



ЖУРНАЛ
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

БИОЛОГИЯ

JOURNAL
OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

BIOLOGY

Издается с января 1969 г.
(до 2017 г. – под названием «Вестник БГУ.
Серия 2, Химия. Биология. География»)

Выходит три раза в год

3

2018

МИНСК
БГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор	СИДОРОВ А. В. – доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры физиологии человека и животных биологического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь. E-mail: sidorov@bsu.by
Заместитель главного редактора	ДЕМИДЧИК В. В. – доктор биологических наук, доцент; заведующий кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений биологического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь. E-mail: dzemidchik@bsu.by
Ответственный секретарь	ХРАМЦОВА Е. А. – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры генетики биологического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь. E-mail: elena_khramtsova@inbox.ru

Гельтман Д. В.	Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия.
Давыденко О. Г.	Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
Зинченко А. И.	Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
Кильчевский А. В.	Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь.
Кульчицкий В. А.	Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
Медведев С. С.	Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия.
Решетников В. Н.	Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
Семак И. В.	Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
Титок М. А.	Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
Усанов С. А.	Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief	SIDOROV A. V. , doctor of science (biology), full professor; professor at the department of human and animal physiology of the faculty of biology of the Belarusian State University, Minsk, Belarus. E-mail: sidorov@bsu.by
Deputy editor-in-chief	DEMIDCHIK V. V. , doctor of science (biology), docent; head of the department of plant cell biology and bioengineering of the faculty of biology of the Belarusian State University, Minsk, Belarus. E-mail: dzemidchik@bsu.by
Executive secretary	KHRAMTSOVA E. A. , PhD (biology), docent; associate professor at the department of genetics of the faculty of biology of the Belarusian State University, Minsk, Belarus. E-mail: elena_khramtsova@inbox.ru

Geltman D. V.	V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia.
Davydenko O. G.	Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.
Zinchenko A. I.	Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.
Kilchevsky A. V.	National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.
Kulchitsky V. A.	Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.
Medvedev S. S.	Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia.
Reshetnikov V. N.	Central Botanical Garden, Minsk, Belarus.
Semak I. V.	Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Titok M. A.	Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Usanov S. A.	National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.

УДК 547.458.6+637.144.5+543.426

КОМПЛЕКСЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ПЕПТИДАМИ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ МОЛОКА: ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ

Т. Н. ГОЛОВАЧ¹⁾, Е. И. ТАРУН²⁾,
В. Г. ЦЫГАНКОВ³⁾, А. Д. БУТИНА¹⁾, В. П. КУРЧЕНКО¹⁾

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

²⁾Международный государственный экологический институт

им. А. Д. Сахарова БГУ, ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

³⁾Научно-практический центр гигиены, ул. Академическая, 8, 220012, г. Минск, Беларусь

Проведен сравнительный анализ органолептических и антиоксидантных свойств клатратов β-циклодекстрина с пептидами сывороточных белков молока. Согласно данным термогравиметрического анализа, подтверждено образование комплексов включения и установлено увеличение термостабильности пептидов в составе клатратов. Показано снижение горечи экспериментальных образцов комплексов на 20–70 % и возрастание антирадикальной активности в 1,3–1,6 раза по сравнению с исходным гидролизатом. При повышении температуры комплексообразования с 25 до 50 °С наблюдалось увеличение антиоксидантного эффекта и улучшение органолептических

Образец цитирования:

Головач ТН, Тарун ЕИ, Цыганков ВГ, Бутина АД, Курченко ВП. Комплексы включения циклодекстрина с пептидами сывороточных белков молока: характеристика антиоксидантной активности. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;3:3–13.

For citation:

Halavach TM, Tarun EI, Zhygankov VG, Butina AD, Kurchenko VP. Inclusion complexes of cyclodextrin with whey peptides: characteristic of antioxidant activity. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:3–13. Russian.

Авторы:

Татьяна Николаевна Головач – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории прикладных проблем биологии биологического факультета.

Екатерина Ивановна Тарун – кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры экологической химии и биохимии факультета экологической медицины.

Василий Георгиевич Цыганков – кандидат медицинских наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиены пищевых продуктов.

Анастасия Дмитриевна Бутина – студентка биологического факультета. Научный руководитель – Т. Н. Головач.

Владимир Петрович Курченко – кандидат биологических наук, доцент; заведующий лабораторией прикладных проблем биологии биологического факультета.

Authors:

Tatsiana M. Halavach, PhD (biology); senior researcher at the laboratory of applied biology, faculty of biology.

halavachtn@gmail.com

Ekaterina I. Tarun, PhD (chemistry), docent; associate professor at the department of environmental chemistry and biochemistry, faculty of environmental medicine.

ktarun@tut.by

Vasily G. Zhygankov, PhD (medicine), docent; leading researcher at the laboratory of complex problems of food hygiene.

vgz@tut.by

Anastasia D. Butina, student at the faculty of biology.

nastuha-24@mail.ru

Vladimir P. Kurchenko, PhD (biology), docent; head of the laboratory of applied biology, faculty of biology.

kurchenko@tut.by

свойств клатратов. Перспективным является использование гидролизатов белков молока с выраженным горьким вкусом в составе биологически активных комплексов включения с β -циклодекстрином, обладающих приемлемыми органолептическими свойствами и высоким антиоксидантным потенциалом.

Ключевые слова: гидролизат сывороточных белков; горечь пептидов; β -циклодекстрин; клатраты циклодекстрина с пептидами; термогравиметрия; органолептические свойства; антиоксидантная активность.

INCLUSION COMPLEXES OF CYCLODEXTRIN WITH WHEY PEPTIDES: CHARACTERISTIC OF ANTIOXIDANT ACTIVITY

T. M. HALAVACH^a, E. I. TARUN^b,
V. G. ZHYGANKOV^c, A. D. BUTINA^a, V. P. KURCHENKO^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bInternational Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,
23/1 Daŭhabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus

^cScientific Practical Centre of Hygiene, 8 Akademičnaja Street, Minsk 220012, Belarus

Corresponding author: T. M. Halavach (halavachtn@gmail.com)

A comparative analysis of organoleptic and antioxidant properties of β -cyclodextrin clathrates with peptides of whey proteins was carried out. According to the data of thermogravimetric analysis the formation of inclusion complexes was confirmed and the increase in thermal stability of peptides in composition of clathrates was established. The reduction in bitter taste of the experimental complexes by 20–70 % and the increase in antiradical activity in 1.3–1.6 times compared to initial hydrolysate was shown. With the raise in complexation temperature from 25 to 50 °C the increase in antioxidant effect and the improvement in organoleptic properties of clathrates were achieved. Perspective is the use of milk protein hydrolysates with pronounced bitter taste in the composition of biologically active inclusion complexes with β -cyclodextrin which have acceptable organoleptic properties and high antioxidant potential.

Key words: whey protein hydrolysates; bitter peptides; β -cyclodextrin; cyclodextrin clathrates with peptides; thermogravimetry; organoleptic properties; antioxidant activity.

Введение

Гидролизованные белки молока характеризуются высокой функциональной ценностью в связи с содержанием пептидов, обладающих биологически активными свойствами (иммуномодулирующим, гипотензивным, антиоксидантным, антимикробным и другими действиями) [1]. Вместе с тем гидролизаты имеют специфический горький вкус, который обусловлен наличием в пептидах определенных аминокислот (фенилаланин, триптофан, тирозин, изолейцин, пролин и гистидин) [2–4].

Предложены различные способы снижения горечи белковых гидролизатов: хроматография гидрофобного взаимодействия [5], обработка активированным углем [6], расщепление специфическими пептидазами [7; 8], изоэлектрическая преципитация и др. [9]. Основными недостатками данных методов считаются снижение количества незаменимых аминокислот, возрастание осмолярности продукта, высокая стоимость, низкая эффективность некоторых ферментативных реакций в промышленном масштабе, токсичность ряда органических растворителей, образование большого объема побочных продуктов производства. Востребованными являются новые подходы, обеспечивающие сохранность биологически активных компонентов и улучшение их органолептических свойств.

Циклодекстрины (ЦД), или циклические олигосахариды, обладают специфической конусообразной пространственной структурой, включающей гидрофобную полость, что обуславливает способность формировать комплексы включения (клатраты) с различными соединениями [10; 11]. Для клатратов показана повышенная растворимость, устойчивость к химическим и физическим факторам, лучшая переносимость и биодоступность в отличие от исходных лекарственных средств [12].

Согласно данным литературы, образование комплексов ЦД с пептидами и аминокислотами, для которых характерен выраженный горький вкус, приводит к улучшению их органолептических показателей [13–16]. Формирование комплексов включения α -ЦД (6 глюкопиранозных остатков, объединенных α -(1,4)-связями) с аминокислотами гидролизованных белков сои было подтверждено с применением техник ядерного магнитного резонанса (ЯМР) [15]. Установлено, что сродство аминокислот с полостью ЦД убывает в последовательности: фенилаланин $\approx$ триптофан $>$ пролин $>$ изолейцин $\approx$ тирозин $\approx$ гистидин. Внесение α -ЦД обусловило улучшение органолептических свойств как растворов чистых аминокислот, так и белкового гидролизата сои. Наряду с этим изучено формирование комплексов с β -ЦД (7 глюкопиранозных остатков) [16]. Для тестируемых аминокислот показано снижение сродства к β -ЦД в ряду: трип-

тофан > тирозин > фенилаланин > пролин > гистидин > изолейцин. Комплексообразование с β -ЦД привело к уменьшению горечи чистых аминокислот, а также пептидов сои. Ощущение горечи было снижено на 90 % при внесении 5 % β -ЦД, в связи с чем данный циклический олигосахарид рекомендован в качестве перспективной добавки для маскирования горького вкуса новых функциональных продуктов питания.

Эффективная защита от окислительного стресса обеспечивается различными антиоксидантами, которые препятствуют распространению окислительных реакций [17]. По данным литературы изучена антиоксидантная активность (АОА) природных веществ и их комплексов включения с ЦД [18–23]. В частности, с применением ЯМР-анализа показано образование комплексов рутина с α -, β -ЦД и его производными; в тест-системе 2,2'-азино-бис-3-этилбензтиазолино-6-сульфоновая кислота – Тролокс для полученных образцов установлено возрастание АОА за счет увеличения стабильности рутина в составе ЦД [18]. Напротив, при восстановлении 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH)-радикала обнаружено незначительное увеличение антирадикальных свойств клатратов ЦД (β -ЦД и гидроксипропил- β -ЦД) с ресвератролом наряду с возрастанием растворимости исследуемого соединения [19]. Для увеличения биодоступности высокоактивного природного антиоксиданта куркумина также получают наноструктуры с ЦД [20]. В тест-системе с DPPH-радикалом показано четырехкратное возрастание АОА клатратов β -ЦД с катехином по сравнению с чистым веществом [21]. Для кофейной кислоты в реакции с DPPH-радикалом установлена большая АОА в комплексе с α -ЦД, чем с β -ЦД [22]. Различные радикалвосстанавливающие свойства выявлены для изомеров кумаровой кислоты в составе клатратов β -ЦД [23].

Известно, что антиоксидантная активность белков и их производных связана с восстанавливающими свойствами аминокислотных радикалов метионина, гистидина, триптофана и тирозина [24; 25]. Согласно литературным источникам, образование клатратов с ЦД приводит к уменьшению горечи аминокислот и пептидов [13–16], в то же время не установлено влияние комплексообразования на их антирадикальную активность. Актуальность работы связана с получением комплексов включения ЦД с пептидами молока как компонента специализированных продуктов питания, определением органолептических и биологически активных свойств клатратов.

Цель исследования – изучение биологически активных комплексов включения β -ЦД с пептидами сывороточных белков молока. Объекты исследования – экспериментальные образцы клатратов β -ЦД с пептидами сывороточной фракции молока. Предмет исследования – органолептические и антиоксидантные свойства полученных клатратов.

Материалы и методы исследования

В исследовании применяли β -ЦД производства *Roquette* (Франция), гидролизат белков молочной сыворотки *Peptigen IF 3080 WPH* производства *Arla Foods Ingredients Group* (Дания) с массовой долей белка 80 % и степенью гидролиза 22–28 %, содержащий до 99,9 % фракции с молекулярной массой менее 10 кДа.

Готовили 2 серии растворов, содержащих 3 % β -ЦД и 5 % пептидов (1-я серия), 5 % β -ЦД и 5 % пептидов (2-я серия). Полученные растворы циклического олигосахаридов и гидролизата инкубировали в течение 4 ч при температуре 25 и 50 °С в условиях постоянного перемешивания (200 об/мин). Оценку органолептических свойств жидких экспериментальных образцов проводили согласно методике, описанной в [16]. При дегустации 5 % раствор гидролизата сывороточных белков молока использовали в качестве контроля. Для последующего анализа образцы клатратов лиофильно высушивали при температуре –53 °С, давлении 0,1 атм в течение 24–48 ч.

Для ВЭЖХ-анализа применяли хроматограф *Agilent 1100* производства *Agilent* (США), разделение белков и пептидов молока проводили на колонке *Zorbax-300SB C8* (4,6 × 250,0 мм, 5 мкм) производства *Agilent* (США) в соответствии с методикой, представленной в [26]. Молекулярно-массовый состав гидролизата сывороточных белков молока изучали с помощью прибора *Bruker Microflex* производства *Bruker* (США).

Определение параметров термической деструкции экспериментальных образцов клатратов β -ЦД с пептидами осуществляли с использованием термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) на приборе *TGA/DSC1 (Mettler Toledo, Швейцария)*. Расчет эффективной энергии активации E_a проводили в соответствии с методом Бройдо по кривым ТГА [27]. Навеска материала составляла 20 мг, разрешение 1 мкг; ТГА/ДСК-анализ выполняли в температурном диапазоне 30–600 °С, скорость подъема температуры 5 °С/мин, точность ± 2 °С. В качестве контрольных использовали чистые вещества (пептиды и β -ЦД) и механические смеси гидролизата и β -ЦД в массовом соотношении 5 : 3 и 1 : 1.

АОА экспериментальных образцов клатратов оценивали с применением флуориметрического метода (*Oxygen Radical Absorbance Capacity, ORAC*), основанного на подавлении флуоресценции флуоресцеина (ФЛ) в результате его окисления кислородными радикалами и ингибирования этого процесса антиоксидантами. В настоящей работе использовали методику, описанную в [28]. Результаты 3 независимых

опытов представлены как среднее арифметическое значение $\pm$ доверительный интервал. Достоверность различий между выборками экспериментальных данных определяли методом доверительных интервалов.

Результаты и их обсуждение

Для получения клатратов с β -ЦД применяли гидролизат сывороточных белков молока Peptigen IF 3080 WPH. По результатам ВЭЖХ (рис. 1) он содержит пептидную фракцию с молекулярной массой менее 10 кДа, что подтверждено данными масс-спектрометрического анализа и соответствует показателям, заявленным изготовителем.

В связи с относительно высокой степенью гидролиза белковых субстратов для данного образца характерен выраженный горький вкус. С целью улучшить органолептические свойства получены комплексы включения β -ЦД с пептидами сывороточных белков молока согласно представленной выше методике. В настоящем исследовании установлено влияние комплексообразования с β -ЦД на органолептические показатели и антиоксидантную активность гидролизата Peptigen IF 3080 WPH.

Согласно экспериментальным данным, гидролизат сывороточных белков (ГСБ) хорошо растворим при 25 °C и обладает выраженной горечью (10 баллов) (рис. 2). Инкубирование пептидов с β -ЦД при 25 °C обусловило изменение вкуса до умеренно горького (6–8 баллов) наряду с частичным растворением циклического олигосахарида. Предварительное нагревание раствора β -ЦД и последующее инкубирование с гидролизатом при 50 °C обеспечили возрастание растворимости олигосахарида и значительное уменьшение горечи пептидов (3–4 балла, или 30–40 % по сравнению с контрольным образцом гидролизата).

Для подтверждения образования клатратов β -ЦД с пептидами использовали ТГА/ДСК-анализ. Принцип ДСК заключается в фиксации изменения энтальпии системы во времени при увеличении температуры в определенном диапазоне с установленной скоростью. ТГА основан на фиксации изменения массы исследуемого образца при аналогичном изменении температуры. Результаты ТГА представлены в виде кривой потери массы (термогравиметрия, ТГ/TG) и кривой скорости v изменения массы образца в зависимости от температуры системы (дифференциальная термогравиметрия, ДТГ/DTG). Для каждого образца установлены стадии термического разложения в условиях программируемого нагрева от 30 до 600 °C со скоростью 5 °C/мин.

В табл. 1 приведена сравнительная характеристика параметров термического разложения чистых веществ (гидролизат, циклический олигосахарид), механических смесей чистых веществ и клатратов по данным ДТГ/ТГ-профилей. Так, для образца β -ЦД характерен пик потери массы при 304,6 °C с максимумом скорости термодеструкции, составляющим 0,65 мг/°C. В случае гидролизата сывороточных белков выявлены многочисленные пики разложения с максимумами скорости потери массы при 202,2; 300,3 и 477,5 °C (0,040; 0,065 и 0,14 мг/°C соответственно).

Таблица 1

**Сравнительный анализ параметров термического разложения
контрольных образцов и клатратов согласно данным ДТГ/ТГ-профилей
(в области доминирующего пика, соответствующего термодеструкции β -ЦД)**

Table 1

**Comparative analysis of thermal decomposition parameters
of control samples and clathrates according to data of DTG/TG-profiles
(in region of dominant peak corresponding to thermal degradation of β -CD)**

Образец	Температура максимальной скорости деструкции $T_{v_{\max}}$, °C	Максимальная скорость деструкции $v_{\max}$, мг/°C	Количество образца в системе при $T_{v_{\max}}$, % от исходного содержания	Энергия активации E_a , кДж/моль
ГСБ (контроль)	300,3	0,065	65,5	47
β -ЦД (контроль)	304,6	0,65	58,7	357
Механическая смесь (ГСБ : β -ЦД = 5 : 3)	321,3	0,17	57,3	80
5 % ГСБ + 3 % β -ЦД (25 °C)*	309,0	0,12	63,0	70
5 % ГСБ + 3 % β -ЦД (50 °C)*	310,4	0,13	62,9	72
Механическая смесь (ГСБ : β -ЦД = 1 : 1)	315,6	0,15	58,9	82
5 % ГСБ + 5 % β -ЦД (25 °C)*	304,9	0,24	61,1	94
5 % ГСБ + 5 % β -ЦД (50 °C)*	301,8	0,17	62,7	85

*Температура образования комплекса.

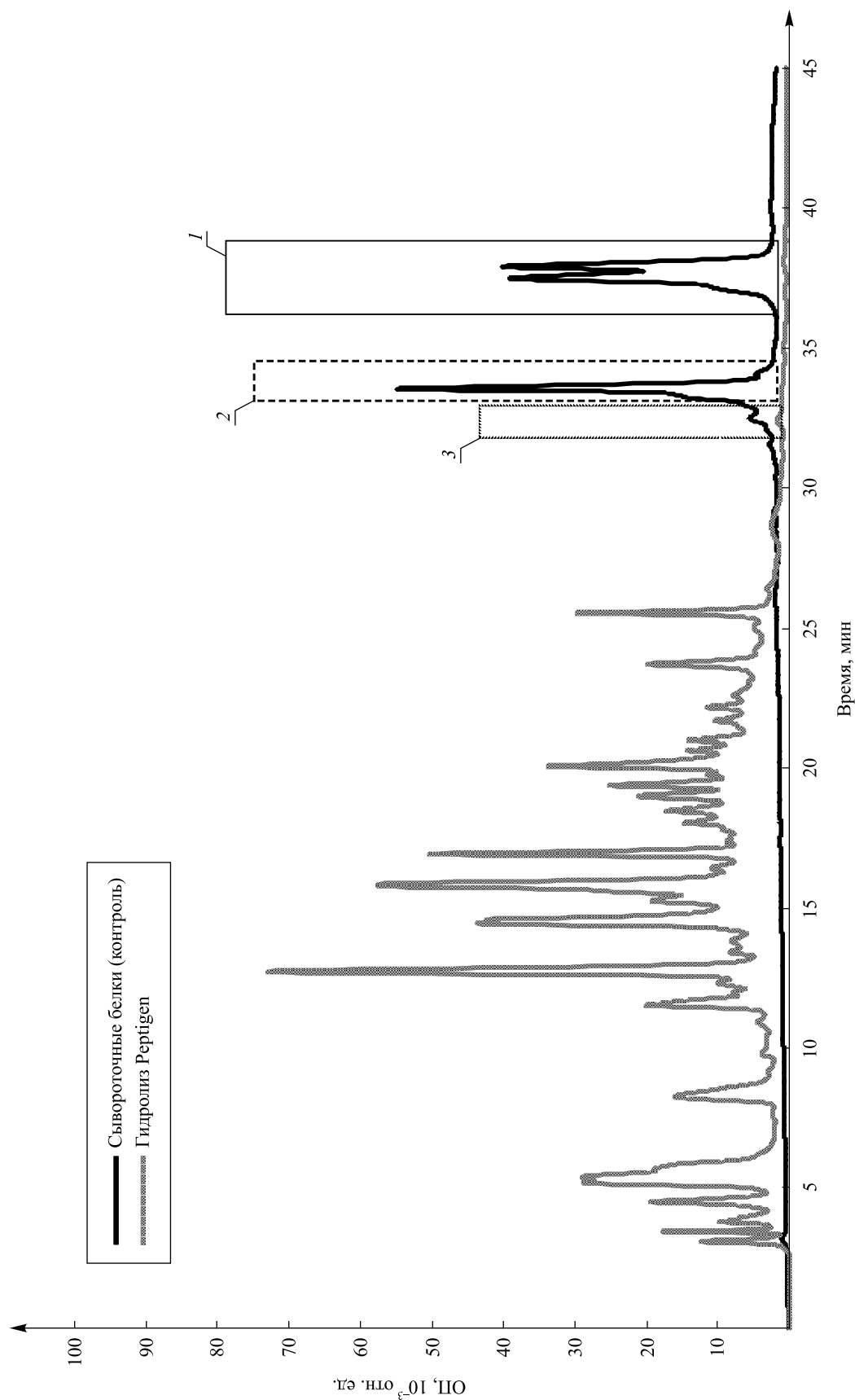


Рис. 1. ВЭЖХ-профиль гидролизата Pertigen IF 3080 WPH.

1 — генетические варианты β -лактоглобулина (A и B); 2 — α -лактальбумин; 3 — бычий сывороточный альбумин

Fig. 1. HPLC-profile of hydrolysate Pertigen IF 3080 WPH.

