heie OE. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. IV. Family Aphididae: Part 1 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae. Copenhagen; Leiden: E. J. Brill; 1991. 190 p.
14. Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide [Internet, cited 2023 March 30]. London: Natural History Museum. Available from: <http://www.aphidsonworldsplants.info>.
15. Ivanov AF, Ivanova EV, Margajlik GI, Nesterovich ND, Ponomareva AV, Sirotkina RG, Smirnova VA, Smol'skaya EN, Chekalinskaya NI. *Introdutsirovannye derev'ya i kustarniki Belorusskoj SSR. Vypusk 3. Introdutsirovannye drevesnye rasteniya flory Sibiri, Evropy, Sredizemnomor'ya, Kryma, Kavkaza i Srednej Azii* [Introduced trees and shrubs of the Belarusian SSR. Issue 3. Introduced woody plants from the flora of Siberia, Europe, the Mediterranean, the Crimea, the Caucasus and Central Asia.]. Minsk: Izdatelstvo AN BSSR; 1961. 333 p. Russian.
16. Buga SV, Zhorov DG, Leshchinskaya NV, Stekolshchikov AV. Aphids of the family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus. *Zoosystematica Rossica*. 2016;25(2):226–232. DOI: <https://doi.org/10.31610/zsr/2016.25.2.226>.
17. Zhorov DG. *Invazivnye vidy gemipteroidnykh nasekomyh (Insecta: Hemipteroidea) Belarusi (taksonomicheskij sostav, ekologicheskie gruppy, geograficheskoe rasprostranenie, biologicheskie osnovy vredonosnosti)* [Invasive species of hemipteroid insects (Insecta: Hemipteroidea) of Belarus (taxonomic structure, ecological groups, geographical distribution, biological basis of harmfulness)] [PhD thesis]. Minsk: BSU; 2017. 25 p. Russian.
18. Alekhnovich AV, et al. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Species in Belarus]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2016. 105 p. Russian.
19. Semenchenko VP, et al. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Species in Belarus]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2020. 163 s. Russian.
20. Fauna Europaea [Internet, cited 2023 March 30]. Museum für Naturkunde Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, version 2.6, 2013. Available from: <http://www.fauna-eu.org/>.
21. Holman J. *Host Plant Catalog of Aphids. Palaearctic Region*. Berlin: Springer; 2009. 1140 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8286-3>.

22. Zhorov DG, Buga SV. Adaptatsii biologicheskikh tsiklov chuzherodnykh dlya fauny Belarusi vidov tlej (Insecta: Sternorrhyncha: Aphidoidea) [Adaptation of life cycles of alien species of aphids (Insecta: Sternorrhyncha: Aphidoidea) to the fauna of Belarus]. In: *IV Zhuchenkovskie chteniya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye problemy adaptatsii» (Belgorod, 2018 September 24–26)*. Belgorod: ID «Belgorod» NIU «BelGU»; 2018. p. 95–97. Russian
23. Coeur D'Acier A, Pérez Hidalgo N, Petrović-Obradović O. Aphids (Hemiptera, Aphididae). Chapter 9.2. *BioRisk*. 2010; 4(1):435–474. DOI: 10.3897/biorisk.4.57.
24. Ivanov AF, Ivanova EV, Krasnik AI, Musiyakina NF, Nesterovich ND, Ponomareva AV, Sirotkina RG, Smol'skaya EN, Chekalinskaya NI. *Introdutsirovannye derev'ya i kustarniki Belorusskoj SSR. Vypusk 2. Introdutsirovannye drevesyne rasteniya flory Severnoj Ameriki* [Introduced trees and shrubs of the Belarusian SSR. Issue 2. Introduced woody plants of North American flora]. Minsk: Izdatelstvo AN BSSR; 1960. 295 p. Russian.
25. Emden VHF, Harrington R. *Aphids as Crop Pest*. Wallingford, UK, Cambridge, MA: CABI; 2007. 717 p.
26. Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) [Internet, cited 2023 March 30]. Available from: <http://www.cabi.org/>.
27. Soroka SV. (ed.). *Integrirovannye sistemy zashchity sel'skohozyajstvennykh kul'tur ot vreditel'ej, boleznej i sornyakov. Rekomendatsii* [Integrated crop protection systems against pests, diseases and weeds. Recommendations]. Minsk: Belorusskaya nauka; 2005. 463 s. Russian.
28. Raychaudhuri DN, editor. *Aphids of North-East India and Bhutan*. Calcutta: Zoological Society; 1980. 521 p.
29. Carvalho LM, de Bueno VHP, Martinez RP. Alate aphids survey on vegetable crops in Lavras (MG). *Cienc. Agrotecnol.* 2002;26(3): 523–532.
30. Pal M, Singh R. Biology and ecology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (LINN.) (Homoptera: Aphididae): A review. *Journal of Aphidology*. 2013;27:59–78.
31. Hot'ko EI, Pankevich TP, Molchanova RV, Yarchakovskaya SI. *Spravochnik vreditel'ej plodovyh i yagodnyh kul'tur* [Handbook of pests of fruit and berry crops]. Minsk: Belaruskaya encyklopedyya; 2005. 260 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 21.04.2023.
Received by editorial board 21.04.2023.

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

<i>Макаренко Т. В., Хаданович А. В., Пырх О. В., Попичева Е. А.</i> Накопление меди и марганца в системе «дно – моллюски» в водоемах г. Гомеля и на прилегающих территориях	4
<i>Малькова И. Л., Рубцова И. Ю., Семакина А. В., Петухова Л. Н.</i> Особенности проявления клещевых инфекций в отдельных регионах Российской Федерации в связи с глобальным потеплением климата	16
<i>Жоров Д. Г., Воробьева М. М.</i> Экологические особенности и ДНК-штрихкодирование чужеродных видов Arhidoidea, включенных в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси.....	25
<i>Бонина Т. А., Мазец Ж. Э., Прохоцкая Н. С.</i> Комплексная оценка экологического состояния урбоэкосистемы г. Слуцка	40

РАДИОЛОГИЯ И РАДИОБИОЛОГИЯ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<i>Атрошко М. А., Литвяк В. В., Шахаб С. Н., Кравченко В. А., Батян А. Н.</i> Квантово-химическое моделирование радиационно-индуцированной деструкции крахмала	48
<i>Кляус В. В., Жукова О. М., Гусейнова Д. И., Бабич Е. А.</i> Метод оценки доз облучения персонала и населения в результате ингаляционного поступления радионуклидов при пожарах на территориях с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.....	57

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

<i>Савицкая Т. В.</i> Полиморфизм генов <i>MDR1</i> , <i>MTHFR</i> , <i>GSTM1</i> , <i>GSTT1</i> и предрасположенность к развитию острого лейкоза у детей	68
---	----

ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

<i>Самусик Е. А., Головатый С. Е.</i> Реакция пигментной системы древесных растений на газопылевое загрязнение	78
<i>Любчик О. А.</i> Декарбонизация энергетического сектора: разработка Калькулятора сокращения выбросов парниковых газов	87
<i>Ломонос О. Л., Ломонос М. М.</i> Динамика применения удобрений и потери элементов питания на сельскохозяйственных землях Беларуси.....	96