1 — genetic variants of β -lactoglobulin (A and B); 2 — α -lactalbumin; 3 — bovine serum albumin

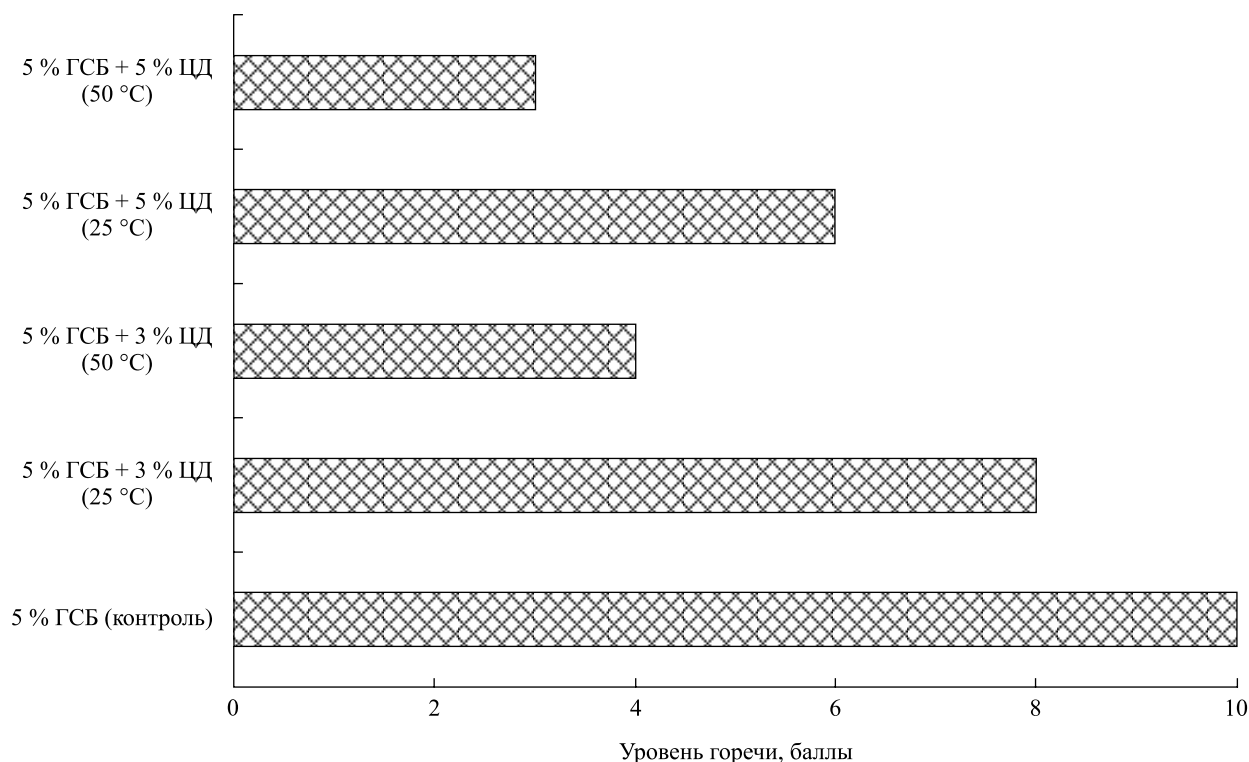


Рис. 2. Органолептические свойства водных растворов
опытных образцов клатратов β -ЦД с пептидами сывороточных белков молока

Fig. 2. Organoleptic properties of aqueous solutions containing
experimental samples of β -CD clathrates with peptides of whey proteins

ДТГ-профили механических смесей гидролизата с β -ЦД (1 : 1 и 5 : 3) представляют собой наложение пиков потери массы индивидуальных соединений (рис. 3). Установлено смещение пика термодеструкции циклического олигосахарида с 304,6 до 315,6 и 321,3 °C при соотношении между гидролизатом и β -ЦД, равном 1 : 1 и 5 : 3 соответственно.

В образцах клатратов сохраняется доминирующий пик термодеструкции β -ЦД со смещением и изменением его конфигурации, тогда как практически не выявляются пики разложения, характерные для смеси пептидов, что подтверждает образование комплексов включения. Кроме того, на ДСК-профилях образцов клатратов обнаружены экзотермические пики в температурном диапазоне 310,0–322,2 °C, не свойственные для механических смесей.

В случае клатратов, полученных при смешивании компонентов в соотношении 1 : 1, с увеличением температуры образования комплексов включения с 25 до 50 °C показано уширение пика термодеструкции β -ЦД и снижение скорости потери массы образца с 0,24 до 0,17 мг/°C (см. рис. 3, а), а следовательно, возрастание устойчивости соответствующего образца к термодеструкции.

ДТГ/ТГ/ДСК-профили клатратов, изготовленных в результате смешивания компонентов в соотношении 5 : 3 при температуре 25 и 50 °C, были сопоставимы. Вместе с тем для данных образцов комплексов по сравнению с соответствующей механической смесью (соотношение 5 : 3) установлено уменьшение температуры максимальной скорости плавления с 321,3 до 309,0–310,4 °C и снижение скорости термодеструкции с 0,17 до 0,12–0,13 мг/°C (см. рис. 3, б).

Следует отметить уменьшение потери массы комплексов на 5,6–5,7 и 2,2–3,8 % для образцов, полученных при соотношении компонентов 5 : 3 и 1 : 1 соответственно, по сравнению с механическими смесями (см. табл. 1). Это обусловлено как снижением количества воды в образцах, так и защитным эффектом комплексообразования, который более выражен в образцах, содержащих пептиды и β -ЦД в соотношении 5 : 3.

Энергия активации E_a гидролизата и β -ЦД составила 47 и 357 кДж/моль соответственно, тогда как для механических смесей она была равна 80–82 кДж/моль. В то же время E_a образцов клатратов, полученных при соотношении компонентов 5 : 3, достигала 70–72 кДж/моль, а клатратов с содержанием компонентов 1 : 1 составляла 85–94 кДж/моль. В целом для механических смесей и клатратов показано увеличение E_a по сравнению с образцом гидролизата, а следовательно, наблюдается стабилизация смеси пептидов в составе механических смесей и комплексов включения с β -ЦД.

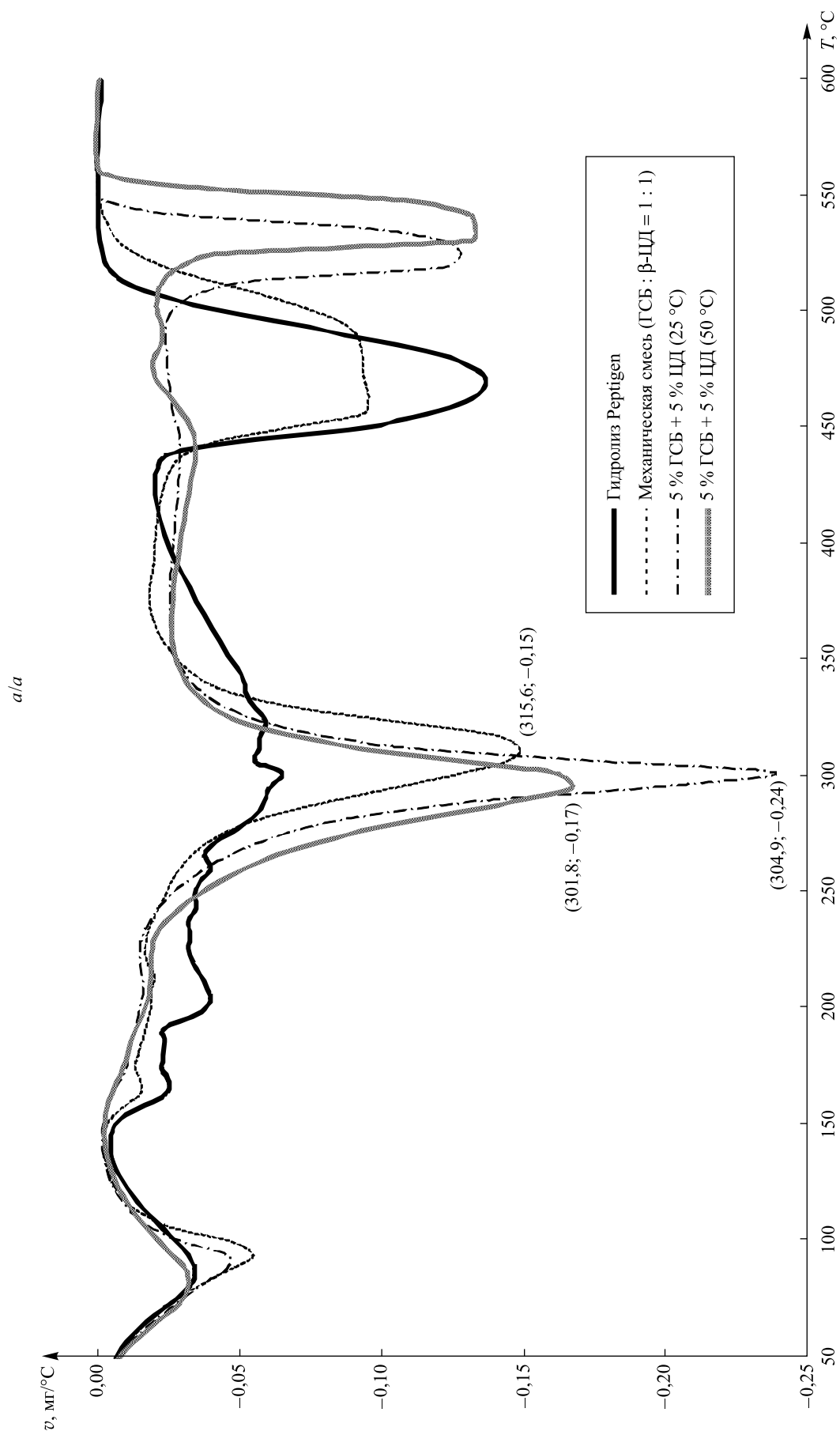


Рис. 3. ДТГ-профили контрольных и опытных образцов, полученных при соотношении ГСБ и β -ЦД, равном 1 : 1 (а)

Fig. 3. DTG-profiles of control and test samples obtained with the ratio of WPH and β -CD equal to 1 : 1 (a)

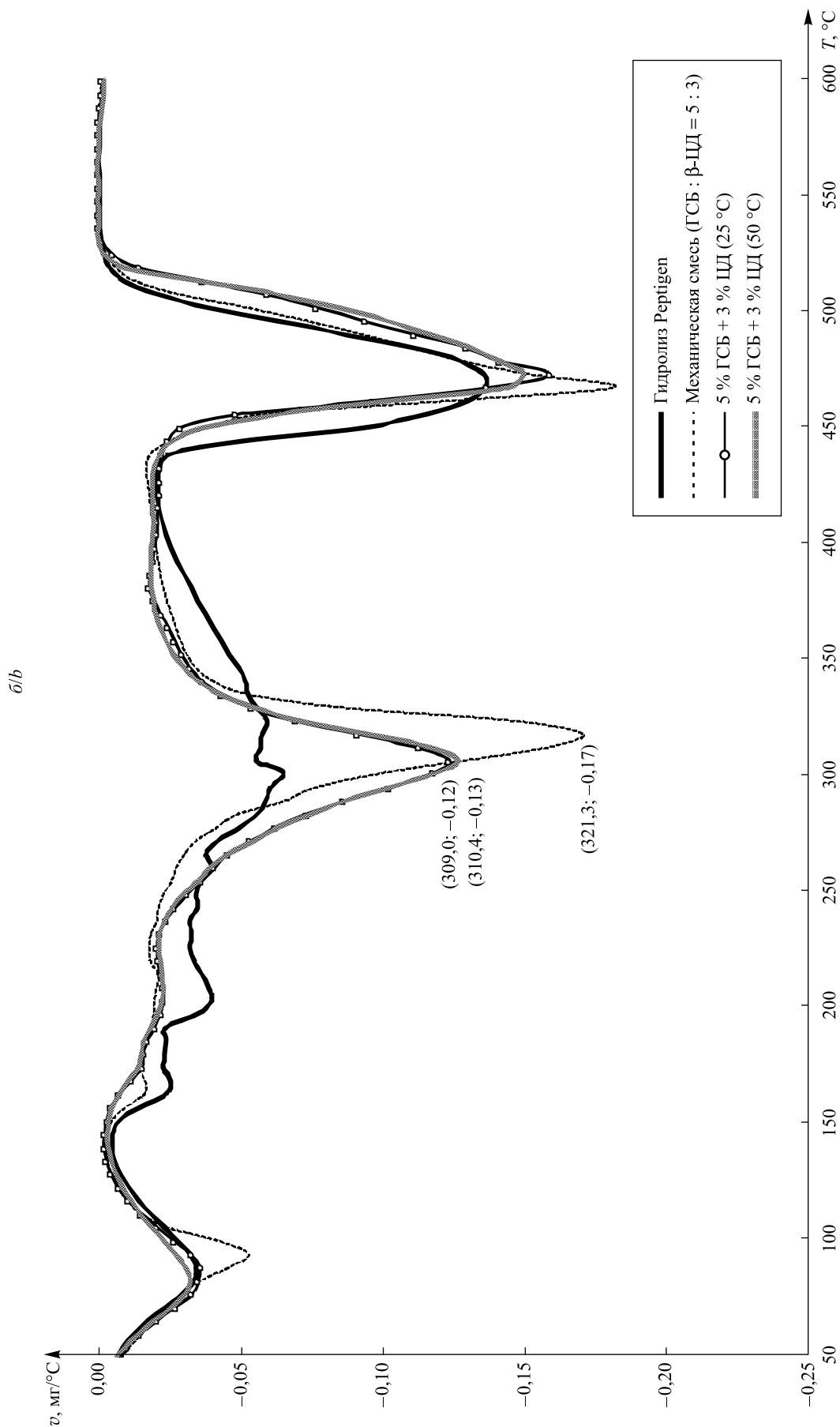


Рис. 3. ДТГ-профили контрольных и опытных образцов, полученных при соотношении ГСБ и β -ЦД, равном 5 : 3 (б) (окончание)

Fig. 3. DTG-profiles of control and test samples obtained with the ratio of WPH and β -CD equal to 5 : 3 (b) (ending)

На следующем этапе определена антиоксидантная активность клатратов β -ЦД с пептидами сывороточных белков и исходного гидролизата Peptigen IF 3080 WPH. Получены зависимости интенсивности флуоресценции ФЛ от концентрации комплексов включения, пептидов и циклического олигосахарида. Исследования проведены в широком диапазоне содержания изучаемых соединений (0,01–10,0 мг/мл). Экспериментальные образцы восстанавливали флуоресценцию ФЛ до 86–92 %. Графически определены показатели IC_{50} – концентрации образцов, соответствующие 50 % ингибированию активных форм кислорода. Расчет IC_{50} осуществляли на содержание сухого вещества и количество белковой фракции в составе клатратов (табл. 2).

Значение IC_{50} для образца гидролизата сывороточных белков составило $51,9 \pm 3,5$ мкг/мл, тогда как для циклического олигосахарида равнялось $66,0 \pm 3,0$ мкг/мл. В случае расчета IC_{50} на содержание сухого вещества сравнение комплексов, полученных при различном соотношении компонентов, позволило установить снижение АОА при уменьшении количества пептидной фракции. Вместе с тем показано увеличение антирадикального потенциала с возрастанием температуры образования комплексов. При расчете величин IC_{50} на содержание белкового компонента в клатратах не установлено достоверное влияние количества вносимого циклического олигосахарида на способность восстанавливать уровень флуоресценции в тест-системе. Кроме того, выявлено возрастание антиоксидантных свойств комплексов включения, полученных при 25 и 50 °С, в 1,3 и 1,6 раза соответственно. Наиболее показательным является расчет значений IC_{50} на количество пептидной фракции в комплексах.

Таблица 2

Показатели антиоксидантной активности гидролизата
Peptigen IF 3080 WPH, β -ЦД и их клатратов

Table 2

Parameters of antioxidant activity of hydrolysate
Peptigen IF 3080 WPH, β -CD and their clathrates

Образец	IC_{50} , мкг(сухого вещества)/мл	IC_{50} , мкг(белка)/мл
5 % ГСБ + 3 % ЦД (25 °С)*	$68,0 \pm 2,4$	$42,5 \pm 1,5$
5 % ГСБ + 5 % ЦД (25 °С)*	$80,1 \pm 5,7$	$40,1 \pm 2,9$
5 % ГСБ + 3 % ЦД (50 °С)*	$50,3 \pm 1,2$	$31,5 \pm 0,7$
5 % ГСБ + 5 % ЦД (50 °С)*	$66,2 \pm 4,8$	$33,1 \pm 2,4$
Гидролизат Peptigen	$51,9 \pm 3,5$	$51,9 \pm 3,5$
β -Циклодекстрин	$66,0 \pm 3,0$	—

*Температура образования комплекса.

По данным литературы, образование клатратов с β -ЦД приводит к улучшению органолептических свойств аминокислот и пептидов [13–16]. В настоящей работе установлено влияние комплексообразования как на вкусовые качества, так и на антирадикальную активность пептидов молочной сыворотки. Так, для клатратов β -ЦД с пептидами сывороточных белков показано увеличение антиоксидантного потенциала. Максимальная ингибирующая активность по отношению к активированным формам кислорода установлена для комплексов включения, полученных при температуре 50 °С, что в 1,6 раза превышает показатели гидролизата белков молочной сыворотки.

Заключение

Получены экспериментальные образцы клатратов β -ЦД с пептидами сывороточных белков молока, оценены их органолептические свойства и антиоксидантный потенциал. По данным ТГА подтверждено образование клатратов β -ЦД с гидролизатом. Установлено возрастание термостабильности смеси пептидов в составе механической смеси и клатратов с циклическим олигосахаридом. С применением флуориметрического метода для клатратов β -ЦД с гидролизатом, изготовленных при 50 °С, выявлено существенное снижение горечи (на 60–70 %) и увеличение антирадикальных свойств в 1,6 раза по сравнению с исходными пептидами.

Библиографические ссылки

1. Sánchez A, Vázquez A. Bioactive peptides: a review. *Food Quality and Safety*. 2017;1(1):29–46. DOI: 10.1093/fqs/fyx006.
2. Cho MJ, Unklesbay N, Hsieh FH, Clarke AD. Hydrophobicity of bitter peptides from soy protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52(19):5895–5501. DOI: 10.1021/jf0495035.
3. Raksakulthai R, Haard NF. Exopeptidases and their application to reduce bitterness in food: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2003;43(4):401–445. DOI: 10.1080/10408690390826572.
4. Saha BC, Hayashi K. Debitting of protein hydrolyzates. *Biotechnology Advances*. 2001;19(5):355–370. DOI: 10.1016/S0734-9750(01)00070-2.
5. Helbig NB, Ho L, Christy GE, Nakai S. Debitting of skim milk hydrolysates by adsorption for into acidic beverages. *Journal of Food Science*. 1980;45(2):331–335. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1980.tb02608.x.
6. Murray TK, Baker BE. Studies on protein hydrolysis: I. Preliminary observations on the taste of enzymic protein hydrolysates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1952;3(10):470–475. DOI: 10.1002/jsfa.2740031006.
7. Kanekanian A, Gallagher J, Evans EP. Casein hydrolysis and peptide mapping. *International Journal of Dairy Technology*. 2000;53(1):1–5. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2000.tb02648.x.
8. Ge SJ, Zhang LX. The immobilized porcine pancreatic exopeptidases and its application in casein hydrolysates debittering. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 1996;59(2):159–165. DOI: 10.1007/BF02787817.
9. Adler-Nissen J. Control of proteolytic reaction and of the level of bitterness in protein hydrolysis process. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 1984;34(3):215–222. DOI: 10.1002/jctb.280340311.
10. Sente L, Szejtli J. Cyclodextrins as food ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2004;15(3–4):137–142. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.019.
11. Yuliani S, Torley PJ, D'Arcy B, Nicholson T, Bhandari B. Extrusion of mixtures of starch and D-limonene encapsulated with β -cyclodextrin: flavour retention and physical properties. *Food Research International*. 2006;39(3):318–331. DOI: 10.1016/j.foodres.2005.08.005.
12. Martin Del Valle EM. Cyclodextrins and their uses: a review. *Process Biochemistry*. 2004;39(9):1033–1046. DOI: 10.1016/S0032-9592(03)00258-9.
13. Tamura M, Mori N, Miyoshi T, Koyama S, Kohri H, Oka H. Practical debittering using model peptides and related compounds. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1990;54(1):41–51. DOI: 10.1080/00021369.1990.10869906.
14. Nishijo J, Tsuchitani M. Interaction of L-tryptophan with α -cyclodextrin: studies with calorimetry and proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2001;90(2):134–140. DOI: 10.1002/1520-6017(200102)90:2<134::AID-JPS4>3.0.CO;2-T.
15. Linde GA, Junior AL, deFaria EV, Zanin GM. Taste modification of amino acids and protein hydrolysate by α -cyclodextrin. *Food Research International*. 2009;42:814–818. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.03.016.
16. Linde GA, Junior AL, deFaria EV, Zanin GM. The use of 2D NMR to study β -cyclodextrin complexation and debittering of amino acids and peptides. *Food Research International*. 2010;43:187–192. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.09.025.
17. Rattan SI. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals. *Free Radical Research*. 2006;40(12):1230–1238. DOI: 10.1080/10715760600911303.
18. Nguyen TA, Liu B, Zhao J, Thomas DS, Hook JM. An investigation into the supramolecular structure, solubility, stability and antioxidant activity of rutin/cyclodextrin inclusion complex. *Food Chemistry*. 2013;136:186–192. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.104.
19. Lu Z, Cheng B, Hu Y, Zhang Y, Zou G. Complexation of resveratrol with cyclodextrins: Solubility and antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2009;113:17–20. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.04.04.2.
20. Naksuriya O, Okonogi S, Schiffelers RM, Hennink WE. Curcumin nanoformulations: a review of pharmaceutical properties and preclinical studies and clinical data related to cancer treatment. *Biomaterials*. 2014;35:3365–3383. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2013.12.090.
21. Valarini O, Dantas JH, Barao CE, Zanoelo EF, Cardozo L, de Moraes FF. Formation of inclusion compounds of (+)catechin with β -cyclodextrin in different complexation media: spectral, thermal and antioxidant properties. *Journal of Supercritical Fluids*. 2017;121:10–18. DOI: 10.1016/j.supflu.2016.06.005.
22. Shiozawa R, Inoue Y, Murata I, Kanamoto I. Effect of antioxidant activity of caffeic acid with cyclodextrins using ground mixture method. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018;13(1):24–33. DOI: 10.1016/j.ajps.2017.08.006.
23. Stražišar M, Andrenšek S, Šmidovnik A. Effect of β -cyclodextrin on antioxidant activity of coumaric. *Food Chemistry*. 2008;110:636–642. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.02.051.
24. Hernández-Ledesma B, Dávalos A, Bartolomé B, Amigo L. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from alpha-lactalbumin and beta-lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005;53(3):588–593. DOI: 10.1021/jf048626m.
25. Zulueta A, Maurizi A, Frigola A, Esteve MJ, Coli R, Burini G. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*. 2009;19(6–7):380–385. DOI: 10.1016/j.idairyj.2009.02.003.
26. Kim SB, Seo IS, Khan MA, Ki KS, Lee WS, Lee HJ, et al. Enzymatic hydrolysis of heated whey: iron-binding ability of peptides and antigenic protein fractions. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(9):4033–4042. DOI: 10.3168/jds.2007-0228.
27. Broido A. A simple, sensitive graphical method of treating thermogravimetric analysis data. *Journal of Polymer Science. Part B: Polymer Physics*. 1969;7(10):1761–1773. DOI: 10.1002/pol.1969.160071012.
28. Тарун ЕИ. Сравнение антиоксидантных активностей галловой, кофейной и хлорогеновой кислот. *Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем* [Интернет]. [Протитировано 4 января 2018];2014;9(1):186–191. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/121910>.

References

1. Sánchez A, Vázquez A. Bioactive peptides: a review. *Food Quality and Safety*. 2017;1(1):29–46. DOI: 10.1093/fqs/fyx006.
2. Cho MJ, Unklesbay N, Hsieh FH, Clarke AD. Hydrophobicity of bitter peptides from soy protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52(19):5895–5501. DOI: 10.1021/jf0495035.
3. Raksakulthai R, Haard NF. Exopeptidases and their application to reduce bitterness in food: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2003;43(4):401–445. DOI: 10.1080/10408690390826572.
4. Saha BC, Hayashi K. Debittering of protein hydrolyzates. *Biotechnology Advances*. 2001;19(5):355–370. DOI: 10.1016/S0734-9750(01)00070-2.
5. Helbig NB, Ho L, Christy GE, Nakai S. Debittering of skim milk hydrolysates by adsorption for into acidic beverages. *Journal of Food Science*. 1980;45(2):331–335. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1980.tb02608.x.
6. Murray TK, Baker BE. Studies on protein hydrolysis: I. Preliminary observations on the taste of enzymic protein hydrolyzates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1952;3(10):470–475. DOI: 10.1002/jsfa.2740031006.
7. Kanekanian A, Gallagher J, Evans EP. Casein hydrolysis and peptide mapping. *International Journal of Dairy Technology*. 2000;53(1):1–5. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2000.tb02648.x.
8. Ge SJ, Zhang LX. The immobilized porcine pancreatic exopeptidases and its application in casein hydrolysates debittering. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 1996;59(2):159–165. DOI: 10.1007/BF02787817.
9. Adler-Nissen J. Control of proteolytic reaction and of the level of bitterness in protein hydrolysis process. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 1984;34(3):215–222. DOI: 10.1002/jctb.280340311.
10. Szentei L, Szejtli J. Cyclodextrins as food ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2004;15(3–4):137–142. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.019.
11. Yuliani S, Torley PJ, D'Arcy B, Nicholson T, Bhandari B. Extrusion of mixtures of starch and D-limonene encapsulated with β -cyclodextrin: flavour retention and physical properties. *Food Research International*. 2006;39(3):318–331. DOI: 10.1016/j.foodres.2005.08.005.
12. Martin Del Valle EM. Cyclodextrins and their uses: a review. *Process Biochemistry*. 2004;39(9):1033–1046. DOI: 10.1016/S0032-9592(03)00258-9.
13. Tamura M, Mori N, Miyoshi T, Koyama S, Kohri H, Oka H. Practical debittering using model peptides and related compounds. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1990;54(1):41–51. DOI: 10.1080/00021369.1990.10869906.
14. Nishijo J, Tsuchitani M. Interaction of L-tryptophan with α -cyclodextrin: studies with calorimetry and proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2001;90(2):134–140. DOI: 10.1002/1520-6017(200102)90:2<134::AID-JPS4>3.0.CO;2-T.
15. Linde GA, Junior AL, deFaria EV, Zanin GM. Taste modification of amino acids and protein hydrolysate by α -cyclodextrin. *Food Research International*. 2009;42:814–818. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.03.016.
16. Linde GA, Junior AL, deFaria EV, Zanin GM. The use of 2D NMR to study β -cyclodextrin complexation and debittering of amino acids and peptides. *Food Research International*. 2010;43:187–192. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.09.025.
17. Rattan SI. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals. *Free Radical Research*. 2006;40(12):1230–1238. DOI: 10.1080/10715760600911303.
18. Nguyen TA, Liu B, Zhao J, Thomas DS, Hook JM. An investigation into the supramolecular structure, solubility, stability and antioxidant activity of rutin/cyclodextrin inclusion complex. *Food Chemistry*. 2013;136:186–192. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.104.
19. Lu Z, Cheng B, Hu Y, Zhang Y, Zou G. Complexation of resveratrol with cyclodextrins: Solubility and antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2009;113:17–20. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.04.04.2.
20. Naksuriya O, Okonogi S, Schifflers RM, Hennink WE. Curcumin nanoformulations: a review of pharmaceutical properties and preclinical studies and clinical data related to cancer treatment. *Biomaterials*. 2014;35:3365–3383. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2013.12.090.
21. Valarini O, Dantas JH, Barao CE, Zanoelo EF, Cardozo L, de Moraes FF. Formation of inclusion compounds of (+)-catechin with β -cyclodextrin in different complexation media: spectral, thermal and antioxidant properties. *Journal of Supercritical Fluids*. 2017;121:10–18. DOI: 10.1016/j.supflu.2016.06.005.
22. Shiozawa R, Inoue Y, Murata I, Kanamoto I. Effect of antioxidant activity of caffeic acid with cyclodextrins using ground mixture method. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018;13(1):24–33. DOI: 10.1016/j.ajps.2017.08.006.
23. Stražišar M, Andrenšek S, Šmidovnik A. Effect of β -cyclodextrin on antioxidant activity of coumaric. *Food Chemistry*. 2008;110:636–642. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.02.051.
24. Hernández-Ledesma B, Dávalos A, Bartolomé B, Amigo L. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from alpha-lactalbumin and beta-lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005;53(3):588–593. DOI: 10.1021/jf048626m.
25. Zulueta A, Maurizi A, Frígola A, Esteve MJ, Coli R, Burini G. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal*. 2009;19(6–7):380–385. DOI: 10.1016/j.idairyj.2009.02.003.
26. Kim SB, Seo IS, Khan MA, Ki KS, Lee WS, Lee HJ, et al. Enzymatic hydrolysis of heated whey: iron-binding ability of peptides and antigenic protein fractions. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(9):4033–4042. DOI: 10.3168/jds.2007-0228.
27. Broido A. A simple, sensitive graphical method of treating thermogravimetric analysis data. *Journal of Polymer Science. Part B: Polymer Physics*. 1969;7(10):1761–1773. DOI: 10.1002/pol.1969.160071012.
28. Tarun EI. [Comparison of antioxidant activities of gallic, coffee and chlorogenic acids]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy funktsionirovaniya biosistem* [Proceedings of the Belarusian State University. Physiological, biochemical and molecular basis of functioning of biosystems] [Internet]. [Cited 2018 January 4];2014;9(1):186–191. Available from: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/121910>. Russian.

Статья поступила в редакцию 22.04.2018.
Received by editorial board 22.04.2018.

УДК 577.19+615.017

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯЦИИ ПРИРОДНЫМИ АДАПТОГЕНАМИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

О. И. ГУБИЧ¹⁾, А. П. КАПАНЕВА¹⁾, Е. В. БУРАК²⁾

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

²⁾Научно-практический центр гигиены, ул. Академическая, 8, 220012, г. Минск, Беларусь

Изучена сравнительная эффективность коррекции величин биохимических маркеров углеводного обмена у лабораторных крыс с экспериментальным сахарным диабетом препаратами природных адаптогенов (железницы крымской (*Sideritis scardica*), стевии многолетней (*Stevia rebaudiana*), имбиря аптечного (*Zingiber officinale*), лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill), суданской розы (*Hibiscus sabdariffa*), мумиё алтайского). Показано, что употребление крысами всех исследованных препаратов в определенной мере способствует нормализации величин маркеров углеводного обмена (активность α -амилазы, концентрация глюкозы, содержание пирувата). Действие отваров лимонника китайского и имбиря аптечного оказалось наиболее выраженным, превосходящим эффект коммерческого противодиабетического сбора «Садифит». Полученные результаты могут быть обусловлены наличием в составе данных растений флавоноидов, витаминов А, С, Е и ненасыщенных жирных кислот, проявляющих антиоксидантный эффект, а также гликозидов схизандрина и схизандрола (лимонник китайский) и сесквитерпена цингиберена (имбирь аптечный), способствующих повышению проницаемости клеточной мембраны для глюкозы.

Ключевые слова: адаптоген; углеводный обмен; сыворотка крови; аллоксан; экспериментальный сахарный диабет.

THE COMPARATIVE EFFICIENCY OF THE CARBOHYDRATE EXCHANGE REGULATION IN RATS WITH EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS BY NATURAL ADAPTOGENS

A. I. HUBICH^a, A. P. KAPANEVA^a, A. V. BURAK^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bScientific Practical Centre of Hygiene, 8 Akademičnaja Street, Minsk 220012, Belarus

Corresponding author: A. I. Hubich (hubich_oksana@tut.by)

This work is devoted to the study of the efficiency of the carbohydrate metabolism biochemical markers correction in laboratory rats with experimental diabetes mellitus by some natural adaptogens (*Sideritis scardica*, *Stevia rebaudiana*, *Zingiber officinale*, *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill, *Hibiscus sabdariffa*, mumijo). It is shown that the use of all the

Образец цитирования:

Губич ОИ, Капанева АП, Бурак ЕВ. Сравнительная эффективность регуляции природными адаптогенами углеводного обмена крыс с экспериментальным сахарным диабетом. Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2018;3:14–20.

For citation:

Hubich AI, Kapaneva AP, Burak AV. The comparative efficiency of the carbohydrate exchange regulation in rats with experimental diabetes mellitus by natural adaptogens. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:14–20. Russian.

Авторы:

Оксана Игоревна Губич – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры биохимии биологического факультета.
Анастасия Петровна Капанева – студентка биологического факультета. Научный руководитель – О. И. Губич.
Елена Владимировна Бурак – научный сотрудник лаборатории аналитического и спектрального анализа.

Authors:

Aksana I. Hubich, PhD (biology), docent; associate professor at the department of biochemistry, faculty of biology.
hubich_oksana@tut.by
Anastasiya P. Kapaneva, student at the faculty of biology.
nastena.kapaneva@mail.ru
Alena V. Burak, researcher at the laboratory of analytical and spectral analysis.
alenanikolaenya@mail.ru

drugs studied in rats with experimental diabetes mellitus contributes to the partial normalization of carbohydrate metabolism markers' values (α -amylase activity, glucose concentration, pyruvate content). The action of broths of *Schisandra chinensis* and *Zingiber officinale* was the most pronounced, it exceeded the effect of the anti-diabetic «Sadifit» collection. The results obtained may be due to the presence of flavonoids, vitamins A, C, E and unsaturated fatty acids exhibiting an antioxidant effect in the plant composition, as well as glycosides of schisandrene and schisandrole (*Schisandra chinensis*) and sesquiterpine zingiberine (*Zingiber officinale*), which increase the permeability of the cell membrane for glucose.

Key words: adaptogen; carbohydrate metabolism; blood serum; alloxan; experimental diabetes mellitus.

Введение

Сахарный диабет (СД) – заболевание эндокринной системы, сопровождающееся хроническим повышением уровня глюкозы в крови, обусловленным абсолютной или относительной недостаточностью инсулина (инсулинорезистентностью организма) [1; 2]. Ввиду широкой распространенности данного заболевания и тяжести возможных осложнений исследование различных аспектов профилактики, диагностики и лечения СД является одной из наиболее актуальных задач современной биохимии и фармакологии [3; 4].

В настоящее время в основе лечения любого типа СД лежит три основных принципа: сахароснижающая терапия (при СД I типа – инсулинотерапия); диета; обучение пациентов [5; 6]. Вспомогательным методом лечения, обеспечивающим в первую очередь профилактику поздних осложнений болезни вследствие нормализации вторичных нарушений обмена веществ, является фитотерапия. В современной медицинской практике используется более двухсот лекарственных растений, оказывающих сахаропонижающий эффект, позволяющих улучшить снабжение тканей кислородом, облегчить выведение глюкозы и солей из организма [7; 8]. Данные средства представлены на отечественном фармацевтическом рынке как сырье или готовые сборы, один из которых – растительный сбор «Садифит» – использован в нашей работе в качестве препарата сравнения. Вместе с тем поиск новых эффективных растений для фитотерапии сахарного диабета продолжается, причем особый интерес в данной связи вызывают природные адаптогены, способные, как известно, повышать устойчивость организма к действию неблагоприятных факторов. Эффект адаптогенов на организм человека многовекторен: они проявляют иммуностимулирующую активность и улучшают пластический обмен, стимулируют центральную нервную и эндокринную системы, модулируют чувствительность клеточных рецепторов к гормонам и избирательную проницаемость биологических мембран, регулируют экспрессию ряда генов, оказывают антиоксидантное действие и активируют ферменты энергетического обмена, что в конечном итоге приводит к нормализации обмена веществ и адаптации организма к неблагоприятным условиям [9–11]. Благодаря своим уникальным свойствам многие природные адаптогены применяются достаточно широко. Так, использованная в работе железница крымская (*Sideritis scardica*) – широко известное в Восточной и Центральной Европе растение, традиционно употребляется как противовоспалительное, седативное, противомикробное, противоязвенное, антиоксидантное, спазмолитическое, противосудорожное, противокашлевое средство [12; 13]. Фармакологические эффекты данного растения обусловлены его чрезвычайно богатым химическим составом (свыше 100 индивидуальных соединений), включающим дитерпены, гидрокарбоны, жирные кислоты, простые и сложные эфиры, алифатические и ароматические спирты, стеролы, тритерпены и монотерпены, танины, флавины (изоскутелареин, хризериол, эпигенин, кумарины, лигнаны), а также три уникальных фенилэтанольных гликозида (ализонозид, эхинакозид, форситозид) [13]. Кроме того, обнаружены три гидроксикиннамовые кислоты, пять 7-0-дигликозидов флавоноидов и одиннадцать ацетилированных 7-0-дигликозидов флавоноидов [14]. По мнению многих авторов, именно дитерпены, флавоноиды и незаменимые жирные кислоты определяют большинство фармакологических активностей, проявляемых препаратами данного растения *in vivo* и *in vitro* [14].

Лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill) известен еще из первой китайской фармакопеи (250 лет до н. э.). Все части растения содержат лигнаны, которые и обуславливают основное действие лекарственного растительного сырья. Среди лигнанов преобладают схизандрин и схизандрол. В плодах и семенах присутствуют ненасыщенные жирные кислоты, эфирные масла, органические кислоты, флавоноиды, дубильные вещества, витамины А, С, Е, Р [7]. Препараты из лимонника (настойка и таблетки) используют в традиционной медицине. Они оказывают тонизирующее действие, повышают работоспособность при умственном и физическом переутомлении, стимулируют деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем [15].

Корень имбиря аптечного (*Zingiber officinale*) нашел широкое применение для активации функционирования пищеварительного тракта. Он обладает антиоксидантными, противовоспалительными, сосудорасширяющими свойствами, способствует восстановлению организма после чрезмерной физической или умственной нагрузки [16; 17]. Содержащиеся в корне имбиря 6-гингерол и 6-шогаол обладают жаропонижающей, болеутоляющей и противокашлевой активностью [17].

Компоненты отвара суданской розы (*Hibiscus sabdariffa*), более известной как каркаде (органические кислоты, флавоноиды, антоцианы, аскорбиновая кислота), укрепляют стенки кровеносных сосудов, снижают артериальное давление, регулируют уровень холестерина в крови, проявляют иммуномодулирующую активность, обладают противовоспалительным, тонизирующим и антибактериальным действием [18].

Органоминеральный комплекс мумиё широко используется в нетрадиционной лечебной практике народов Средней Азии и Кавказа в качестве общеукрепляющего, регенерирующего, адаптогенного средства при заболеваниях пищеварительной системы и системы крови, болезнях кожи и лор-органов, травмах, интоксикациях, нарушениях водно-солевого обмена [19; 20].

Относительная безвредность и широта терапевтического действия адаптогенов делают их особо ценными для людей, страдающих хроническими заболеваниями, в том числе для пожилых [10]. В литературе описан достоверный поддерживающий эффект природных адаптогенов растительного происхождения у пациентов с инсулинзависимым СД [7]. Более того, ранее проведенное на кафедре биохимии биологического факультета БГУ исследование возможной коррекции изменений углеводного и белкового обмена у крыс с аллоксановым диабетом, равно как и у животных, находившихся на экспериментальной «ресторанной диете» с преобладанием легкоусвояемых углеводов, путем ежедневного введения крысам аптечных препаратов элеутерококка, женьшеня, аралии маньчжурской также подтверждает применимость для этих целей растительных адаптогенов [21; 22].

Таким образом, цель данной работы – изучение влияния отваров железницы крымской (*Sideritis scardica*), стевии многолетней (*Stevia rebaudiana*), имбиря аптечного (*Zingiber officinale*), лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill), мумиё алтайского, гибискуса сабдариффа (*Hibiscus sabdariffa*) на основные биохимические маркеры углеводного обмена у крыс с экспериментальным аллоксаниндуцированным СД.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на беспородных белых крысах-самцах массой 180–200 г, находящихся на стандартной диете вивария БГУ. Все эксперименты выполняли в соответствии с этическими нормами обращения с животными, а также правилами проведения работ с использованием лабораторных животных в научных исследованиях на биологическом факультете БГУ, составленными на основании рекомендаций и требований Всемирного общества защиты животных и Европейской конвенции по защите экспериментальных животных (Страсбург, 1986).

Экспериментальный СД индуцировался однократным внутрибрюшинным введением аллоксана в дозе 100 мг/кг, выведение животных из эксперимента путем декапитации осуществлялось через 7 сут.

В работе использованы следующие аптечные препараты: трава железницы крымской (ООО «Русские корни», Россия), листья стевии многолетней (ООО «Артемизия», Россия), ягоды лимонника китайского (ЗАО «Традиции Сибири», Россия), корень имбиря аптечного (ООО «Русские корни»), цветки суданской розы (ООО «НЕП», Россия), таблетки мумиё алтайского (ОАО «Алтай-Фарм», Россия). Во всех экспериментальных сериях отвар адаптогена готовили по прилагающейся инструкции и предоставляли вместо питьевой воды соответствующим группам экспериментальных животных в течение 7 сут. Среднее потребление отвара составляло 15 ± 5 мл на крысу в сутки. Таблетки мумиё (200 мг) перед работой растворяли в 20 мл дистиллированной воды.

В качестве препарата сравнения в данной работе использовали аптечный противодиабетический сбор «Садифит» (ЗАО «Лектравы», Житомир, Украина) следующего состава: побеги черники (0,2 г/г), створки плодов фасоли обыкновенной (0,2 г/г), чай зеленый листовой (0,15 г/г), листья мяты перечной (0,05 г/г), клубни топинамбура (0,2 г/г), листья стевии (0,2 г/г). Данный сбор рекомендуется пациентам с легкими формами СД, а также при СД средней тяжести [15]. Отвар данного препарата также готовили в соответствии с прилагающейся инструкцией и предоставляли лабораторным животным для питья вместо питьевой воды в течение 7 сут.

По истечении указанного времени лабораторных животных выводили из эксперимента путем декапитации и измеряли активность α -амилазы, концентрацию глюкозы и содержание пирувиноградной кислоты в сыворотке крови. Определение активности α -амилазы проводили по методу Каравея [23], пирувата – модифицированным методом Умбрайта [23], содержания глюкозы – глюкозооксидазным методом с помощью коммерческого набора реагентов.

Данные обрабатывали статистически с подсчетом среднего арифметического ($\bar{X}$), стандартной ошибки среднего арифметического ($\pm S_x$) и достоверности при уровне значимости $p \leq 0,05$. Для статистических расчетов использовали лицензионный пакет программ *Stadia 6.0*.

Результаты и их обсуждение

Известно, что экспериментальный диабет, вызванный введением аллоксана, повреждает базофильные инсулоциты панкреатических островков (островков Лангерганса). Аллоксан вызывает гибель инсулинпродуцирующих β -клеток в островке поджелудочной железы *in vivo*, что связано с выработкой во внеклеточной среде и непосредственно в β -клетках супероксиданион-радикалов (O_2^-) [24]. Эффективность используемой модели оценивалась по концентрации глюкозы в сыворотке крови крыс. Данный показатель у интактных крыс составил $6,5 \pm 0,7$ ммоль/л. Эффект аллоксана обусловил повышение уровня глюкозы в 5,1 раза, что подтверждает развитие у крыс СД. Кроме того, как свидетельствуют результаты (см. таблицу), экспериментальный СД сопровождался изменением величин важнейших маркеров углеводного обмена: повышением активности α -амилазы на 53,8 %, содержания ПБК – на 69 %.

Влияние отваров природных адаптогенов на показатели углеводного обмена в сыворотке крови крыс с экспериментальным сахарным диабетом

The effect of natural adaptogens on carbohydrate metabolism serum markers in rats with experimental diabetes mellitus

Серия	Содержание ПБК, мг/мл (%)	Активность α -амилазы, Г _{крахмала} /л · ч (%)	Концентрация глюкозы, ммоль/л (%)
Интактные крысы	$8,4 \pm 0,9$ (100)	$23,2 \pm 1,1$ (100)	$6,5 \pm 0,72$ (100)
Экспериментальный СД	$14,2 \pm 0,9$ (169,1)*	$35,7 \pm 6,0$ (153,8)*	$32,8 \pm 1,1$ (507,1)*
Отвар сбора «Садифит»	$10,7 \pm 1,1$ (126,9)*	$22,2 \pm 2,3$ (95,8)	$9,2 \pm 0,9$ (140,6)*
Отвар железницы крымской	$9,0 \pm 1,4$ (106,9)	$21,3 \pm 1,9$ (94,3)	$7,6 \pm 0,8$ (117,3)
Отвар стевии многолетней	$9,6 \pm 0,5$ (114,2)	$27,7 \pm 2,9$ (119,2)*	$7,4 \pm 1,2$ (113,9)
Отвар имбиря аптечного	$8,5 \pm 0,9$ (101,0)	$21,2 \pm 1,7$ (91,3)	$6,1 \pm 0,5$ (93,2)
Отвар суданской розы	$7,5 \pm 0,8$ (89,1)	$24,5 \pm 1,5$ (105,5)	$5,8 \pm 0,7$ (89,2)
Отвар лимонника китайского	$7,2 \pm 0,6$ (86,2)	$23,9 \pm 0,9$ (103,0)	$6,4 \pm 1,0$ (98,7)
Водный препарат мумиё алтайского	$13,2 \pm 0,9$ (156,8)*	$23,1 \pm 2,3$ (99,7)	$7,2 \pm 0,9$ (111,2)
Отвар сбора «Садифит» на фоне экспериментального СД	$12,3 \pm 0,6$ (146,2)**	$32,4 \pm 2,6$ (139,5)	$5,5 \pm 0,6$ (84,4)**
Отвар железницы крымской на фоне экспериментального СД	$10,7 \pm 0,8$ (126,2)**	$23,2 \pm 2,9$ (100)**	$9,8 \pm 0,9$ (150,0)**
Отвар стевии многолетней на фоне экспериментального СД	$12,3 \pm 0,7$ (146,2)**	$28,8 \pm 3,6$ (124,4)**	$5,5 \pm 0,6$ (83,6)**
Отвар имбиря аптечного на фоне экспериментального СД	$8,0 \pm 0,6$ (95,0)**	$12,3 \pm 0,8$ (92,7)**	$6,4 \pm 1,2$ (98,4)**

Окончание таблицы
Ending table

Серия	Содержание ПВК, мг/мл (%)	Активность α -амилазы, $\Gamma_{\text{крахмала}}/(\text{л} \cdot \text{ч})$ (%)	Концентрация глюкозы, ммоль/л (%)
Отвар суданской розы на фоне экспериментального СД	$12,0 \pm 1,1$ (143,1)**	$27,1 \pm 2,1$ (117,0)**	$6,5 \pm 0,6$ (99,5)**
Отвар лимонника китайского на фоне экспериментального СД	$10,9 \pm 0,9$ (130,1)**	$24,8 \pm 1,6$ (106,8)**	$6,4 \pm 0,8$ (98,0)**
Водный препарат мумиё алтайского на фоне экспериментального СД	$21,4 \pm 2,6$ (154,7)	$18,5 \pm 1,2$ (79,6)**	$8,5 \pm 1,0$ (130,2)**

Примечания: 1. Отвары и водный препарат мумиё потреблялись в течение 7 сут.

2. Данные в таблице представлены в виде $\bar{X} \pm Sx$.

*, **Результаты достоверны при $p \leq 0,05$ ($n = 5$ для каждой серии). Достоверность эффектов аллоксана и растительных отваров оценивалась по отношению к показателям интактной серии (*), а эффектов растительных отваров, вводимых крысам с экспериментальным СД, – по отношению к показателям животных с данной патологией, не получавших отвар (**).

На следующем этапе оценивали влияние исследуемых отваров на биохимические маркеры углеводного обмена интактных крыс. По данным таблицы, достоверных эффектов в сериях эксперимента выявлено не было, что соответствует первому требованию теории адаптогенов Н. В. Лазарева, указывающему на возможность действия адаптогена только на соответствующем фоне, с минимальными сдвигами в нормальных условиях или без них [25]. Исключение составили лишь многокомпонентный травяной сбор «Садифит» (концентрация глюкозы при его использовании превышала уровень контроля на 40,6 %, пирувата – на 26,9 %) и многокомпонентный органоминеральный комплекс мумиё (концентрация пирувата оказалась выше значений интактной серии на 56,8 %).

Исследование влияния адаптогенов на углеводный обмен крыс с экспериментальным СД показало, что все применяемые в работе отвары корректировали вызываемые аллоксаном нарушения. Так, использование отвара железницы крымской крысами с аллоксановым диабетом обеспечивало снижение концентрации глюкозы в сыворотке крови крыс в 4,1 раза по сравнению с животными, страдающими диабетом, но не получавшими препарат. Активность α -амилазы достигала значений, характерных для интактных крыс, содержание пирувата снижалось на 47 %. Аналогичный эффект проявляло и мумиё алтайское (концентрация глюкозы снизилась в 3,9 раза, активность амилазы – на 74 %, наблюдалась тенденция к снижению уровня пирувата).

Выраженное сахароснижающее действие демонстрировали отвары лимонника китайского (снижение концентрации глюкозы составило 6,5 раза, активность α -амилазы оказалась статистически неотличима от значений соответствующего контроля, содержание пирувата снизилось на 34 %) и имбиря аптечного (содержание ПВК и глюкозы в сыворотке снизилось в 3,0 и 2,6 раза соответственно, активность α -амилазы понизилась до уровня интактных животных). Ежедневный прием (7 сут) отвара суданской розы крысами с аллоксаниндуцированным диабетом также способствовал почти полной нормализации исследуемых показателей (см. таблицу).

В качестве препарата сравнения использовали аптечный сбор «Садифит». Его состав (см. раздел «Материалы и методы исследований») обеспечивает оптимальное соотношение инулина, аминокислот, гликозидов, дубильных веществ, витаминов, эфирных масел, флавоноидов, сапонинов, органических кислот, микро- и макроэлементов, обладающих гипогликемизирующим действием при СД, что в ряде случаев даже позволяет снизить суточную дозу пероральных антидиабетических средств. Кроме того, считается, что «Садифит» способен нормализовать обменные процессы, нарушенные у больных СД. Установлено, что при его использовании в течение 7 сут вместо питьевой воды крысами с экспериментальным СД концентрация глюкозы снижается в сыворотке крови в 6,1 раза, активность α -амилазы – на 14,3 %, содержание пирувата – на 23 %.

Таким образом, эффект указанного сбора в использованной модели в целом оказался несколько ниже эффектов прочих растительных препаратов, однако был абсолютно достоверным. Анализируя состав сбора в целях выявления важнейшего действующего компонента, мы выделили листья стевии многолетней, которая не является адаптогеном, однако в настоящее время широко используется в качестве сахарозаменителя в Японии и пищевой добавки – в США и Канаде. Вкусовые качества данного растения определяются высоким содержанием стевиозидов и ребаудиозидов, которые, как отмечено в отчете ВОЗ 2006 г., «демонстрируют определенный фармакологический эффект у пациентов с артериальной

гипертензией и сахарным диабетом» [26]. Введение отвара листьев стевии многолетней в рацион интактных крыс как альтернативу воде не вызывало существенных изменений в величинах анализируемых параметров, достоверное увеличение фиксировалось лишь в отношении активности α -амилазы (плюс 19,2 % к контролю). Потребление же этого отвара крысами с индуцированным аллоксаном СД вызывало достоверные изменения измеряемых маркеров, сопоставимые с эффектами сбора «Садифит» (см. таблицу). Таким образом, по-видимому, именно листья стевии многолетней вносят основной вклад в суммарное фармакологическое действие лекарственного противодиабетического сбора «Садифит».

Заключение

Наиболее выраженный эффект на углеводный обмен крыс с экспериментальным СД, превосходящий действие противодиабетического сбора «Садифит», оказывали отвары имбиря аптечного и лимонника китайского, что может быть обусловлено наличием в составе данных растений флавоноидов, витаминов А, С, Е и ненасыщенных жирных кислот, проявляющих антиоксидантный эффект, а также гликозидов схизандрина и схизандрола (лимонник китайский) и сесквитерпенов (цингиберен имбиря), способствующих повышению проницаемости клеточной мембраны для глюкозы. Полученные данные могут оказаться полезными для подбора оптимальных фитосредств в целях профилактики поздних осложнений у пациентов, страдающих СД.

Библиографические ссылки

1. Северин ЕС, редактор. *Биохимические основы патологических процессов*. Москва: Медицина; 2000. 304 с.
2. Маршалл ВДж, Бангерт СК. *Клиническая биохимия* [перевод с английского]. 6-е издание. Бережняка СА, редактор. Москва: Бином; 2011. 408 с.
3. Кленова НА. *Биохимия патологических состояний*. Самара: Самарский университет; 2006. 216 с.
4. Брусенская ИВ. *Все о диабете*. Ростов-на-Дону: Феникс; 1999. 317 с.
5. Ефимов АС. *Малая энциклопедия врача-эндокринолога*. Киев: Медкнига; 2007. 360 с.
6. Качковский МА, Крюков НН, Бабанов СА, Вербовой АФ. *Справочник терапевта*. 3-е издание. Москва: Феникс; 2015. 446 с.
7. Булаев ВМ, Ших ЕВ, Сычев ДА. *Современная фитотерапия*. Москва: Медпресс-информ; 2011. 144 с.
8. Вайс РФ, Финтельман Ф. *Фитотерапия* [перевод с немецкого]. Москва: Медицина; 2004. 552 с.
9. Самылина ИА, Сорокина АА. *Атлас лекарственных растений и сырья*. Москва: КМК; 2008. 320 с.
10. Студенцов ЕП, Рамш СМ, Казурова НГ, Непорожнева ОВ, Гарабаджиу АВ, Кочина ТА и др. Адаптогены и родственные группы лекарственных препаратов: 50 лет поисков. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2013;11(4):3–43.
11. Шабанов ПД. Адаптогены и антигипоксанта. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2003; 2(3):50–81.
12. Danesi F, Saha S, Kroon PA, Glibetić M, Konić-Ristić A, D'Antuono LF, et al. Bioactive-rich *Siderites scardiac* tea (mountain tea) is as potent as camellia sinensis tea at inducing cellular antioxidant defences and preventing oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013;93(14):3558–3564. DOI: 10.1002/jsfa.6214.
13. Gonzales-Burgos E, Carretero ME, Gomes-Serranillos MP. *Sideritis spp.*: uses, chemical composition and pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*. 2011;135(2):209–225. DOI: 10.1016/j.jep.2011.03.014.
14. Lim TK. *Siderites scandiac*. In: *Edible medicinal and non medicinal plants*. [Place unknown]: Springer; 2014. Volume 8. Flowers. p. 207–214.
15. Машковский МД. *Лекарственные средства*. Москва: Новая волна; 2012. 1216 с.
16. Al-Yahya MA, Rafatullah S, Mossa JS, Ageel AM, Parmar NS, Tariq M. Gastroprotective activity of *Ginger zingiber officinale* rocs, in albino rats. *The American Journal of Chinese Medicine*. 1989;17(1):51–56. DOI: org/10.1142/S0192415X89000097.
17. Suekawa M, Ishige A, Yuasa K, Sudo K, Aburada M, Hosoya E. Pharmacological studies on ginger. *Pharmacobiology*. 1984; 7(11):836–848.
18. Ife I, Marshall LJ, Ho P, Williamson G. Hibiscus sabdariffa (Roselle) extract and wine: phytochemical profile, physicochemical properties and carbohydrase inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016;64(24):4921–4931. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b01246.
19. Frolova LN, Kiseleva TL, Kolkhir VK, Baginskaya AI, Trumpe TE. Antitoxic properties of standard dry mumijo extract. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1998;32(4):197–199. DOI: 10.1007/BF02464208.
20. Frolova LN, Kiseleva TL. Chemical composition of mumijo and methods for determining its authenticity and quality (a review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1996;30(8):543–547. DOI: 10.1007/BF02334644.
21. Губич ОИ, Пучкова КВ, Залеская НА, Крючкова НВ. Исследование адаптогенных свойств рододендрона Адамса (*Rhododendron adamsii* Rehder.) на экспериментальных моделях *in vivo*. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;1:60–68.
22. Советкина ТМ. Оценка лечебно-профилактических свойств биотехнологической культуры женьшеня. *Известия Дальневосточного федерального университета*. 2009;4:86–94.
23. Камышников ВС. *Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике*. Минск: Медпресс-информ; 2009. 896 с.

24. Губич ОИ, составитель. *Медицинская биохимия: практикум*. Минск: БГУ; 2015. 84 с.
25. Яременко КВ. Учение Н. В. Лазарева о СНПС и адаптогенах как базовая теория профилактической медицины. *Психофармакология и биологическая наркологи́я*. 2005;5(4):1089–1092.
26. Benford DJ. Safety evaluation of certain food additives: steviol glycosides. In: *World Health Organization Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives*. Geneva: WHO; 2006.

References

1. Severin ES, editor. *Biokhimicheskie osnovy patologicheskikh protsessov* [The biochemical basis of the pathological processes]. Moscow: Medicine; 2000. 304 p. Russian.
2. Marshall WJ, Bangert SK. *Clinical Chemistry*. Sixth edition. London: Elsevier science; 2008. 416 p.
Russian edition: Marshall WJ, Bangert SK. *Klinicheskaya biokhimiya*. 6th edition. Bereznyaka SA, editor. Moscow: Binom; 2011. 408 p.
3. Klenova NA. *Biokhimiya patologicheskikh sostoyanii* [Biochemistry of the pathological states]. Samara: Samara University; 2006. 216 p. Russian.
4. Brusenskaya IV. *Vse o diabete* [All about diabetes]. Rostov-on-Don: Feniks; 1999. 317 p. Russian.
5. Efimov AS. *Malaya entsiklopediya vracha-endokrinologa* [Small encyclopaedia of a doctor-endocrinologist]. Kiev: Medkniga; 2007. 360 p. Russian.
6. Kachkovsky MA, Kryukov NN, Babanov SA, Verbovoi AF. *Spravochnik terapevta* [Handbook of the therapist]. 3rd edition. Moscow: Feniks; 2015. 446 p. Russian.
7. Bulaev VM, Shikh EV, Sychev DA. *Sovremennaya fitoterapiya* [Modern phytotherapy]. Moscow: Medpress-inform; 2011. 144 p. Russian.
8. Weiss RF, Fintelman F. *Lehrbuch der Phytotherapie*. Stuttgart: MVS Medizinverlage Stuttgart; 2002.
Russian edition: Vais RF, Fintel'man F. *Fitoterapiya*. Moscow: Meditsina; 2004. 552 p.
9. Samylin IA, Sorokina AA. *Atlas lekarstvennykh rastenii i syr'ya* [The atlas of medicinal plants and raw materials]. Moscow: KMK; 2008. 320 p. Russian.
10. Studentov EP, Ramsh SM, Kazurova NG, Neporozhneva OV, Garabadzhiu AV, Kochina TA, et al. Adaptogens and related groups of drugs – 50 years of searching. *Obzory po klinicheskoi farmakologii i lekarstvennoi terapii* [Reviews of clinical pharmacology and drug therapy]. 2013;11(4):3–43. Russian.
11. Shabanov PD. Adaptogens and antihypoxants. *Obzory po klinicheskoi farmakologii i lekarstvennoi terapii* [Reviews of clinical pharmacology and drug therapy]. 2003;2(3):50–81. Russian.
12. Danesi F, Saha S, Kroon PA, Glibetić M, Konić-Ristić A, D'Antuono LF, et al. Bioactive-rich *Siderites scardiac* tea (mountain tea) is as potent as camellia sinensis tea at inducing cellular antioxidant defences and preventing oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013;93(14):3558–3564. DOI: 10.1002/jsfa.6214.
13. Gonzales-Burgos E, Carretero ME, Gomes-Serranillos MP. *Sideritis spp.*: uses, chemical composition and pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*. 2011;135(2):209–225. DOI: 10.1016/j.jep.2011.03.014.
14. Lim TK. *Siderites scandiac*. In: *Edible medicinal and non medicinal plants*. [Place unknown]: Springer; 2014. Volume 8. Flowers. p. 207–214.
15. Mashkovsky MD. *Lekarstvennye sredstva* [Medical drugs]. Moscow: Novaya volna; 2012. 1216 p.
16. Al-Yahya MA, Rafatullah S, Mossa JS, Ageel AM, Parmar NS, Tariq M. Gastroprotective activity of *Ginger zingiber officinale* roots, in albino rats. *The American Journal of Chinese Medicine*. 1989;17(1):51–56. DOI: org/10.1142/S0192415X89000097.
17. Suekawa M, Ishige A, Yuasa K, Sudo K, Aburada M, Hosoya E. Pharmacological studies on ginger. *Pharmacobiology*. 1984;7(11):836–848.
18. Ifie I, Marshall LJ, Ho P, Williamson G. Hibiscus sabdariffa (Roselle) extract and wine: phytochemical profile, physicochemical properties and carbohydrase inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016;64(24):4921–4931. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b01246.
19. Frolova LN, Kiseleva TL, Kolkhir VK, Baginskaya AI, Trumpe TE. Antitoxic properties of standard dry mumijo extract. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1998;32(4):197–199. DOI: 10.1007/BF02464208.
20. Frolova LN, Kiseleva TL. Chemical composition of mumijo and methods for determining its authenticity and quality (a review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1996;30(8):543–547. DOI: 10.1007/BF02334644.
21. Hubich AI, Puchkova KV, Zalesskaya NA, Kryuchkova NV. The investigation of the adaptogenic properties of *Rhododendron adamsii* Rehder. on experimental models *in vivo*. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;1:60–68. Russian.
22. Sovetkina TM. [Evaluation of the therapeutic and prophylactic properties of the biotechnological culture of ginseng]. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta* [Far Eastern Federal University Proceedings]. 2009;4:86–94. Russian.
23. Kamyshnikov VS. *Spravochnik po kliniko-biokhimicheskim issledovaniyam i laboratornoi diagnostike* [Reference book on clinical and biochemical diagnostics]. Minsk: Medpress-inform; 2009. 896 p. Russian.
24. Hubich AI, compiler. *Meditsinskaya biokhimiya: praktikum* [Medical biochemistry: practical]. Minsk: Belarusian State University; 2015. 84 p. Russian.
25. Yaremenko KV. [The Teaching of N. V. Lazarev about CNPS and adaptogens as a basic theory of preventive medicine]. *Psikho-farmakologiya i biologicheskaya narkologiya* [Psychopharmacology and biological narcology]. 2005;5(4):1089–1092. Russian.
26. Benford DJ. Safety evaluation of certain food additives: steviol glycosides. In: *World Health Organization Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives*. Geneva: WHO; 2006.

БОТАНИКА

BOTANY

УДК 582.293.378(476)

РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *XANTHOPARMELIA* БЕЛАРУСИ: *X. DELISEI* И *X. PULLA*

А. Г. ЦУРИКОВ¹⁾, В. В. ГОЛУБКОВ²⁾, П. Н. БЕЛЫЙ³⁾

¹⁾Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель, Беларусь

²⁾Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

³⁾Центральный ботанический сад НАН Беларуси, ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь

С использованием метода тонкослойной хроматографии исследовано 206 коллекционных образцов лишайников рода *Xanthoparmelia*, собранных на территории республики в период 1905–2017 гг. и хранящихся в гербариях Минска (MSK-L, MSKH, MSKU), Гомеля (GSU) и Санкт-Петербурга (LE). Установлено, что 127 (61,7 %) образцов принадлежат группе *Xanthoparmelia pulla* и относятся к 4 видам – *X. delisei*, *X. loxodes*, *X. pulla* и *X. verruculifera*. Для Республики Беларусь *X. delisei* приводится впервые, а ранее указываемый в литературе *X. pokornyi* должен быть исключен из списков видов лишайников. На основании собственных исследований описываются экология и распространение лишайников *X. delisei* и *X. pulla*.

Ключевые слова: лишайник; биоразнообразие; хемотаксономия; хроматография; вторичные метаболиты.

Благодарность. Авторы выражают благодарность профессору Т. Ахти (Хельсинкский университет) за информацию по виду *Xanthoparmelia pokornyi*, а также кандидату сельскохозяйственных наук, доценту В. Д. Поликсеновой и С. М. Дробышевской за предоставленную возможность работы в гербарии БГУ.

Образец цитирования:

Цуриков АГ, Голубков ВВ, Белый ПН. Ревизия лишайников рода *Xanthoparmelia* Беларуси: *X. delisei* и *X. pulla*. Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2018;3:21–27.

For citation:

Tsurykau AH, Halubkou UU, Bely PM. Revision of the lichen genus *Xanthoparmelia* in Belarus: *X. delisei* and *X. pulla*. Journal of the Belarusian State University. Biology. 2018;3:21–27. Russian.

Авторы:

Андрей Геннадьевич Цуриков – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры ботаники и физиологии растений биологического факультета.

Владимир Владимирович Голубков – кандидат биологических наук, доцент; старший научный сотрудник лаборатории микологии.

Павел Николаевич Белый – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений.

Authors:

Andrei H. Tsurykau, PhD (biology), docent; associate professor at the department botany and plant physiology, faculty of biology.

tsurykau@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6309-170X

Uladzimir U. Halubkou, PhD (biology), docent; senior researcher at the laboratory of mycology.

vgolubkov@tut.by

Pavel M. Bely, PhD (biology); senior researcher at the laboratory of ecological physiology of plants.

pavel.bely@tut.by

REVISION OF THE LICHEN GENUS *XANTHOPARMELIA* IN BELARUS: *X. DELISEI* AND *X. PULLA*

A. H. TSURYKAU^a, U. U. HALUBKOU^b, P. M. BELY^c

^aFrancisk Skorina Gomel State University, 104 Saveckaja Street, Gomel 246019, Belarus

^bV. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany,
National Academy of Sciences of Belarus, 27 Akademičnaja Street, Minsk 220072, Belarus

^cCentral Botanical Garden, National Academy of Sciences of Belarus,
2v Surganova Street, Minsk 220012, Belarus

Corresponding author: A. H. Tsurykau (tsurykau@gmail.com)

206 samples of genus *Xanthoparmelia*, collected on the territory of Belarus during 1905–2017 and housed in herbaria of Minsk (MSK-L, MSKH, MSKU), Gomel (GSU), and Saint Petersburg (LE) were studied by means of thin-layer chromatography. Of these, 127 (61,7 %) specimens belong to *Xanthoparmelia pulla* group, and represent 4 species – *X. delisei*, *X. loxodes*, *X. pulla*, and *X. verruculifera*. *X. delisei* is reported for the first time to Belarus. *X. pokornyi* should be excluded from the lichen lists. Ecology and distribution of lichen species *X. delisei* and *X. pulla* are provided based on original data.

Key words: lichen; biodiversity; chemotaxonomy; chromatography; secondary metabolites.

Acknowledgements. Authors cordially thank professor T. Ahti (University of Helsinki) for providing data about *Xanthoparmelia pokornyi*, as well as associate professor V. D. Polyksenova and S. M. Drobyshevskaja for providing access to MSKU herbarium.

Введение

Род *Xanthoparmelia* (Vain.) Hale (Parmeliaceae) в настоящее время объединяет около 800 видов и является самым крупным среди пармелиоидных лишайников [1]. Характерные признаки представителей этого рода: наличие особого полисахарида лишайнана *Xanthoparmelia*-типа, отсутствие псевдоцифелл, наличие пор в коровом слое, гантелевидная форма конидий и простые ризины [2].

Первоначально род *Xanthoparmelia* включал виды желто-зеленого цвета с атранорином и усниновой кислотой в коровом слое [3], в то время как лишайники с темно-коричневой корой, окрашиваемой азотной кислотой в сине-зеленый цвет (в настоящее время принадлежащие группе *Xanthoparmelia pulla*), относили к роду *Neofuscelia* [4]. Однако результаты молекулярно-филогенетических исследований показали несостоятельность этой концепции и все виды рода *Neofuscelia* были объединены с представителями *Xanthoparmelia* [5].

Группа *Xanthoparmelia pulla* на сегодняшний день включает около 25 видов, из которых 7 произрастают в Европе [6]. В Беларуси до настоящего времени было известно 4 вида лишайников этой группы: *Xanthoparmelia loxodes* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch; *X. pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch; *X. pokornyi* (Körb.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch и *X. verruculifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch [7; 8]. Однако для определения данных видов использовались устаревшие методы, в основу которых положены морфологические признаки – окраска верхней поверхности слоевища, наличие или отсутствие вегетативных пропагул, отношение к субстрату и др. [9], в то время как точная идентификация образцов достаточно сложна и требует применения химических методов, например тонкослойной хроматографии (ТСХ) [10]. В связи с тем что ранее в Беларуси химические методы не применялись при определении лишайников рода *Xanthoparmelia*, данные о разнообразии, распространении и экологии отдельных видов на территории республики являются неполными и требуют ревизии.

Цель работы – провести ревизию всех доступных образцов лишайников группы *Xanthoparmelia pulla*, установить их таксономическую принадлежность, изучить распространение и экологию установленных видов в пределах Беларуси.

Материалы и методы исследования

Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников рода *Xanthoparmelia*, хранящиеся в гербариях Белорусского государственного университета (MSKU), Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (GSU), Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK-L), Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH) и Ботанического института

имени В. Л. Комарова РАН (LE). Всего было изучено 206 гербарных образцов сборов 1905–2017 гг. Дублетные сборы, хранящиеся в разных гербариях, принимали за один гербарный образец. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, состав вторичных метаболитов – методом ТСХ в системе растворителей С [11].

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований показали, что 127 (61,7 %) из 206 проанализированных образцов рода *Xanthoparmelia* принадлежат группе *Xanthoparmelia pulla*. В Беларуси произрастает 4 вида лишайников этой группы: *X. delisei* (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch (36 образцов, или 28,3 %); *X. loxodes* (28, или 22,0 %); *X. pulla* (15, или 11,8 %) и *X. verruculifera* (48, или 37,9 %). *X. delisei* впервые указывается для территории республики.

Ревизия образцов рода *Xanthoparmelia* не подтвердила указание на местонахождение в Беларуси для *X. pokornyi* [7]. Поскольку упоминание этого вида на территории страны [7] является ошибочным (Т. Ахти, персональное сообщение), то его местопроизрастание в республике следует считать недействительным и он должен быть исключен из ранее приводимых списков видов лишайников.

Среди найденных видов лишайников *X. delisei* и *X. pulla* являются морфологически схожими, поскольку не образуют пропарул вегетативного размножения (соредий и изидий). Ниже приводится морфологическое описание этих видов, а также их химический состав, экология и данные по распространению на территории Беларуси.

***Xanthoparmelia delisei* (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, Taxon 53 (4): 967 (2004)**

Слоевище листоватое, розетковидное, до 7 см в диаметре. Лопастей до 3 мм шириной, плоские до слегка приподнимающихся. Верхняя сторона от желтовато-коричневой до темно-коричневой, редко с небольшим мучнистым налетом, обычно матовая. Соредии и изидии отсутствуют. Нижняя сторона темно-коричневая до черной, с простыми ризинами. Апотеции встречаются редко, сидячие или слегка приподнимающиеся над талломом, до 2 см в диаметре. Пикниды обычны.

Большинство образцов *X. delisei* морфологически неотличимы от *X. pulla*. Несмотря на то что типичные образцы *X. delisei* имеют более светлую окраску желтоватых оттенков, а также чуть более широкие лопасти [12] (что также подтверждается нашими данными), во многих случаях эти морфологические характеристики не являются достаточными для определения видовой принадлежности. Оба вида четко отличаются химически. В частности, для *X. delisei* характерно образование гломелловой и гломеллиферовой кислот, в то время как *X. pulla* продуцирует стеноспоровую и дивариковую кислоты (остальные вещества имеются у обоих видов либо присутствуют не у всех образцов). Реакция сердцевинного слоя на КС (КОН + гипохлорит кальция), применяемая ранее для определения данных видов [13], не может быть более использована как таковая. Согласно [13] красная реакция сердцевинки на КС характерна для *X. delisei* и не характерна для *X. pulla*. Однако, как показали результаты наших исследований, гирофоровая кислота, обеспечивающая эту реакцию, обычно отсутствует у *X. delisei* и, наоборот, содержится в слоевищах *X. pulla*. По данным [12], указанная кислота не является основным вторичным метаболитом лишайников группы *Xanthoparmelia pulla* и может присутствовать у большинства ее видов.

Химический состав *X. delisei* идентичен таковому *X. loxodes*. Последний отличается наличием изидий на верхней поверхности таллома, поэтому необходимо тщательное изучение морфологии анализируемых образцов.

Химический состав. Известны два хемотипа *X. delisei*. Для хемотипа I характерно содержание гломелловой, гломеллиферовой и перлатоловой кислот. Образцы хемотипа II дополнительно к упомянутым веществам содержат также гирофоровую кислоту [12]. В Беларуси более распространен хемотип I, в то время как гирофоровая кислота (хемотип II) содержалась только в 3 (8,3 %) гербарных образцах.

Экология. *Xanthoparmelia delisei* произрастает на силикатных валунах, предпочитая хорошо освещенные местообитания – обочины дорог, луга, песчаные дюны. Незначительное число экземпляров было собрано на опушках лесных сообществ (сосняк, дубрава).

Распространение. Является распространенным лишайником, известным из Европы, Азии, Африки, Австралии и Южной Америки. В Европе вид произрастает в Бельгии, Великобритании, Германии, Греции, Ирландии, Испании, Италии, Нидерландах, Норвегии, Польше, Португалии, Финляндии, Черногории и Швеции [14]. В Беларуси данный лишайник широко распространен в северо-западных районах страны (рис. 1), что связано, по-видимому, с концентрацией валунного материала ледникового происхождения, попавшего на территорию республики в период плейстоцена вместе со скандинавскими ледниками и не дошедшего до территорий Белорусского Полесья.

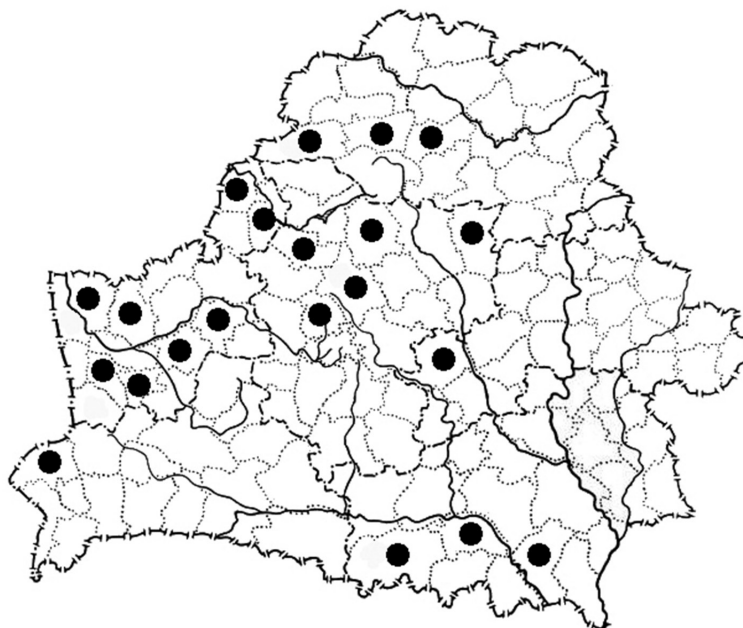


Рис. 1. Распространение *Xanthoparmelia delisei* (●) на территории Беларуси
Fig. 1. Distribution of *Xanthoparmelia delisei* (●) in Belarus

Исследованные образцы. Брестская область, Каменецкий район, 0,3 км юго-восточнее д. Каменюки, на террасе с булавосцевой пустошью, на граните, В. В. Голубков, 08.06.1983 (MSK-L); Витебская область, Глубокский район, восточный берег оз. Долгое, на граните, В. В. Голубков, 13.06.1985 (MSK-L); юго-западный берег оз. Долгое, дубрава папоротниковая, на граните, В. В. Голубков, 11.07.1985 (MSK-L); Поставский район, Лынтупское лесничество, около кирпичного завода, на валуне, Н. В. Горбач, 30.06.1958 (MSK-L 7113); Ушачский район, 1 км западнее д. Красное, у озера, на граните, В. В. Голубков, 09.06.1990 (MSK-L); 2,5 км севернее д. Концевая, ур. Щитовка, у края поля под ивой, на граните, В. В. Голубков, 06.06.1990 (MSK-L); 4 км севернее г. п. Ушачи, окрестность д. Островец, на граните, В. В. Голубков (MSK-L); окрестность д. Тетча и д. Глыбочка, на граните, В. В. Голубков, 09.06.1990 (MSK-L); Гомельская область, Лельчицкий район, НП «Припятский», Млынокское лесничество, на граните, О. П. Шахрай, 01.06.1974 (GSU); Мозырский район, окрестность д. Стрельск, валуны «Каменные волю», В. В. Голубков, 19.08.1977 (MSKU 1073); Хойникский район, 1,5 км севернее г. Хойники, на граните, Г. Ф. Рыковский, 11.08.1984 (MSK-L); Гродненская область, Волковысский район, 0,5 км южнее п. Теолин, вдоль грунтовых дорог, на граните, Д. И. Третьяков, 28.01.1989 (MSK-L); 0,8 км юго-восточнее д. Пятаки, на опушке сосняка мшистого, на граните, П. Н. Белый, 03.08.2016 (MSKH 6549); 1 км южнее п. Теолин, вдоль грунтовой дороги, на граните, В. В. Голубков, 28.01.1989 (MSK-L); Гродненский район, г. Гродно, п. Южный, на граните, В. В. Голубков, 27.06.1997 (MSK-L); 3 км южнее д. Коптевка, Гродненское лесничество, кв. 143, сосняк кисличный, на граните, Г. Я. Конецкая, 24.04.2004 (MSK-L); форт 6 Гродненской крепости, на граните, А. И. Леонова, 24.07.2013 (MSK-L); форт 6 Гродненской крепости, между д. Юзедовка и д. Каменка, на граните, В. В. Голубков, 29.09.2007 (MSK-L); форт 9 Гродненской крепости, 2 км северо-восточнее г. Гродно, по шоссе Гродно – Колпаки, 1,2 км северо-западнее д. Малая Ольшанка, на граните, В. В. Голубков, 29.10.2007 (MSK-L); окрестность д. Колютова, старое кладбище, песчаные дюны, на камнях, Е. Е. Блудов, 08.09.2003 (MSK-L); окрестность д. Погораны, правобережье р. Неман, на граните, В. В. Голубков, 24.07.2003 (MSK-L); окрестность д. Селюки, правобережье р. Неман, сосновый лес, песчаный холм, на валунах, Е. Е. Блудов, 07.09.2003 (MSK-L); Дятловский район, 0,3 км севернее д. Лезневичи, в 100 м от заброшенного карьера, на граните, В. В. Голубков, 08.06.1989 (MSK-L); 0,3 км северо-западнее д. Лезневичи, на граните, В. В. Голубков, 08.06.1987 (MSK-L); Зельвенский район, д. Савичи, на граните, В. В. Голубков, 15.08.1999 (MSK-L); Новогрудский район, 1 км от д. Ждановичи, на граните, В. В. Голубков, 06.06.1989 (MSK-L); Островецкий район, окрестность г. п. Свирь, на валуне, Д. К. Гесь, 26.06.1962 (MSK-L 7117); окрестность д. Воробы, 3 км от г. п. Свирь, на обочине дороги, на валуне, Д. К. Гесь, 27.06.1962 (MSK-L 7112, 7118); Сморгонский район, 0,1 км северо-западнее д. Укропенко, на граните, В. С. Нинтрэрош, 16.07.2007 (MSK-L); Щучинский район, окрестность д. Костенево, на граните, В. В. Голубков, 23.06.1999 (MSK-L); Минская область, Дзержинский район, окрестность д. Бакиново, на

валуне, Н. В. Горбач, 20.06.1951 (MSK-L 7111); Крупский район, 1 км юго-западнее д. Лютые, на граните, В. В. Голубков, 15.09.1995 (MSK-L); Логойский район, 20 км по Логойскому шоссе, на валуне, Д. К. Гесь, 15.06.1960 (MSK-L 6736); Минский район, г. Минск, Уручье, музей валунов, на граните, П. Н. Белый, 09.04.2016 (MSKH); Молодечненский район, железнодорожная станция Вязынка, на разнотравном лугу, на валуне, А. П. Яцына, 30.09.2007 (MSKU 1743); Могилёвская область, Осиповичский район, окрестность д. Слобода, на камне, А. П. Яцына, 21.05.2004 (MSKU 776, 777, 783).

***Xanthoparmelia pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix,
D. Hawksw. & Lumbsch, Taxon 53 (4): 970 (2004)**

Слоевище листоватое, розетковидное, плотно прижатое к субстрату, до 6 см в диаметре. Лопасты до 3 мм шириной, плоские до слегка приподнимающихся. Верхняя сторона коричневатых оттенков, обычно темная до черновато-коричневой, редко с небольшим мучнистым налетом, чаще матовая. Соредии и изидии отсутствуют. Нижняя сторона черная, с простыми ризинами. Апотеции обычны, сидячие или слегка приподнимающиеся над талломом, до 8 мм в диаметре. Пикниды обычные.

Морфология образцов *X. pulla* часто идентична таковой *X. delisei* (см. комментарии выше). Типичные образцы *X. pulla*, как правило, темнее окрашены и имеют более узкие лопасти, однако часто эти отличия могут отсутствовать ввиду широкой экологической пластичности и морфологической вариабельности видов. Таким образом, ТСХ является единственным достоверным методом, позволяющим точно определить данные виды.

X. pulla и *X. verruculifera* химически неотличимы, однако последний вид образует изидии, в связи с чем необходимо тщательное изучение морфологии изучаемого материала.

Химический состав. *X. pulla* характеризуется содержанием стеноспоровой, диварикатовой и перлатоловой кислот в качестве основных веществ, часто сопровождаемых гирофоровой, леканоровой, 4-О-деметилстеноспоровой и оксостеноспоровой кислотами и атранорином, присутствующими в незначительной концентрации (иногда гирофоровая кислота содержится в высокой концентрации) [12]. В белорусских образцах гирофоровая кислота всегда присутствовала в значимых количествах.

Экология. Произрастает на силикатных валунах, предпочитая хорошо освещенные местообитания. Только один образец был собран на опушке соснового леса.

Распространение. Лишайник *X. pulla* известен из Европы, Африки и Австралии. В Европе был найден в Австрии, Бельгии, Великобритании, Германии, Дании, Ирландии, Испании, Италии, Нидерландах, Норвегии, Польше, Португалии, Финляндии, Чехии, Швеции и на Кипре [14]. В Беларуси вид имеет ограниченное распространение и является, по-видимому, относительно редким, известным только на северо-западе республики (рис. 2). До настоящего времени *X. pulla* считался обычным видом, известным для всех областей республики, однако большинство образцов, ранее приводимых под этим названием, оказались *X. delisei*.

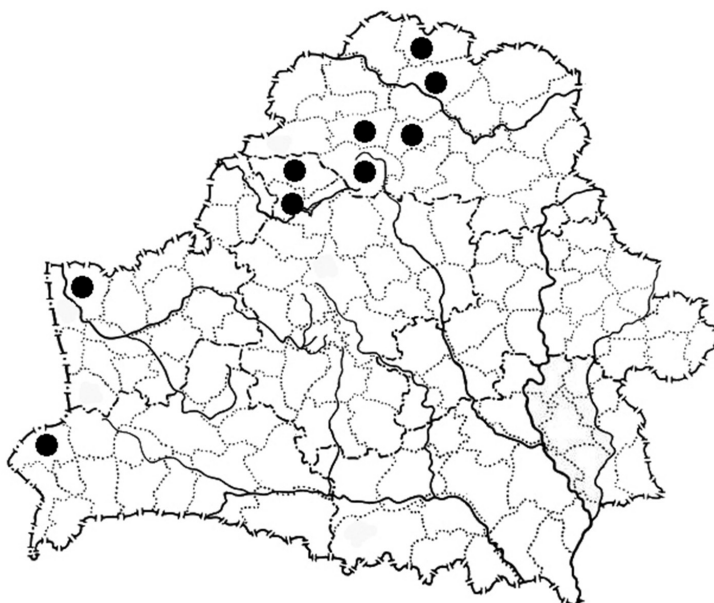


Рис. 2. Распространение *Xanthoparmelia pulla* (●) на территории Беларуси
Fig. 2. Distribution of *Xanthoparmelia pulla* (●) in Belarus

Исследованные образцы. Брестская область, Каменецкий район, 0,3 км юго-восточнее д. Каменюки, на террасе с булавосцевой пустошью, на граните, В. В. Голубков, 08.06.1983 (MSK-L); Витебская область, Глубокский район, 1 км восточнее д. Подсвилье, на граните, В. В. Голубков, 18.06.1990 (MSK-L); 1,5 км восточнее д. Плиса, на граните, В. В. Голубков, 16.06.1996 (MSK-L); окрестность д. Ивесь, восточный берег оз. Белое, на граните, В. В. Голубков, 14.06.1985 (MSK-L); Докшицкий район, окрестность д. Бабун, у дороги на д. Королино, на граните, В. В. Голубков, 07.08.1981 (MSK-L); Полоцкий район, 1 км западнее д. Бикуньичи, на граните, В. В. Голубков, 26.09.1991 (MSK-L); Росонский район, окрестность д. Святица, на холме у дороги Лепель – Полоцк, на граните, В. В. Голубков, 03.09.1988 (MSK-L); Ушачский район, 0,3 км юго-восточнее д. Пруды, на граните, В. В. Голубков, 07.06.1990 (MSK-L); д. Слобода, на краю поля, на валуне, Е. Е. Блудов, 18.09.1977 (MSKU 54, 778, 781); Гродненская область, Гродненский район, лесопарк «Пышки», опушка соснового леса, на камне, О. М. Третьякова, 12.05.2007 (MSK-L); Минская область, Вилейский район, окрестность г. Вилейки, на валуне, Н. В. Горбач, 12.05.1956 (MSK-L 7114); Мядельский район, НП «Нарочанский», на обочине дороги, на силикатном валуне, Г. Н. Антонов, 21.03.1984 (MSKU 782); НП «Нарочанский», окрестность д. Антонинсберг, на валуне, А. П. Яцына, 26.06.2005 (MSKU 2828); окрестность д. Яцины, на граните, В. В. Голубков, 09.08.1977 (MSKU 1074); окрестность оз. Нарочь, на камне, Н. О. Цеттерман, 23.07.1946 (MSKU 784, 785).

Заключение

В результате ревизии коллекций лишайников рода *Xanthoparmelia* группы *Xanthoparmelia pulla* выявлено, что 36 образцов относятся к *X. delisei* (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, 28 – к *X. loxodes* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, 15 – к *X. pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch и 48 – к *X. verruculifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch. Для Республики Беларусь *X. delisei* указывается впервые. Указание на произрастание *X. pokornyi* (Körb.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch на территории республики является ошибочным, что также подтверждается результатами проведенной ревизии. Полученные в ходе исследования данные уточняют экологию и географию вышеуказанных видов как в нашей стране, так и в Европе в целом.

Библиографические ссылки

1. Thell A, Crespo A, Divakar PK, Kärnefelt I, Leavitt SD, Lumbsch HT, et al. A review of the lichen family Parmeliaceae – history, phylogeny and current taxonomy. *Nordic Journal of Botany*. 2012;30(6):641–664. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2012.00008.x
2. Blanco O, Crespo A, Ree RH, Lumbsch HT. Major clades of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) and the evolution of their morphological and chemical diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2006;39(1):52–69. DOI: 10.1016/j.ympev.2005.12.015.
3. Hale ME. *Bulbothrix*, *Parmelina*, *Relicina* and *Xanthoparmelia*, four new genera in the Parmeliaceae. *Phytologia*. 1974;28(5):479–490.
4. Esslinger TL. A new status for the brown Parmeliae. *Mycotaxon*. 1978;7:45–54.
5. Blanco O, Crespo A, Elix JA, Hawksworth DL, Lumbsch HT. A new classification of parmelioid lichens containing *Xanthoparmelia*-type lichenan (Ascomycota: Lecanorales) based on morphological and molecular evidence. *Taxon*. 2004;53(4):959. DOI: 10.2307/4135563.
6. de Paz GA, Cubas P, Crespo A, Elix JA, Lumbsch HT. Transoceanic dispersal and subsequent diversification on separate continents shaped diversity of the *Xanthoparmelia pulla* group (Ascomycota). *PLoS ONE*. 2012;7(6):e39683. DOI: 10.1371/journal.pone.0039683.
7. Hawksworth DL, Blanco O, Divakar PK, Ahti T, Crespo A. A first checklist of parmelioid and similar lichens in Europe and some adjacent territories, adopting revised generic circumscriptions and with indications of species distributions. *The Lichenologist*. 2008;40(1):1–21. DOI: 10.1017/S0024282908007329.
8. Yurchenko EO. *Lichens of Belarus: an illustrated electronic handbook*. Minsk: K. E. Dovgailo; 2011. 1 electronic optical disk (CD-ROM).
9. Горбач НВ. *Лишайники Белоруссии. Определитель*. Минск: Наука и техника; 1973. 368 с.
10. Culberson CF, Culberson WL, Esslinger TL. Chemosyndromic variation in the *Parmelia pulla* group. *The Bryologist*. 1977;80(1):125. DOI: 10.2307/3242518.
11. Orange A, James PW, White FJ. *Microchemical methods for the identification of lichens*. London: British Lichen Society; 2001. 101 p.
12. Thell A, Moberg R. *Nordic lichen flora 4: Parmeliaceae*. Göteborg: Zetterqvist tryckeri; 2011.
13. Абрамов ИИ, редактор. *Определитель лишайников СССР. Выпуск 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые*. Ленинград: Наука; 1971. 412 с.
14. Szczepańska K, Kossowska M. The lichen-forming fungi of the *Xanthoparmelia pulla* group (Parmeliaceae, Ascomycota) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2014;83(1):59–65. DOI: 10.5586/asbp.2014.004.

References

1. Thell A, Crespo A, Divakar PK, Kärnefelt I, Leavitt SD, Lumbsch HT, et al. A review of the lichen family Parmeliaceae – history, phylogeny and current taxonomy. *Nordic Journal of Botany*. 2012;30(6):641–664. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2012.00008.x
2. Blanco O, Crespo A, Ree RH, Lumbsch HT. Major clades of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) and the evolution of their morphological and chemical diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2006;39(1):52–69. DOI: 10.1016/j.ympev.2005.12.015.
3. Hale ME. *Bulbothrix*, *Parmelina*, *Relicina* and *Xanthoparmelia*, four new genera in the Parmeliaceae. *Phytologia*. 1974;28(5): 479–490.
4. Esslinger TL. A new status for the brown Parmeliae. *Mycotaxon*. 1978;7:45–54.
5. Blanco O, Crespo A, Elix JA, Hawksworth DL, Lumbsch HT. A new classification of parmelioid lichens containing *Xanthoparmelia*-type lichenan (Ascomycota: Lecanorales) based on morphological and molecular evidence. *Taxon*. 2004;53(4):959. DOI: 10.2307/4135563.
6. de Paz GA, Cubas P, Crespo A, Elix JA, Lumbsch HT. Transoceanic dispersal and subsequent diversification on separate continents shaped diversity of the *Xanthoparmelia pulla* group (Ascomycota). *PLoS ONE*. 2012;7(6):e39683. DOI: 10.1371/journal.pone.0039683.
7. Hawksworth DL, Blanco O, Divakar PK, Ahti T, Crespo A. A first checklist of parmelioid and similar lichens in Europe and some adjacent territories, adopting revised generic circumscriptions and with indications of species distributions. *The Lichenologist*. 2008;40(1):1–21. DOI: 10.1017/S0024282908007329.
8. Yurchenko EO. *Lichens of Belarus: an illustrated electronic handbook*. Minsk: K. E. Dovgailo; 2011. 1 electronic optical disk (CD-ROM).
9. Gorbach NV. *Lishainiki Belorussii. Opredelitel'* [Lichens of Belarus. A handbook]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1973. 368 p. Russian.
10. Culberson CF, Culberson WL, Esslinger TL. Chemosyndromic variation in the *Parmelia pulla* group. *The Bryologist*. 1977; 80(1):125. DOI: 10.2307/3242518.
11. Orange A, James PW, White FJ. *Microchemical methods for the identification of lichens*. London: British Lichen Society; 2001. 101 p.
12. Thell A, Möberg R. *Nordic lichen flora 4: Parmeliaceae*. Göteborg: Zetterqvist tryckeri; 2011.
13. Abramov II, editor. *Opredelitel' lishainikov SSSR. Vypusk 1. Pertuzariyevye, Lekanorovyey, Parmeliyevye* [Handbook of the lichens of the USSR. Issue 1. Pertusariaceae, Lecanoraceae, Parmeliaceae]. Leningrad: Nauka; 1971. 412 p. Russian.
14. Szczepańska K, Kossowska M. The lichen-forming fungi of the *Xanthoparmelia pulla* group (Parmeliaceae, Ascomycota) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2014;83(1):59–65. DOI: 10.5586/asbp.2014.004.

Статья поступила в редколлегию 01.02.2018.
Received by editorial board 01.02.2018.

УДК 582.572.4(476)

ЛУК ЛУЗИТАНСКИЙ (*ALLIUM LUSITANICUM* LAM., AMARYLLIDACEAE) – НОВЫЙ АБОРИГЕННЫЙ ВИД ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ

М. А. ДЖУС¹⁾, В. Н. ТИХОМИРОВ¹⁾

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

Лук лузитанский (*Allium lusitanicum* Lam., Amaryllidaceae J. St.-Hil.) впервые указывается в качестве аборигенного вида для флоры Беларуси. На основании собственных сборов и анализа гербарных материалов его произрастание подтверждено в юго-западной части республики (в Брестском районе Брестской области). Ранее данный вид определялся белорусскими ботаниками как *A. angulosum* L. Приведены краткие сведения о номенклатуре, систематике луков рода *A. senescens* s. l., фитоценотической приуроченности, эколого-биологических особенностях и диагностических отличиях *A. lusitanicum* от морфологически сходных видов. Выявленные местонахождения уточняют характер распространения вида в Восточной Европе.

Ключевые слова: *Allium lusitanicum*; *Allium senescens* s. l.; *Allium montanum*; новое местонахождение; распространение; флора Беларуси.

MOUNTAIN GARLIC (*ALLIUM LUSITANICUM* LAM., AMARYLLIDACEAE) – NEW NEGLECTED ABORIGINAL SPECIES FOR BELARUSIAN FLORA

М. А. DZHUS^a, V. N. TIKHOMIROV^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: M. A. Dzhus (dzhus_maxim@mail.ru)

Mountain Garlic (*Allium lusitanicum* Lam., Amaryllidaceae J. St.-Hil.) is indicated for the first time as an aboriginal species for the Belarusian flora. According to the own and herbarium data *A. lusitanicum* was collected in the southwestern part of the Belarus (Brest district, Brest region). For the long time this species was determined by Belarusian botanists as *A. angulosum* L. Brief information about the nomenclature, systematics of the onions close to *A. senescens* s. l., phytocenology, ecological and biological features, diagnostic differences of *A. lusitanicum* from morphologically similar species is given. New localities clarify the total distribution of *A. lusitanicum* in Eastern Europe.

Key words: *Allium lusitanicum*; *Allium senescens* s. l.; *Allium montanum*; new locality; distribution; flora of Belarus.

Образец цитирования:

Джус МА, Тихомиров ВН. Лук лузитанский (*Allium lusitanicum* Lam., Amaryllidaceae) – новый аборигенный вид для флоры Беларуси. Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2018;3:28–37.

For citation:

Dzhus MA, Tikhomirov VN. Mountain garlic (*Allium lusitanicum* Lam., Amaryllidaceae) – new neglected aboriginal species for Belarusian flora. Journal of the Belarusian State University. Biology. 2018;3:28–37. Russian.

Авторы:

Максим Анатольевич Джус – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры ботаники биологического факультета.

Валерий Николаевич Тихомиров – кандидат биологических наук, доцент; заведующий кафедрой ботаники биологического факультета.

Authors:

Maxim A. Dzhus, PhD (biology), docent; associate professor at the department of botany, faculty of biology.

dzhus_maxim@mail.ru

Valery N. Tikhomirov, PhD (biology), docent; head of the department of botany, faculty of biology.

tikhomirov_v_n@list.ru

Введение

В июле 2016 г. один из авторов данной статьи при флористическом обследовании территории заказника «Прибужское Полесье» обратил внимание на незнакомый ему вид лука, который был предварительно определен как лук угловатый (*Allium angulosum* L.), однако, в отличие от последнего, произрастал не в пойменных условиях, а на опушке суходольной дубравы с сосной. Обнаруженные растения были собраны в гербарий, а также высажены на садовом участке в окрестностях г. Минска. При более тщательном исследовании оказалось, что они относятся к новому для Беларуси аборигенному виду лука – *A. lusitanicum* Lam., который в таком статусе не указывался для флоры республики [1; 2]. При последующем изучении гербарных фондов Белорусского государственного университета (MSKU) выявлено второе место произрастания вида, который ранее также ошибочно был определен как *A. angulosum*.

Нахождение *A. lusitanicum* в Беларуси довольно закономерно, так как этот вид известен из сопредельных с территорией республики регионов Польши и Украины. Так, известные в Польше местонахождения вида расположены в непосредственной близости от западных границ Беларуси (рис. 1).

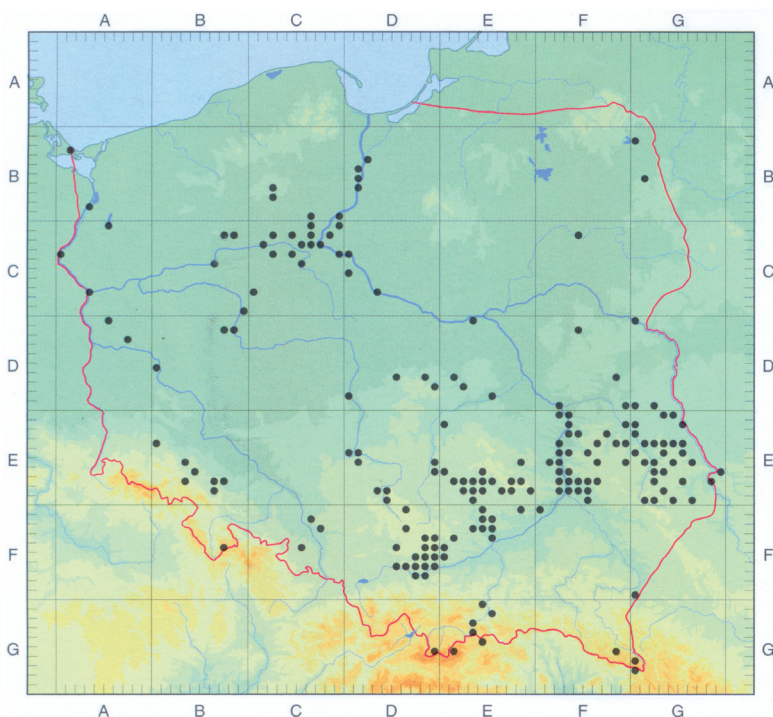


Рис. 1. Распространение *Allium lusitanicum* в Польше (по [3])

Fig. 1. Distribution of *Allium lusitanicum* in Poland (according of [3])

Цель работы – комплексное изучение *Allium lusitanicum* во флоре Беларуси. Задачи: осветить историю исследования комплекса луков рода *A. senescens* L. s. l. в Беларуси, уточнить вопросы систематики и хорологии относящихся таксонов, изучить особенности современного распространения и статус известных местонахождений *A. lusitanicum* в республике, установить диагностические признаки, позволяющие отличить *A. lusitanicum* от морфологически сходных видов.

Материалы и методы исследований

Полевые флористические исследования проводились маршрутным методом в полевой сезон 2016 г. Помимо собственных сборов были изучены материалы, хранящиеся в гербариях БГУ (MSKU) и Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK). Научное определение растений выполнялось с помощью диагностических ключей и рисунков, имеющих в литературе, посвященной систематическому изучению рода *Allium* L. [4–6]. При диагностике использовался бинокулярный стереомикроскоп Stemi 2000 (Carl Zeiss, Германия). Собранный гербарный материал хранится в гербарии кафедры ботаники биологического факультета БГУ. Картирование выявленных местонахождений проводилось точечным методом.

При характеристике общего распространения вида регионы указаны в соответствии с [7].

Результаты и их обсуждение

Номенклатура. *Allium lusitanicum* Lam. 1783, Encycl. Meth. Bot., 1: 70, excl. syn. Tournefortii. $\equiv$ *A. senescens* L. subsp. *lusitanicum* (Lam.) Dostál, 1984, Folia Mus. Rerum Nat. Bohemiae Occid., Bot. 21: 15. Type: «Cyboule de Portugal» (P.-Lam., фото! [8])¹.

= *A. montanum* F. W. Schmidt, 1794, Fl. Boëm., 4: 28, nom. illeg. (later homonym). $\equiv$ *Allium angulosum* var. *montanum* Pohl, 1814, Tent. Fl. Bohem. 2: 9. $\equiv$ *Allium fallax* subsp. *montanum* (Pohl) Fr. 1839 Novit. Fl. Suec. Mant. 2: 18. $\equiv$ *A. senescens* L. var. *montanum* (Pohl) G. Beck, 1890, Fl. Nieder-Österr., 1: 168. $\equiv$ *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Pohl) Holub, 1970, Folia Geobot. Phytotax., 5, 3–4: 341.

= *A. senescens* L., 1753, Sp. Pl., 1: 299, p. p., quoad plantae Europ. – J. Jundz. 1830, Opis. rosl.: 139.

= *A. fallax* Schult. et Schult. fil. in Roem. et Schult., 1830, Syst. Veg., 7, 2: 1072. – Пачоский, Фл. Пол. и прил. местн., 1900, 3: 13.

Систематика. *Allium lusitanicum* относится к подроду *Rhizirideum* (G. Don ex W.D.J. Koch) *Wendelbo*, который насчитывает около 40 преимущественно степных евро-азиатских видов и имеет центр разнообразия в Южной Сибири, Монголии и Китае. Для видов типовой секции *Rhizirideum* G. Don ex W.D.J. Koch (включает более 20 видов) характерно наличие скученных луковиц, обычно прикрепленных к корневищу; перепончатых пленчатых чешуй; плоских сидячих листьев; листочков околоцветника с одной жилкой; тычиночных нитей цельных или внутренних с 2 короткими зубцами; покрывала соцветия с 2–3 сегментами, более короткими, чем соцветие; семян без элайосом, по 1–2 в каждом гнезде коробочки [9–11]. Многие виды секции как родичи культурных растений перспективны для использования в селекции [10].

Типовым видом подрода и секции является *A. senescens* L.

Из видов секции *Rhizirideum* в Беларуси, помимо *Allium lusitanicum*, встречается еще 1 аборигенный (*A. angulosum*) и 2–4 чужеродных вида. В качестве заносных или культивируемых видов на территории республики произрастают *A. nutans* L. (наиболее часто), *A. senescens* s. str. и, возможно, *A. spirale* Willd. и другие азиатские виды данного комплекса [1; 2; 12]. По данным литературы, в культуре указывался также *A. albidum* Fisch. ex Besser [13].

Allium lusitanicum относится к систематически сложному полиморфному комплексу близкородственных видов *A. senescens* L. s. l. Таксономический ранг, количество и распространение входящих в данный комплекс таксонов нуждаются в специальном изучении [5; 8]. В настоящее время предложено несколько решений проблемы наименования и объема таксонов, относящихся к этому имеющему широкий евро-азиатский тип распространения комплексу (рис. 2). Согласно преобладающей в настоящее время концепции, в его пределах выделяют несколько (чаще всего от 2 до 8) видов, которые в большей или меньшей степени викарно замещают друг друга в долготном направлении. Европейский вид данного комплекса (*A. lusitanicum*) имеет наиболее изолированный ареал, отстоящий от основной, азиатской части более чем на 3000 км [8]. Морфологически сходными с *A. lusitanicum* видами в Европе являются широко распространенный *A. angulosum* и балканский эндем *A. incensiodorum* Radić.

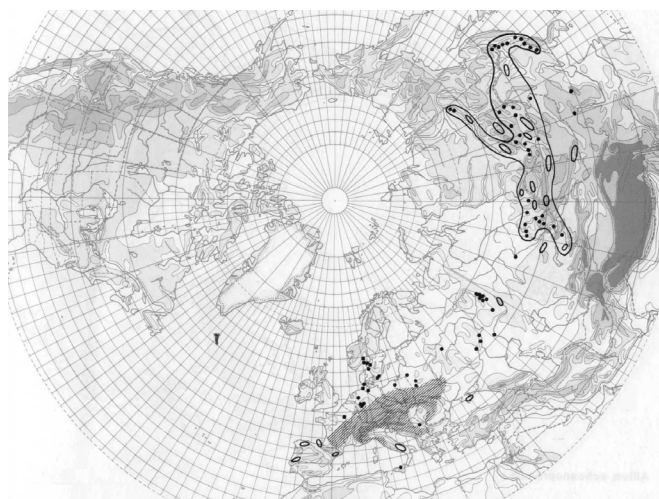


Рис. 2. Общее распространение комплекса *Allium senescens* L. s. l. (по [14])

Fig. 2. Total distribution of *Allium senescens* L. s. l. (according of [14])

¹Описан из Португалии (по протологу «Cette plante croît dans le Portugal, et est cultivée au Jardin du Roi»). В настоящее время в Португалии этот вид является редким и известен лишь в центральной части страны [4; 8].

Наибольшее таксономическое разнообразие характерно для азиатской части ареала исследуемого комплекса видов, где в основе видообразования луков лежит полиплоидизация, географическая изоляция и гибридогенез [8]. В пределах группы монографом рода Н. В. Фризенем и другими исследователями выделены следующие таксоны [5; 8; 15; 16]:

- *Allium austrosibiricum* N. Friesen. Алтайско-тывинская раса, распространенная на юго-восточном Алтае, в Тыве и северо-западной Монголии;
- *Allium baicalense* Willd. (= *A. senescens* ssp. *glaucum* (Regel.) Dostál). Среднесибирско-монгольская раса, произрастающая преимущественно в Красноярском крае, восточной и центральной Тыве, Монголии и Бурятии;
- *Allium senescens* L. s. str. Забайкальская раса, распространенная в Иркутской и Читинской областях, Бурятии, на западе Амурской области, Маньчжурии, а также в восточной Монголии, Северо-Восточном Китае, Корею (?);
- *Allium spurium* G. Don (= *A. dauricum* N. Friesen). Даурская раса, распространенная в Читинской области, юго-восточной Бурятии, на западе Амурской области, Маньчжурии, в восточной Монголии, Северном и Центральном Китае;
- *Allium burjaticum* N. Friesen. Бурятская раса, произрастающая в юго-восточной Тыве, Бурятии и Монголии;
- *Allium spirale* Willd. ex Schlecht. Дальневосточная раса, встречающаяся на Дальнем Востоке России, в Монголии (?), Северо-Восточном Китае и Корею. Недавно была описана очень своеобразная разновидность *A. spirale* из Приморского края: var. *saxomarinum* Koldaeva [17], которая, возможно, заслуживает более высокого ранга;
- *Allium minus* (S. Yu, W. Lee et S. Lee) H. J. Choi et B. U. Oh (≡ *Allium senescens* var. *minus* S. Yu, W. Lee et S. Lee). Эндемик центральной Кореи [15];
- *Allium pseudosenescens* H. J. Choi et B. U. Oh. Недавно (в 2010 г.) описанный вид из Северо-Восточного Китая (провинция Хэйлунцзян). По данным молекулярно-филогенетического анализа с использованием молекулярных nrITS-маркеров, этот вид генетически обособлен от других китайских и корейских представителей секции [15; 16];
- (?) *Allium chiwui* F. T. Wang et Tang. Восточный Китай (провинция Хубэй). В отличие от других видов секции цветки белые или желтоватые, без прицветников.

Данные виды различаются по размерным и качественным характеристикам основных диагностических признаков – высоте растений, ширине листьев, их окраске и форме, строению цветоноса, внешнему облику соцветий, форме, размерам и окраске околоцветника, а также пloidности [5; 8]. Проведенный молекулярно-генетический RAPD-анализ и использование молекулярных nrITS-маркеров подтвердили обоснованность выделения *A. lusitanicum* и большинства других изученных видов [8–11].

Иногда все или некоторые азиатские представители рассматриваемого комплекса (в зависимости от взглядов различных специалистов) относят к одному полиморфному виду – *A. senescens* L., в пределах которого выделяют несколько подвидов или разновидностей [4; 15]. В этом случае европейский таксон в зависимости от ранга будет иметь название *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Pohl) Holub. или *A. senescens* L. var. *montanum* (Pohl) G. Beck.

Морфологическое описание. *Allium lusitanicum* – многолетнее травянистое растение со специфическим луковым запахом, 15–45 см высотой. Луковицы туникатные, от узкоконических до продолговатых, 5–7 мм шириной и 20–35 мм длиной, сидячие, скученные вместе в количестве обычно более 2 и прикрепленные к горизонтальному ползучему корневищу, развивающемуся неглубоко под землей или вблизи поверхности почвы. Чешуи луковиц пленчатые, гладкие, более-менее цельные, темно-бурые. Листья без прилистников, сидячие, очередные, по 5–6 (10) сближены в основании побега, простые, цельные, цельнокрайные, линейные, прямые, плоские, с нижней стороны немного выпуклые, без киля, 2–5 мм шириной и до 30 см длиной (превышающие половину длины цветоноса), голые, в живом состоянии зеленые или слегка сизоватые. Листовая пластинка с 5–11 жилками, на верхушке тупая, по краю с мелкими папиллами. Цветонос («стрелка») 10–40 см длиной, неветвящийся, лишь в нижней части полый, в поперечном сечении округлый, иногда лишь в верхней части слегка ребристый. Соцветие верхушечное, простое, густое, 20–60-цветковое, обычно полушаровидное, 2–3 см в диаметре, представляет собой зонтиковидный тирс. Цветоножки 7–15 мм длиной, все более-менее одинаковые и превышающие в 1,5–2,0 раза цветки, голые, гладкие или слегка ребристые. Прицветники отсутствуют. В основании соцветия находится яйцевидное, заостренное, перепончатое, светло-бурое, 2–3-раздельное или рассеченное, коротко заостренное покрывало (чехол), которое в 2–3 раза короче соцветия, 5–8 мм длиной. Покрывало остается на растении при плодах. Цветок актиноморфный, околоцветник простой, чашевидный, из 6 свободных продолговато-ланцетных или яйцевидных листочков, расположенных в 2 круга и остающихся при плодах. Листочки околоцветника от светло-розовых до розовато-пурпурных (при отцветании околоцветник

часто светлеет), с 1 малозаметной жилкой. Наружный круг листочков 1,5–2,5 мм шириной и 3,5–5,5 мм длиной. Листочки внутреннего круга околоцветника 1–3 мм шириной и 4–6 мм длиной. Тычинок 6, расположены в 2 круга. Тычиночные нити шиловидные, в основании слегка расширенные и сросшиеся между собой и с околоцветником, по длине превышают листочки околоцветника в 1,2–1,5 раза. Тычиночные нити: 0,4–0,8 мм шириной и 4,6–8,6 мм длиной – для наружного круга; 0,7–1,4 мм шириной и 4,9–8,4 мм длиной – для внутреннего круга. Пыльники 1–2 мм длиной и 0,5–0,8 мм шириной, желтые или фиолетовые. Пестик 1, состоит из 3 сросшихся плодолистиков 2,0–3,5 мм длиной и 3,5–4,5 мм шириной. Столбик слегка превышает длину околоцветника. Гинецей синкарпный. Плод – трехгнездная, почти округлая или яйцевидная коробочка, шириной около 3,3 мм и длиной 4,0–4,4 мм. В каждом гнезде плода обычно находится по 2 (1) семени. Семена черные, голые, блестящие, слегка морщинистые, 1,6–1,9 мм шириной и 2,5–3,3 мм длиной.

Отличия *A. lusitanicum* от морфологически сходного, произрастающего в Беларуси *A. angulosum* приведены в таблице.

Диагностические признаки *Allium angulosum* и *A. lusitanicum*
Diagnostic features of *Allium angulosum* and *A. lusitanicum*

Признак	<i>Allium lusitanicum</i>	<i>Allium angulosum</i>
Листья	В живом состоянии зеленые или сизоватые, снизу выпуклые, без кия	В живом состоянии зеленые, снизу угловатые, килеватые
Соцветие	2–3 см в диаметре	2,5–4,0 см в диаметре
Листочки околоцветника	На верхушке тупые	На верхушке заостренные
Тычинки	Тычиночные нити превышают листочки околоцветника в 1,2–1,5 раза*	Тычиночные нити равны листочкам околоцветника или короче их
Местообитание	Каменистые суходольные склоны, плакорные сосново-дубовые леса и опушки, чаще на карбонатных субстратах	Пойменные луга
Число хромосом	Преимущественно $2n = 32$	Преимущественно $2n = 16$

*В ключе А. П. Серегина этот признак у данных видов перепутан [6].

От видов комплекса *A. senescens* L. s. l. и других морфологически сходных культивируемых видов (например, *A. nutans*) *A. lusitanicum* отличается более мелкими общими размерами, более узкими, обычно зелеными (а не сизыми), прямыми (а не серповидно изогнутыми) листьями, гладкими или слабо-ребристыми (а не крылатыми) цветonosными стеблями и некоторыми другими признаками. Однако морфологические отличия между различными видами, особенно в гербарии, зачастую выражены слабо. Их точное определение, особенно у культивируемых и дичающих из культуры растений, затруднено также гибридным происхождением некоторых сортов.

Изменчивость. *Allium lusitanicum* довольно полиморфный вид, в пределах которого выделяют более 10 различных форм и разновидностей [18]. Растения, выявленные в Беларуси в окрестностях д. Дубрава, относятся к f. *albicans* Zapal. и имеют светло-розовые цветки (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид соцветия *Allium lusitanicum* с территории Беларуси
Fig. 3. Total view of inflorescence of *Allium lusitanicum* from Belarus

Кариология. Основное число хромосом у видов данной секции $x = 8$. Хромосомные числа и кариотип *A. lusitanicum* относительно хорошо изучены. Для этого вида характерен полиморфизм по числу хромосом. Чаще всего встречаются тетраплоиды с $2n = 32$. Такое хромосомное число указывается из различных частей ареала – Италии, Болгарии, Испании, Австрии, Хорватии, Словакии и Литвы. Диплоиды ($2n = 16$) обнаружены в Испании, триплоиды ($2n = 24$) – в Австрии и Венгрии, гексаплоиды ($2n = 48$) – в Италии. У тетраплоидов иногда отмечаются добавочные *B*-хромосомы, что отмечено на растениях из Украины, Италии и Чехии [8; 19]. Морфологических отличий между различными цитотипами не обнаружено [8].

Для других видов родства *A. senescens* L. s. l. также в основном указываются $2n = 16$ и $2n = 32$. В ряде случаев это является диагностическим признаком отдельных таксонов. Так, диплоидами ($2n = 16$) являются *A. austrosibiricum* и *A. minus*, тетраплоидами ($2n = 32$) – *A. baicalense*, *A. spurium*, *A. burjaticum* и *A. pseudosenescens*. У *A. spirale* обнаружены как диплоидные, так и тетраплоидные (преобладают) цитотипы. Для *A. senescens* L. s. str., характеризующегося наибольшей кариологической изменчивостью, указываются диплоидные, тетраплоидные (преобладают), пентаплоидные ($2n = 40$) и гексаплоидные ($2n = 48$) расы [5; 8; 9; 15; 16; 19]. Все это свидетельствует о широко распространенной гибридизации в пределах данной группы луков и, возможно, о наличии еще не описанных таксонов, отличающихся плоидностью.

В Беларуси в кариологическом отношении *A. lusitanicum* не исследован. У видов секции *Rhizirideum* в республике хромосомные числа изучены лишь у родственного *A. angulosum*, у которого обнаружены как цитотипы с $2n = 16$ (Хойникский и Лоевский районы), так и с $2n = 32 + 2B$ (Наровлянский район) [20]. В Европе также чаще встречается диплоидный цитотип, тогда как тетраплоиды более характерны для центральной и восточной части ареала вида [19].

Хорология. *Allium lusitanicum* – европейский, сарматско-температный вид, распространенный преимущественно в странах Центральной Европы [4; 8]. Восточная граница естественного распространения вида проходит по Литве, западным регионам Беларуси и Украины. Его нахождение весьма вероятно и в других западных и южных районах Беларуси. Необходимо отметить, что для многих стран (в том числе и Беларуси) виды комплекса *A. senescens* нередко указываются в качестве культивируемых (обычно декоративных), дичающих из культуры или заносных растений. В местах естественного произрастания и культивирования они иногда используются населением как пищевые растения.

Общее естественное распространение вида охватывает страны Северной (Норвегия (возможно, не дико), Швеция), юго-западной (Португалия (редко), Испания, Франция), средней (Дания (вероятно, исчез), Германия, Швейцария, Австрия, Чехия, Словакия, Венгрия, Польша), юго-восточной (Италия, Болгария, Румыния, Словения) и Восточной Европы (Литва (редко и, возможно, не дико), Латвия (очень редко), Беларусь (редко, юго-запад), Украина (преимущественно запад)) [4; 8; 11]. Культивируется во многих других регионах, однако точный вторичный ареал вида установить сложно в связи с тем, что в культуре распространены и другие (азиатские) виды комплекса *A. senescens* L. s. l.

На сопредельных территориях в Литве *A. lusitanicum* встречается очень редко, единственное достоверное местонахождение – в центральной части страны (Каунасский район, окрестность д. Бруже (Bružė), долина р. Неман) [21]. В Латвии – очень редко, известен в г. Алуксне и как заносное растение – в г. Риге [22]. В европейской части России встречается только в культуре – как заносное растение отмечен в Московской области, а для других регионов указывается по ошибке [6]. На Украине распространен преимущественно в западных (Карпаты и Закарпатье), центральных и северных областях (Ровенская (?), Житомирская, Киевская, Черниговская (?)) [18; 23]. В Польше произрастает почти по всей территории, но чаще в юго-восточной части [3].

Фитоценология. *Allium lusitanicum* – преимущественно горный вид, который, однако, встречается и на равнинных территориях. Спектр растительных сообществ в равнинной части ареала достаточно разнообразен и включает как остепненные луговые фитоценозы класса *Festuco-Brometea*, так и лесные и опушечные сообщества термофильных дубовых лесов (класс *Quercetea pubescentis*, порядок *Quercetalia pubescenti-petraeae*), ацидофильных дубовых лесов (порядок *Quercetalia robori-petraeae*), сухих хвойных (сосновых и смешанных) лесов (класс *Trifolio-Geranietea sanguinei*, порядок *Origanetalia*) [21; 24]. В Беларуси, насколько пока можно судить по имеющимся гербарным данным и личным наблюдениям, вид встречается в сосново-дубовых лесных сообществах, относящихся к порядкам *Quercetalia robori-petraeae* и *Origanetalia*. Фитоценотическая приуроченность вида в республике нуждается в специальном изучении.

История изучения видов комплекса *A. senescens* L. s. l. в Беларуси. Началом исследования в стране комплекса, долгое время не разделяемого на отдельные таксоны, можно считать 1830 г., когда он был указан «am Dnester und Bug» Э. Эйхвальдом в работе [25, с. 123]. Безусловно, данное литературное указание может (и даже с большей вероятностью!) относиться к территории современной Украины или Польши. Гербарий, на основании которого можно было бы судить о достоверности этого указания, не обнаружен и, возможно, не сохранился.

Автором обработки рода *Allium* Д. В. Дубовиком приводится мнение о более раннем (с конца XVIII в.) культивировании видов данного комплекса, а именно *A. lusitanicum*, в Гродно [2]. При этом цитируемый автором образец № 86906 хранится в гербарии Ж. Э. Жилибера в Киеве (KW) и представляет собой цветущее растение с двумя листьями, без подземных органов. Имеется лаконичная этикетка Жилибера: *Allium 21^a canescens*. Других сведений (в том числе переопределения вида Д. В. Дубовиком) на гербарном листе не имеется. Данный образец хранится в папке № 7, которая относится ко второй части коллекции Жилибера «Hortus Grodnensis» (образцы из ботанического сада). Однако, в отличие от других расположенных в данной папке растений, этот образец не имеет порядкового номера и не несет пометок «Horti Grodnensis», «ex horto» и т. п. Это может означать, что указанное растение не выращивалось в ботаническом саду Гродно или Вильнюса, а имеет другое происхождение. Сведений о выращивании в Гродненском ботаническом саду *A. canescens* в работах Жилибера обнаружить не удалось. На наш взгляд, образец из гербария Жилибера относится к другим видам (например, *A. senescens* L. s. str.), но не к *A. lusitanicum*, так как, в отличие от последнего, имеет более крупные размеры, густое, почти шаровидное соцветие, широкие листья и цветонос. К сожалению, плохая сохранность образца не позволяет с уверенностью провести его диагностику.

Последующие указания видов группы *A. senescens* L. s. l. для территории Беларуси относились исключительно к культивируемым или дичающим из культуры растениям. С 1925 г. *A. senescens* имеется в перечне семян, предлагаемых для обмена Ботаническим садом Горецкого сельскохозяйственного института [26]². С 1967 г. этот же вид приводится в аналогичном списке Центрального ботанического сада НАН Беларуси [27]³, а с 1986 г. – Ботанического сада БГУ [28]. С 1969 г. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси [29], а с 1974 г. – в Ботаническом саду БГУ выращивается *A. montanum* F. W. Schmidt [30]. В большинстве случаев достоверно решить вопрос о принадлежности указываемых таксонов к одному из видов комплекса *A. senescens* L. s. l. не представляется возможным, так как гербарные образцы и сведения о происхождении культивируемых растений отсутствуют. Утверждение Д. В. Дубовика о принадлежности всех культивируемых растений *A. senescens* к типовому подвиду [2] мы считаем крайне сомнительным. Так, в работе Л. В. Кухаревой и Г. В. Пашиной приводятся сведения о том, что *A. senescens* был интродуцирован в Беларуси с Дальнего Востока [12], а в каталоге сосудистых растений открытого грунта Центрального ботанического сада место интродукции указывается еще более точно – г. Владивосток [31]. По мнению монографа рода *Allium* Н. В. Фризена и некоторых других исследователей, дальневосточная раса данного комплекса относится к *A. spirale* Willd. [5; 8; 11]. Изучение цитируемых Д. В. Дубовиком [2] и других образцов *A. senescens* s. str., собранных в культуре и хранящихся в Институте экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича, показало их неполное соответствие *A. lusitanicum* в узком смысле. Кроме того, в отдельных случаях диагностика этим автором была осуществлена по вегетирующим (!) образцам или только по фотографиям, что позволяет усомниться в правильности их определения.

При изучении в 2018 г. материалов по *A. angulosum*, хранящихся в гербарии БГУ, оказалось, что растения, собранные Т. А. Сауткиной в 1978 г. в Брестском районе в окрестностях д. Домачево (опушка дубравы), на самом деле относятся к *A. lusitanicum*. Любопытно, что ни данный гербарный сбор, ни в целом *A. angulosum* либо *A. lusitanicum* не были учтены при проведении инвентаризации флоры региона в специальной публикации Д. И. Третьякова и С. С. Савчука [32], а также в диссертационной работе второго из указанных авторов [33]. В [2] Д. В. Дубовиком образцы из этого локалитета ошибочно отнесены к *A. angulosum* L., что отражено на карте распространения вида в Беларуси⁴.

Таким образом, в настоящее время достоверно известны два местонахождения *A. lusitanicum* в Беларуси (рис. 4), которые, по нашему мнению, следует считать аборигенными и находящимися на крайней северо-восточной границе сплошного распространения вида. Культивируемые в Беларуси и дичающие из культуры таксоны, относящиеся к *A. senescens* s. l., в связи со сложностью их диагностики и, по-видимому, гибридным происхождением некоторых выращиваемых сортов требуют специального, более тщательного изучения (в том числе на живых растениях). Необходимо также учитывать, что в культуре *A. lusitanicum* может гибридизировать с другими, часто культивируемыми в качестве пищевых или декоративных видами секции *Rhizirideum* (например, с *A. nutans*, *A. senescens* и др.) [8; 34].

Созологический статус. *Allium lusitanicum* – характерный элемент естественных и малонарушенных скальных, луговых и опушечно-лесных растительных сообществ, площадь которых в некоторых европейских странах неуклонно сокращается. Сходная картина наблюдается и в некоторых азиатских странах (например, в Корее), где отдельные виды родства *A. senescens* L. s. l. в природных условиях сохранились лишь

² Д. В. Дубовик бездоказательно считает, что это указание следует относить к *Allium lusitanicum* [2].

³ Однако Л. В. Кухарева и Г. В. Пашина указывают 1973 год как год интродукции вида в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси [12].

⁴ К *Allium angulosum* ошибочно отнесены также растения из окрестностей железнодорожной станции Борисов (MSK, IN 57032).

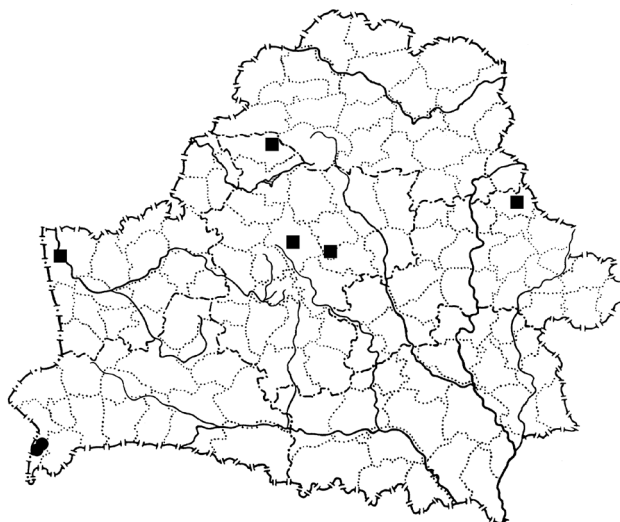


Рис. 4. Распространение *Allium lusitanicum* на территории Беларуси:

- – выявленные дикорастущие локалитеты;
- – выращиваемые в культуре или дичающие (по [2])

Fig. 4. Distribution of *Allium lusitanicum* in Belarus:

- – discovered aboriginal localities;
- – cultivated or escaped from culture (according to [2])

на ограниченной площади [15; 16]. В странах Европы *A. lusitanicum* охраняется в Чехии и Норвегии [24]. В Беларуси созологический статус требует специального исследования. Возможно, в связи с редкостью и малой численностью популяций (в окрестностях д. Дубрава выявлено около 10 куртин; численность и современное состояние популяции в окрестностях д. Домачево неизвестны) вид заслуживает охраны на региональном или республиканском уровне. В настоящее время обе известные дикорастущие популяции *A. lusitanicum* расположены на охраняемых территориях – в заказнике «Прибужское Полесье» и биосферном резервате «Западное Полесье».

Исследованный материал. Брестская область, Брестский район, окрестность д. Домачево (турбаза «Белое озеро»). На опушке дубравы. 08.1978. Т. А. Сауткина. IN 19170–19171. MSKU.

Брестская область, Брестский район, Знаменский сельсовет, 2 км к югу от д. Дубрава. Опушка дубравы черничной. 160 м н. у. м. 14.07.2016. М. А. Джус. MSKU. № 984/1. MSKU (DZHhb).

Заключение

В результате полевых исследований и изучения гербарных материалов было впервые подтверждено естественное произрастание нового для территории Беларуси вида – лука лузитанского (*Allium lusitanicum*), который в настоящее время известен в двух близко расположенных локалитетах в юго-западной части страны. Показано, что во многих случаях диагностика *A. lusitanicum* и морфологически сходных видов ранее проводилась с ошибками, что необходимо учитывать при характеристике распространения этих видов на территории Беларуси.

Библиографические ссылки

1. Сауткина ТА. *Allium* L. В: Парфенов ВИ, редактор. *Определитель высших растений Беларуси*. Минск: Дизайн ПРО; 1998.
2. Дубовик ДВ. Род *Allium* L. В: Парфенов ВИ, редактор. *Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 томах. Том 3. Liliopsida (Agavaceae – Trilliaceae)*. Минск: Беларуская навука; 2017. 573 с.
3. Zając A, Zając M, editors. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*. Kraków: Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego; 2001. 716 s.
4. Stearn WT. *Allium* L. In: Tutin TG, et al., editors. *Flora Europaea. Volume 5. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones)*. Cambridge: Cambridge University Press; 1980. 452 p.
5. Фризен НВ. *Луковые Сибири: Систематика, кариология, хорология*. Малышева ЛИ, редактор. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение; 1988. 183 с.
6. Серегин АП. Флористические материалы и ключ по лукам (*Allium* L., Alliaceae) европейской России. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 2005;110(1):45–51.
7. Brummitt RK, Pando F, Hollis S, Brummitt NA. *World geographical scheme for recording plant distributions*. 2nd edition. Pittsburgh: Hunt Institute for Botanical Documentation; 2001. 137 p.

8. Friesen N, Herrmann N. Taxonomy, chorology and evolution of *Allium lusitanicum* – the European «*A. senescens*». *Linzer Biologische Beiträge*. 1998;30(2):815–830.
9. Friesen N, Fritsch RM, Blattner FR. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. 2006;22:372–395. DOI: 10.5642/aliso.20062201.31.
10. Синицына ТА. Секция *Rhizirideum* G. Don f. ex W. D. J. Koch рода *Allium* L. и ее анализ в связи с проблемой сохранения генофонда [автореферат диссертации]. Санкт-Петербург: [б. н.]; 2009.
11. Sinitsyna TA, Herden T, Friesen N. Dated phylogeny and biogeography of the Eurasian *Allium* section *Rhizirideum* (Amaryllidaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 2016;302(9):1311–1328. DOI: 10.1007/s00606-016-1333-3.
12. Кухарева ЛВ, Пашина ГВ. *Полезные травянистые растения природной флоры: справочник по итогам интродукции в Белоруссии*. Минск: Наука и техника; 1986. 215 с.
13. Адамаў УУ, Ганчарык ММ. *Кароткі паказальнік жывых насаджэньняў усебеларускае выстаўкі сельскай гаспадаркі і прамысловасьці з больш падрабязным апісаньнем калекцыі расьлін Менскай цэнтральнай балотнай станцыі*. Менск: Беларускае дзяржаўнае выдавецтва; 1930.
14. Hultén E, Fries M. *Atlas of North European vascular plants: north of the Tropic of Cancer. Volume 1. Introduction. Taxonomic Index to the Maps 1–996. Maps 1–996*. Königstein: Koeltz Scientific Books; 1986.
15. Choi HJ, Oh BU. A new species and a new combination of *Allium* sect. *Rhizirideum* (Alliaceae) from northeastern China and Korea. *Brittonia*. 2010;62(3):199–205.
16. Choi HJ, Oh BU. A partial revision of *Allium* (Amaryllidaceae) in Korea and north-eastern China. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2011;167(2):153–211. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2011.01166.x.
17. Колдаева МН. К внутривидовому разнообразию *Allium spirale* Willd. ex Schlecht. (Alliaceae) на российском Дальнем Востоке. *Turczaninowia*. 2015;18(2):5–10. DOI: 10.14258/turczaninowia.18.2.1.
18. Zapalowicz H. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Tom 1*. Krakow: Nakładem Akademii Umijętności; 1906.
19. Karpiavičienė B. Chromosome numbers of *Allium* from Lithuania. *Annales Botanici Fennici*. 2007;44:345–352.
20. Дмитриева СА. *Кариология флоры Беларуси* [автореферат диссертации]. Минск: [б. н.]; 2000.
21. Karpiavičienė B. *Allium* genties rūšių paplitimas Lietuvoje. *Botanica Lithuanica*. 2004;6:19–30.
22. Jankevičienė R, Leht M, Baroniņa V, Liliaceae AL. *Flora of the Baltic Countries. Volume 3. Compendium of Vascular Plants*. Kuusk V, Tabaka L, Jankevičienė R, editors. Tartu: [Estonian Academy of Sciences]; 2003.
23. Бордзіловський ЕІ. *Allium* L. В: *Флора УРСР. Том 3*. Котов МІ, Барбарич АІ, редакторы. Київ: Видавництво АН УРСР; 1950.
24. Duchoslav M, Bártošová V, Krahulec F. Rozšíření druhů rodu česnek (*Allium*) v České republice. II. Druhy sekce *Rhizirideum* (*A. angulosum*, *A. senescens* subsp. *montanum*). *Zprávy České botanické společnosti*. 2007;42:25–64.
25. Eichwald E. *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien in geognostisch, mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht. Tom 1–3*. Wilna: Zawadzki; 1830.
26. *Пералік насеньня, якое прапануецца да абмену Батанічным Садом Гарэцкага с.-г. Інстытуту*. Горкі: Типолітографія Інстытута; 1925.
27. *Пералік насеньня, якое Цэнтральны батанічны сад Акадэміі навук БССР прапануе для абмену ў 1967 г. № 22*. Минск: Наука и техника; 1967.
28. *Список семян, предлагаемых в обмен ботаническим садом Белорусского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени В. И. Ленина в 1986 г.* Минск: Типография издательства БГУ имени В. И. Ленина; 1986.
29. *Пералік насеньня, якое Цэнтральны батанічны сад Акадэміі навук БССР прапануе для абмену ў 1969 г. № 24*. Минск: Наука и техника; 1969.
30. *Перечень семян, предлагаемых для обмена в 1974 г. ботаническим садом Белорусского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени В. И. Ленина*. Минск: Типография издательства БГУ имени В. И. Ленина; 1974.
31. Володько ИК, Белоусова НЛ, Бородич ГС, Брель НГ, Булыко СЕ, Вайновская ИФ и др., составители. *Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт)*. Решетникова ВН, Титка ВВ, редакторы. Минск: Тэхналогія; 2010.
32. Третьяков ДИ, Савчук СС. Флора сосудистых растений биосферного резервата «Прибужское Полесье». *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2011;9:83–130.
33. Савчук СС. *Состояние и тенденции развития флоры Брестского Полесья как природной модели антропогенной динамики биоразнообразия* [автореферат диссертации]. Минск: [б. н.]; 2016.
34. Fritsch RM. 2015. Checklist of ornamental *Allium* species and cultivars currently offered in the trade. Leibniz-Institut für pflanzen-genetik und kulturpflanzenforschung (IPK) [Internet]. [Cited 2018 February 1]. Available from: http://www.ipk-gatersleben.de/fileadmin/content-ipk/content-ipk-institut/Downloads/2015/150312_OrnamAlliumCheckl_FritschMR.pdf.

References

1. Sautkina TA. *Allium* L. In: Parfenov VI, editor. *Opredelitel' vysshikh rastenii Belarusi* [Manual of Vascular Plants of Belarus]. Minsk: Dizain PRO; 1998. Russian.
2. Dubovik DV. *Allium* L. In: Parfenov VI, editor. *Flora Belarusi. Sosudistye rasteniya. V 6 tomakh. Tom 3. Liliopsida (Agavaceae – Trilliaceae)* [Flora of Belarus. Vascular plants. In 6 volumes. Volume 3. Liliopsida (Agavaceae – Trilliaceae). Minsk: Belaruskaya navuka; 2017. 573 p. Russian.
3. Zając A, Zając M, editors. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*. Kraków: Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego; 2001. 716 s. Polish.
4. Stearn WT. *Allium* L. In: Tutin TG, et al., editors. *Flora Europaea. Volume 5. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones)*. Cambridge: Cambridge University Press; 1980. 452 p.
5. Friesen NV. *Lukovyie Sibiri: Sistematika, kariologiya, khorologiya* [Alliaceae of Sibir: Systematic, caryology, chorology]. Malyshch LI, editor. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie; 1988. 183 p. Russian.
6. Seregin AP. Floristic materials and a key for the genus *Allium* L. (Alliaceae) species in European Russia. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii*. 2005;110(1):45–51. Russian.

7. Brummitt RK, Pando F, Hollis S, Brummitt NA. *World geographical scheme for recording plant distributions*. 2nd edition. Pittsburgh: Hunt Institute for Botanical Documentation; 2001. 137 p.
8. Friesen N, Herrmann N. Taxonomy, chorology and evolution of *Allium lusitanicum* – the European «*A. senescens*». *Linzer Biologische Beiträge*. 1998;30(2):815–830.
9. Friesen N, Fritsch RM, Blattner FR. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. 2006;22:372–395. DOI: 10.5642/aliso.20062201.31.
10. Sinitsyna TA. *Sektsiya Rhizirideum G. Don f. ex W. D. J. Koch roda Allium L. i ee analiz v svyazi s problemoi sokhraneniya genofonda* [Section Rhizirideum G. Don f. ex W. D. J. Koch of genus *Allium* L. and its analysis in connection with the problem of gene pool conservation] [PhD thesis]. Saint Petersburg: [publisher unknown]; 2009. Russian.
11. Sinitsyna TA, Herden T, Friesen N. Dated phylogeny and biogeography of the Eurasian *Allium* section *Rhizirideum* (Amaryllidaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 2016;302(9):1311–1328. DOI: 10.1007/s00606-016-1333-3.
12. Kuchareva LV, Pashina GV. *Poleznye travyanistyie rasteniya prirodnoi flory: spravochnik po itogam introduktsii v Belorussii* [Useful herbaceous plants of natural flora: catalog on the results of introduction in Belarus]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1986. 215 p. Russian.
13. Adamau UU, Gantcharyk MM. *Karotki pakazal'nik zhyyvyh nasadzhen'nyaw usebelaruskae vystawki sel'skaj gaspadarki i pramyaslovas'ci z bol'sh padrabjaznym apisan'em kalekcyj ras'lin Menskaj cjenteral'noj balotnoj stancyi* [Short index of living planting of All-Belarusian exhibition of agriculture and industry with more detailed description of plant collections of Central Bog Station]. Minsk: Belarusian State Publishing House; 1930. Belarusian.
14. Hultén E, Fries M. *Atlas of North European vascular plants: north of the Tropic of Cancer. Volume 1. Introduction. Taxonomic Index to the Maps 1–996. Maps 1–996*. Königstein: Koeltz Scientific Books; 1986.
15. Choi HJ, Oh BU. A new species and a new combination of *Allium* sect. *Rhizirideum* (Alliaceae) from northeastern China and Korea. *Brittonia*. 2010;62(3):199–205.
16. Choi HJ, Oh BU. A partial revision of *Allium* (Amaryllidaceae) in Korea and north-eastern China. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2011;167(2):153–211. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2011.01166.x.
17. Koldaeva MN. On the infraspecific diversity of *Allium spirale* Willd. ex Schlecht. (Alliaceae) in the Russian Far East. *Turczaninowia*. 2015;18(2):5–10. Russian. DOI: 10.14258/turczaninowia.18.2.1.
18. Zapalowicz H. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Tom 1*. Krakow: Naładem Akademii Umijętności; 1906. Polish.
19. Karpavičienė B. Chromosome numbers of *Allium* from Lithuania. *Annales Botanici Fennici*. 2007;44:345–352.
20. Dmitrieva SA. *Caryology of Belarusian Flora* [PhD thesis]. Minsk: [publisher unknown]; 2000. Russian.
21. Karpavičienė B. *Allium* genties rūšių paplitimas Lietuvoje. *Botanica Lithuanica*. 2004;6:19–30. Lithuanian.
22. Jankevičienė R, Leht M, Baroniņa V, Liliaceae AL. *Flora of the Baltic Countries. Volume 3. Compendium of Vascular Plants*. Kuusk V, Tabaka L, Jankevičienė R, editors. Tartu: [Estonian Academy of Sciences]; 2003.
23. Bordzilovskiy EI. *Allium* L. In: *Flora of the Ukraine. Volume 3*. Kotov MI, Barbaritch AI, editors. Kyiv: Academy of Science; 1950. Ukrainian.
24. Duchoslav M, Bártová V, Krahulec F. Rozšíření druhů rodu česnek (*Allium*) v České republice. II. Druhy sekce *Rhizirideum* (*A. angulosum*, *A. senescens* subsp. *montanum*). *Zprávy České botanické společnosti*. 2007;42:25–64. Czech.
25. Eichwald E. *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien in geognostisch, mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht. Tom 1–3*. Wilna: Zawadzki; 1830. German.
26. *Peralik nasen'nja, jakoe prapanuecca da abmenu Batanichnym Sadom Garjeckaga s.-g. Instytutu* [Delectus seminum, quae Hortus Botanicus Institutii Agronomici Gorkiensis pro mutua commutatione offer]. Gorki: Tipolitografiya Instituta; 1925. Belarusian.
27. *Peralik nasen'nja, jakoe Central'ny Batanichny Sad Akademii navuk BSSR prapanue dlja abmenu w 1967 g. № 22* [Delectus seminum, quae Hortus Botanicus centralis academiae scientiarum BSSR pro mutua commutatione offert in anno 1967. No. 22]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1967. Belarusian.
28. *Spisok semyan, predlagaemykh v obmen botanicheskim sadom Belorusskogo ordena Trudovogo Krasnogo Znameni gosudarstvennogo universiteta imeni V. I. Lenina v 1986 g.* [Delectus seminum, quae Hortus Botanicus Universitatis BSSR pro mutua commutatione offert in 1986]. Minsk: Tipografiya izdatel'stva BGU imeni V. I. Lenina; 1986. Russian.
29. *Peralik nasennja, jakoe Central'ny batanichny sad Akademii navuk BSSR prapanue dlja abmenu w 1969 g. № 24* [Delectus seminum, quae Hortus Botanicus centralis academiae scientiarum BSSR pro mutua commutatione offert in 1969. No. 24]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1969. Belarusian.
30. *Perechen'semyan, predlagaemykh dlya obmena v 1974 g. botanicheskim sadom Belorusskogo ordena Trudovogo Krasnogo Znameni gosudarstvennogo universiteta imeni V. I. Lenina* [Delectus seminum, quae Hortus Botanicus Universitatis BSSR pro mutua commutatione offert in 1974]. Minsk: Tipografiya izdatel'stva BGU imeni V. I. Lenina; 1974. Russian.
31. Volod'ko IK, Belousova NL, Boroditch GS, Brel' NG, Bulyko SE, Vainovskaya IF, et al., compilers. *Katalog sosudistykh rastenii Tsentral'nogo botanicheskogo sada Natsional'noi akademii nauk Belarusi (otkrytyi grunt)* [Catalog of vascular plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (outdoor bed)]. Reshetnikov VN, Titok VV, editors. Minsk: Technology; 2010. Russian.
32. Tretjakov DI, Savtchuk SS. [Flora of Vascular Plants of the Biosphere Reserve «Pribuzhskoe Polesie»]. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2011;9:83–130. Russian.
33. Savtchuk SS. *Sostoyanie i tendentsii razvitiya flory Brestskogo Poles'ja kak prirodnoi modeli antropogennoi dinamiki bioraznoobrazija* [The state and development trends of the Flora of Brest Polesie as a natural model of anthropogenic dynamics of biodiversity] [PhD thesis]. Minsk: [publisher unknown]; 2016. Russian.
34. Fritsch RM. 2015. *Checklist of ornamental Allium species and cultivars currently offered in the trade*. Leibniz-Institut für pflanzen-genetik und kulturpflanzenforschung (IPK) [Internet]. [Cited 2018 February 1]. Available from: http://www.ipk-gatersleben.de/fileadmin/content-ipk/content-ipk-institut/Downloads/2015/150312_OrnamAlliumCheckl_FritschMR.pdf.

УДК 591.95:632.7(476)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВРЕДНОСТИ ИНВАЗИВНЫХ ФИТОФАГОВ РАЗНЫХ ТРОФОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП, ПОВРЕЖДАЮЩИХ ДЕКОРАТИВНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГРОДНЕНСКОГО ПОНЕМАНЯ

Е. И. ГЛЯКОВСКАЯ¹⁾

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

На основе оригинальных и литературных данных выполнены расчеты показателей физиологической и общей вредности для 38 инвазивных видов фитофагов, повреждающих древесные растения зеленых насаждений Гродненского Понеманья. Максимальное среди открытоживущих сосущих членистоногих значение показателя общей вредности (126 баллов) было получено для прыгающей вязовой тли (*Tinocallis saltans* (Nevsky, 1929)), среди тератформирующих насекомых и клещей этот показатель был максимальным (222,75 балла) для бело-акациевой листовой галлицы (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847)), повреждающей робинию обыкновенную (*Robinia pseudoacacia* L.), а среди листогрызущих насекомых – для каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) – одного из наиболее массовых вредителей зеленых насаждений Беларуси и континентальной Европы.

Ключевые слова: вредители; биологические инвазии; сосущие членистоногие; галлообразователи; листогрызущие насекомые; Беларусь.

Образец цитирования:

Гляковская ЕИ. Количественная оценка вредности инвазивных фитофагов разных трофоэкологических групп, повреждающих декоративные древесные растения в условиях Гродненского Понеманья. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;3:38–47.

For citation:

Hliakouskaya KI. Complex estimation of invasive fitophages pestfulness of different tropho-ecological groups damaging decorative woody plants under the conditions in Grodno Poneman region. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018; 3:38–47. Russian.

Автор:

Екатерина Ивановна Гляковская – аспирантка кафедры зоологии биологического факультета. Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор С. В. Буга.

Author:

Katsiaryna I. Hliakouskaya, postgraduate student at the department of zoology, faculty of biology.
ekaterina.g91@mail.ru

COMPLEX ESTIMATION OF INVASIVE FITOPHAGES PESTFULNESS OF DIFFERENT TROPHO-ECOLOGICAL GROUPS DAMAGING DECORATIVE WOODY PLANTS UNDER THE CONDITIONS IN GRODNO PONEMAN REGION

K. I. HLIAKOUSKAYA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The calculation of the physiological and general damage indices for 38 species of invasive phytophagous insects affecting the green plantations of the Grodno Ponemanjan green plantation has been done. The maximum value of the index of total damage (126 points) marked for hopping aphid (*Tinocallis saltans* (Nevsky, 1929)), white-gallic gall bladder *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (222.75 points) which damaging the common rhinitis (*Robinia pseudoacacia* L.) and chestnut miner moths (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) – one of the most widespread pests of green plantations of Belarus and continental Europe.

Key words: pests; alien species; sucking and gall-forming insects and mites; phyllophagous; Belarus.

Введение

Традиционно считается [1], что древесные растения составляют композиционную основу декоративных зеленых насаждений. Помимо прочих, значимым фактором снижения декоративности является деятельность фитофагов из различных таксонов беспозвоночных животных [2]. У поврежденных ими древесных растений снижается эстетическая ценность, а также устойчивость и (или) толерантность к неблагоприятному воздействию других факторов среды. Насаждения утрачивают декоративные и рекреационные функции, способность адсорбировать пылевые и иные загрязнения, осуществлять защиту от ветра, снегозадержание и пр. Поэтому следует уделять серьезное внимание изучению вредителей и других фитопатогенных организмов в целях разработки научных основ контроля их популяций и защиты декоративных растений в целом [3].

Оценка вредоспособности и вредоносности растительоядных дендробионтов – один из необходимых этапов в разработке и реализации систем защиты [4]. Определение конкретных уровней вредоносности фитофагов необходимо для выбора объектов энтомофитопатологического мониторинга декоративных древесных насаждений в целях контроля энтомофитосанитарной ситуации и принятия обоснованных решений о целесообразности защитных мероприятий.

Сопоставительная количественная оценка уровней вредоносности фитофагов в условиях декоративных зеленых насаждений конкретного региона возможна на основе информации об особенностях биологии и экологии этих фитофагов, характере их вредоносности, уровне вредоспособности и последствиях наносимых повреждений.

В СССР методики количественной оценки вредоспособности и вредоносности стволовых и листогрызущих вредителей впервые предложены Е. Г. Мозолевской [5; 6] и Е. Г. Долженко [6], а для сосущих фитофагов – Е. Г. Куликовой [7]. Последняя методика была взята за основу Д. Л. Петровым и С. В. Бугой [8] для разработки оценки уровня вредоносности тератформирующих фитофагов. Адаптированная Д. А. Беловым методика Е. Г. Мозолевской применена для определения вредоносности филлобионтных насекомых в декоративных зеленых насаждениях г. Москвы [9]. При этом унифицированная, применимая к представителям любых трофэкологических групп фитофагов методика оценки вредоносности и вредоспособности для декоративных растений до сих пор не предложена в силу принципиально разного характера вредоспособности представителей тератформирующих и не тератформирующих, сосущих и грызущих фитофагов, скрыто- и открытоживущих форм и т. д. Поэтому цель настоящей работы – количественная оценка вредоносности инвазивных растений в декоративных зеленых насаждениях Гродненского Понеманья по группам тератформирующих, листогрызущих и открытоживущих сосущих фитофагов.

Материалы и методы

В основу настоящей работы были положены результаты учетов и наблюдений, выполненных в условиях разного типа зеленых насаждений на территории Гродненского Понеманья, в ходе целенаправленных исследований инвазивных фитофагов в сезонах 2016–2018 гг. с учетом материалов исследований

прошлых лет, накопленных на кафедре зоологии Белорусского государственного университета и кафедре зоологии и физиологии человека и животных Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. В значительной мере данные, использованные при расчете количественных показателей, уже обобщены в ранее опубликованной нами сводке по таксономическому составу [10].

Расчет значений показателя вредоносности открытоживущих сосущих фитофагов по методике, предложенной Е. Г. Куликовой [7], предусматривает учет следующих параметров:

- 1) тип питания: повреждающие камбий – 1 балл, не повреждающие камбий – 0,5 балла;
- 2) продолжительность питания: 20 дней – 1 балл для лиственных пород, 10 дней – 1 балл для хвойных, у которых смена ассимилирующих органов происходит реже 1 раза в год;
- 3) масштабы заселения растения: заселение всего растения – 1 балл, отдельных ветвей – 0,5 балла, единичные «убежища» – 0,1 балла;
- 4) характер и последствия нанесенных повреждений: сильное снижение декоративности – 3 балла, слабое снижение декоративности – 2 балла, отсутствие заметных повреждений – 1 балл;
- 5) экологическая пластичность, т. е. способность заселять разнообразные типы насаждений: все типы насаждений – 3 балла, более половины – 2 балла, единичные типы – 1 балл;
- 6) повреждаемые породы, их экологическая значимость и ценность: повреждение более 50 % пород в балансе зеленых насаждений города – 3 балла, от 25 до 50 % – 2 балла, до 25 % – 1 балл.

Первые два параметра при перемножении дают показатель физиологически обусловленной вредоносности, произведение остальных четырех – показатель снижения декоративности по экологически обусловленным аспектам. Для расчета общей вредоносности кокцид следует вычислить произведение вышеуказанных показателей и умножить его на число генераций в течение сезона [7].

Предложенная Д. Л. Петровым и С. В. Бугой методика количественной оценки вредоносности тератформирующих членистоногих [8] использует в расчетах следующие параметры:

- параметр локализации на растениях (заселению филлобионтными формами, не проявляющими выраженной меристемофильности, подвергаются листья в любой части кроны): принадлежность к немеристемофильным формам – 1 балл; принадлежность к меристемофильным формам – 0,5 балла (меристемофильные формы ограничены в своем размещении на растениях длительно растущими ветвями и побегами и локализируются лишь в отдельных частях крон); для галлоформирующих пемфигов характерным является размещение колоний и образование терат в верхних частях крон тополей, и это затрудняет возможность визуального их обнаружения, что дает основание присвоить 1,1 балла (аналогично заселяющим локальные зоны кроны кокцидам [7]);
- параметр экологической пластичности – распространенности в насаждениях: рецедентные виды (спорадично регистрируемые) – 1 балл; виды с ограниченным распространением – 2 балла; фоновые (распространенные повсеместно) – 3 балла;
- характер повреждений (в аспекте снижения декоративности): малопреодолимое в текущем вегетационном сезоне снижение декоративности – 3 балла; временное снижение декоративности, преодолимое в течение вегетационного сезона вследствие выборочного опадения листьев, отрастания побегов, смывания дождем восковых выделений и т. п., – 2 балла; малозаметное снижение декоративности, когда повреждения выявляются лишь в ходе целенаправленного осмотра, – 1 балл;
- распространенность в зеленых насаждениях и ценность в качестве декоративных повреждаемых древесных растений: повреждаются распространенные и ценные по декоративным свойствам растения – 3 балла; малораспространенные, но ценные растения – 2 балла; распространенные малоценные растения – 1 балл; малораспространенные в насаждениях малоценные растения – 0,5 балла;
- наличие и регулярность вспышек массового размножения: вид в условиях зеленых насаждений регулярно дает вспышки массового размножения – 3 балла; эпизодические вспышки – 2 балла; вспышки не наблюдаются – 1 балл [7].

При расчете количественной вредоносности грызущих филлофагов по методике Д. А. Белова [9] используются следующие показатели:

- СП – оценка сезона питания насекомого: ранневесенние виды – 1 балл; весенне-летние – 2 балла; летние – 3 балла; летне-осенние – 2 балла; летне-, осенне-весенние – 4 балла;
- ПП – продолжительность питания вида: сезон питания с 1 мая по 1 октября (15 декад), длительность питания, равная 1 декаде, оценивается в 1 балл;
- ППЛ – период потери листьев или хвои: условно принимается как две последние декады времени питания личинок и первые две декады (или более) после него (1 декада равна 1 баллу);
- ПСЛ – период сохранности хвои или листьев: время существования нормально охвоенных или облиственных деревьев до повреждения насекомыми и после 10 дней периода с ненарушенным ассимиляционным аппаратом приравнивается к 1 баллу;

• r – кормовая норма: для насекомых с неустановленной по каким-либо причинам кормовой нормой данный показатель можно охарактеризовать пропорциональной величиной – размахом крыльев насекомого по методике Ф. Н. Семевского, рассчитав по предложенной им же формуле

$$r = 0,066 \cdot 10^{0,341L},$$

где r – кормовая норма в воздушно-сухой массе (г); L – размах крыльев насекомого (см), и увеличив в 2,32 раза, так как 1 г абсолютно сухой массы соответствует 2,32 кг сырой [11];

• ФВ – физиологическая вредоспособность: рассчитывается как произведение кормовой нормы r вида и суммы показателей: СП, ПП и суммарного периода потери листы или хвои за общее количество n генераций вредителя в год повреждения (ППЛ _{n});

• ТОТВ – балльная оценка значения типов очагов массового размножения и характера течения вспышки: группа индифферентных видов – 1 балл; продромальных видов – 2 балла; эруптивных видов – 3 балла;

• КС – широта кормовой специализации: монофаги – 1 балл; олигофаги – 2 балла; полифаги – 3 балла;

• ЭП – экологическая пластичность видов: повреждают растения во всех экологических категориях насаждений – 3 балла; повреждают растения в большей части экологических категорий насаждений – 2 балла; повреждают растения в отдельных экологических категориях насаждений – 1 балл;

• МХР – характер распространения и масштаб очагов: рассчитывается как произведение ТОТВ и суммы КС и ЭП;

• ОВ – общая вредоносность: рассчитывается как произведение ФВ и МХР.

Результаты и их обсуждение

Значения полученных для инвазивных видов открытоживущих сосущих фитофагов в зеленых насаждениях Гродненского Понеманья показателей и параметров, используемых при расчете показателя комплексной вредоносности, представлены в табл. 1. Среди представителей данной трофоэкологической группы значения физиологической вредности максимальны у липового трипса (*D. ornatus*) – 4,5 балла, вязовой прыгающей тли (*T. saltans*) и ложнощитовки туевой (*P. fletcheri* (Cockerell, 1893)) – 3,5 балла, а также у зеленой цитрусовой тли (*A. spiraecola*) – 3,25 балла. Указанное значение данного показателя для *D. ornatus* определяется высокой вредоносностью фитофага – хлоротизация поврежденных участков происходит уже вскоре после начала питания, утрата естественной окраски не может быть преодолена в текущем вегетационном сезоне. Минимальное значение показателя физиологической вредоспособности (0,5 балла) характерно для *A. gossypii*, что связано с тем, что у данного вида на повреждаемой *Buddleja* spp. развивается только 1 генерация и период питания составляет 20 дней. Для *C. elaeagni* и *C. hippophaes*, питающихся в первой половине июня на лохе узколистном (*Elaeagnus angustifolia* L.) и облепихе крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) соответственно, величина показателя физиологической вредоспособности равна 1,5 балла.

Величины показателей общей вредоносности для 16 видов инвазивных сосущих фитофагов варьируют от 0,05 до 126 баллов. Максимальное значение характерно для тли *T. saltans*, регулярно дающей вспышки массового размножения, период питания которой начинается спустя 20 дней после начала вегетационного периода вязов (*Ulmus* spp.) и продолжается до середины сентября. Показатель общей вредоносности (0,05 балла) минимален для бахчевой, или хлопковой, тли (*A. gossypii*).

Наряду с *T. saltans* к группе фитофагов со значительным уровнем вредоносности (более 10 баллов) принадлежат 7 видов: *A. craccivora*, *A. robiniae*, *A. spiraecola*, *D. ornatus*, *D. platanoidis*, *M. cerasi*, *Th. tenera*.

Для инвазивных тератформирующих фитофагов древесных растений зеленых насаждений Гродненского Понеманья значения полученных показателей и параметров приведены в табл. 2. Среди представителей данной трофоэкологической группы максимальная величина показателя физиологической вредоносности свойственна елово-лиственному хермесу (*A. laricis*), хорошо заметные галлы которого присутствуют на кронах в течение всего года, а не только вегетационного сезона или более короткого периода. Значения показателя общей (комплексной) вредоносности варьируют от 5,25 до 222,75 балла. Минимальное значение свойственно самшитовой листоблошке (*P. buxi*), что хорошо согласуется с низкой распространенностью самшита вечнозеленого (*B. sempervirens*) в зеленых насаждениях Гродненского Понеманья и узколокальным распространением данного инвайдера.

Максимальное значение рассматриваемого показателя (222,75 балла) получено для белоакациевой листовой галлицы (*O. robiniae*), что хорошо коррелируется с повсеместным распространением вредителя и высоким уровнем вредоспособности фитофага, – листовые галлы *O. robiniae*, образующиеся подворачиванием утолщенных краев листовых пластинок робинии обыкновенной (*Robinia pseudo-acacia* L.), хорошо заметны, в том числе благодаря прогрессирующей хлоротизации поврежденных

участков. Белоакациевая листовая галлица включена в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [12] и соответствующие списки инвазивных чужеродных видов многих других стран и регионов.

Значения полученных для инвазивных листогрызущих (в том числе минирующих) фитофагов древесных растений зеленых насаждений Гродненского Полесья показателей и параметров представлены в табл. 3. Максимальной величина показателя физиологической вредоспособности оказалась для кленового пузырчатого пилильщика (*H. recta*). Однако низкая встречаемость фитофага как в условиях зеленых насаждений региона, так и всей Беларуси обусловила невысокое значение интегрального показателя общей вредоносности (вредоспособности) данного вида – 9 баллов при минимальном значении 8 баллов у белоакациевого голенастого пилильщика (*N. tibialis*).

Оценка уровня вредоносности

Estimation of the level of pestfulness

Вид фитофага	Тип питания, балл	Период активности, сут	Период активности, балл	Физиологическая вредоспособность, балл	Локализация на растениях, балл
<i>Parthenolecanium fletcheri</i> (Cockerell, 1893)	0,5	70	7	3,5	0,5
<i>Dendrothrips ornatus</i> (Jablonovski, 1894)	0,5	189	9	4,5	1
<i>Acyrtosiphon caraganae</i> (Cholodkovsky, 1907)	0,5	40	2	1	0,5
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	0,5	30	1,5	0,75	1
<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877 (1854))	0,5	20	1	0,5	0,1
<i>Aphis spiraecola</i> Patch, 1914	0,5	130	6,5	3,25	0,5
<i>Capitophorus elaeagni</i> (Guercio, 1894)	0,5	30	1,5	0,75	0,1
<i>Capitophorus hippophaes</i> (Walker, 1858)	0,5	30	1,5	0,75	0,1
<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius, 1755)	0,5	70	3,5	1,75	1
<i>Appendiseta robiniae</i> (Gillette, 1907)	0,5	110	5,5	2,75	0,5
<i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach, 1843)	0,5	40	2	1	0,1
<i>Drepanosiphum platanoidis</i> Schrank, 1801	0,5	160	8	4	0,5
<i>Myzocallis walshii</i> (Monell, 1879)	0,5	120	6	3	0,5
<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze, 1778)	0,5	40	2	1	0,5
<i>Tinocallis saltans</i> (Nevsky, 1929)	0,5	140	7	3,5	1
<i>Therioaphis tenera</i> (Aizenberg, 1956)	0,5	40	2	1	0,5

Максимальное значение было получено для каштановой минирующей моли, или охридского минера (*C. ohridella*), что хорошо согласуется со статусом этого вида – он находится в числе 100 наиболее опасных инвазивных видов Европы и внесен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси.

Таким образом, определены значения показателей общей вредоносности, рассчитанных по трем различающимся методикам, для представителей трех трофэкологических групп фитофагов. В целом найденные величины хорошо согласуются с экспертными оценками, однако сопоставление полученных значений для представителей разных групп фитофагов не представляется корректным, что затрудняет формирование общей картины уровней вредоносности и вредоспособности инвазивных фитофагов древесных растений зеленых насаждений Гродненского Полеманья.

Таблица 1

сосущих инвазивных фитофагов

Table 1

to sucking invasive phytophagous

Характер и последствия наносимых повреждений, балл	Распространенность в насаждениях, балл	Распространенность и ценность повреждаемых растений, балл	Вредоносность в аспекте снижения декоративности, балл	Наличие и регулярность всплеск массового размножения, балл	Общая вредоносность, балл
1	1	1	0,5	1	1,75
3	1	1	3	1	13,5
1	2	1	1	2	2
3	2	2	12	3	27
1	1	1	0,1	1	0,05
2	2	1	2	3	19,5
1	1	1	0,1	1	0,075
1	1	1	0,1	1	0,075
3	3	1	9	3	47,25
2	2	2	4	2	22
1	1	2	0,2	1	0,2
2	1	1	1	3	12
2	1	1	1	3	9
2	2	2	4	2	8
2	3	2	12	3	126
2	2	3	6	2	12

Оценка уровня вредоносности

Estimation of the level of pestfulness

Вид фитофага	Тип питания, балл	Период активности, сут	Период активности, балл	Физиологическая вредоспособность, балл	Локализация на растениях, балл	Характер и последствия наносимых повреждений, балл
<i>Adelges laricis</i> Vallot, 1836	1	170	17	17	0,5	3
<i>Adelges (Cholodkovskya) viridana</i> (Cholodkovsky, 1896)	0,5	170	17	8,5	1	2
<i>Aceria cephalonea</i> (Nalepa, 1922)	0,5	120	6	3	0,5	3
<i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891)	0,5	40	2	1	1	3
<i>Aceria pseudoplatani</i> (Corti, 1905)	0,5	120	6	3	0,5	3
<i>Aculus hippocastani</i> (Fockeu, 1890)	0,5	140	7	3,5	0,5	1
<i>Brachycaudus divaricatae</i> (Shaposhnikov, 1956)	1	160	8	8	0,5	3
<i>Brachycaudus spiraeae</i> Börner, 1932	1	160	8	8	1	3
<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus, 1758	0,5	110	5,5	2,55	0,5	3
<i>Eriophyes exilis</i> (Nalepa, 1892)	0,5	140	7	3,5	1	2
<i>Hyadaphis tataricae</i> (Aizenberg, 1935)	1	160	8	8	1	3
<i>Myzus ligustri</i> (Mosley, 1841)	1	120	6	6	0,5	3
<i>Myzus pruniavium</i> Börner, 1926	1	110	5,5	5,5	0,5	3
<i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldeman, 1847)	0,5	110	5,5	2,75	1	3
<i>Psylla buxi</i> Linnaeus, 1758	0,5	140	7	3,5	0,5	3
<i>Pemphigus spyrothecae</i> Passerini, 1856	0,5	60	3	1,5	0,5	3
<i>Vasates quadripedes</i> Shimer, 1869	0,5	130	6,5	3,25	1	3

Оценка уровня вредоносности минирующих

Estimation of the level of harmfulness

Вид фитофага	Фенологическая группа (СП), балл	Продолжительность питания, балл	Период отсутствия листвы или хвои во время или после повреждения либо присутствия инвайдера, балл	Период сохранности хвои или листвы, балл	Кормовая норма r , г
<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimic, 1986	4	14	12	3	0,12
<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963)	2	11	9	6	0,11
<i>Macrosaccus robiniella</i> (Clemens, 1859)	2	12	9	6	0,11
<i>Hinatara recta</i> (C. G. Thomson, 1871)	2	4	9	6	0,5
<i>Nematus tibialis</i> Newman, 1837	2	4	8	7	0,12

Таблица 2

тератформирующих инвазивных фитофагов

Table 2

to teratogenic invasive phytophagous

Распространенность в насаждениях, балл	Распространенность и ценность в качестве декоративных повреждаемых растений, балл	Вредоносность в аспекте снижения декоративности, балл	Наличие и регулярность вспышек массового размножения, балл	Общая вредоносность, балл
2	2	6	2	204
2	2	6	3	153
1	3	4,5	2	27
2	2	12	3	36
1	3	4,5	2	27
3	3	4,5	3	47,25
3	2	9	3	216
2	2	12	2	192
3	1	4,5	3	34,42
3	3	18	2	126
1	1	3	3	72
2	2	6	1	36
2	2	6	3	99
3	3	27	3	222,75
1	1	1,5	1	5,25
3	2	9	3	40,5
1	1	3	2	19,5

Таблица 3

и грызущих инвазивных насекомых-фитофагов

Table 3

to miners and gnawing invasive insects of phytophagous

Физиологическая вредоспособность, балл	Группа по типу очагов и характеру массового размножения, балл	Кормовая специализация видов, балл	Экологическая пластичность видов, балл	Характер распространения и масштаб очагов, балл	Общая вредоносность, балл
3,32	3	1	3	12	40
1,82	2	2	3	10	18
1,8	3	1	3	12	22
4,5	1	1	1	2	9
0,84	2	2	3	10	8

Заклучение

По результатам выполненных расчетов показателей физиологической и общей вредоносности 38 видов инвазивных фитофагов, повреждающих древесные растения в условиях зеленых насаждений Гродненского Понеманья, представляется возможным сделать следующие выводы.

Для 16 видов инвазивных открытоживущих фитофагов максимальное значение показателя общей вредоносности (126 баллов) получено у прыгающей вязовой тли (*Tinocallis saltans* (Nevsky)), регулярно дающей вспышки массового размножения в разного типа зеленых насаждениях на широко представленных в посадках вязах (*Ulmus* sp.). Минимальное значение (0,05 балла) у бахчевой, или хлопковой, тли (*A. gossypii*), что хорошо согласуется со спорадичностью ее регистрации и ограниченным периодом развития на древесных растениях – первичных растениях-хозяевах.

Для 17 видов инвазивных тератформирующих насекомых и клещей величина показателя общей вредоносности минимальна у самшитовой листоблошки (*Psylla buxi* L.), что хорошо согласуется с низкой распространенностью самшита вечнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) и очаговым характером пространственного размещения вредителя. Максимальное значение данного показателя (222,75 балла) получено для белоакациевой листовой галлицы (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman)), повреждающей робинию обыкновенную (*Robinia pseudoacacia* L.) повсюду, где она произрастает в условиях региона.

Для 5 инвазивных видов листогрызущих (в том числе минирующих) фитофагов максимальное значение показателя физиологической вредоносности (4,5 балла) получено у кленового пузырчатого пилильщика (*Hinataria recta* (Thomson)), однако его рецедентность в насаждениях определила ситуацию, что максимальным показателем общей вредоносности оказался для каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) – одного из наиболее массовых вредителей зеленых насаждений Беларуси и континентальной Европы.

Библиографические ссылки

1. Чаховский АА, Шкутко НВ. *Декоративная дендрология Белоруссии*. Минск: Ураджай; 1979.
2. Горленко СВ, Блинцов АИ, Панько НА. *Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам*. Минск: Наука и техника; 1988.
3. Тимофеева ВА, Головченко ЛА, Войнило НВ, Линник ЛИ. Разработка технологии защиты декоративных древесно-кустарниковых растений от вредителей и болезней в декоративных питомниках Республики Беларусь. В: *Природные ресурсы и окружающая среда*. Минск: Беларуская навука; 2016. с. 96–101.
4. Мозолевская ЕГ. Особенности вспышек массового размножения листогрызущих насекомых в Москве. *Городское хозяйство и экология*. 1996;2:13–15.
5. Мозолевская ЕГ. Оценка вредоносности стволовых вредителей. В: *Вопросы защиты леса. Выпуск 65*. Москва: МЛТИ; 1974. с. 6–23.
6. Мозолевская ЕГ, Долженко ЕГ. Оценка вредоносности хвое- и листогрызущих насекомых. В: *Защита растений. Выпуск 4*. Ленинград: ЛТА; 1979. с. 85–88.
7. Куликова ЕГ. Оценка вредоносности кокцид. *Защита растений*. 1987;10:27–28.
8. Петров ДЛ, Буга СВ. Комплексная оценка уровня вредоносности тератформирующих тлей в декоративных древесных насаждениях. В: *Защита растений. Выпуск 32*. Несвиж: Несвижская укрупненная типография имени С. Будного; 2008. с. 305–315.
9. Белов ДА. *Грызущие и минирующие листу насекомые зеленых насаждений Москвы* [автореферат диссертации]. Москва: [б. н.]; 2000.
10. Гляковская ЕИ, Жоров ДГ, Рыжая АВ, Буга СВ. Экологическая, таксономическая и хорологическая структура комплекса инвазивных видов членистоногих-фитофагов зеленых насаждений Гродненского Понеманья. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2018;2:10–17.
11. Семевский ФН. *Прогноз в защите леса*. Москва: Лесная промышленность; 1971.
12. Алехнович АВ и др., составители. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Семенченко ВП, редактор. Минск: Беларуская навука; 2016. 105 с.

References

1. Chakhovskij AA, Shkutko NV. *Dekorativnaya dendrologiya Belorussii* [Decorative dendrology of Byelorussia]. Minsk: Uradzhai; 1979. Russian.
2. Gorlenko SV, Blintsov AI, Pan'ko NA. *Ustoichivost' drevesnykh introdutsentov k bioticheskim faktoram* [Resistance of introduced woody plants to biotic factors]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1988. Russian.
3. Timofeeva VA, Golovchenko LA, Vojnilo NV, Linnik LI. [Diseases and pests of decorative plants in green vegetation in Belarus]. In: *Prirodnye resursy i okruzhayushchaya sreda*. Minsk: Belaruskaya navuka; 2016. p. 96–101. Russian.
4. Mozolevskaya EG. [Features of outbreaks of mass reproduction of leaf-eating insects in Moscow]. *Gorodskoe khozyaistvo i ekologiya*. 1996;2:13–15. Russian.
5. Mozolevskaya EG. [Assessment of damage to stem pests]. In: *Voprosy zashchity lesa. Vypusk 65*. Moscow: MLTI; 1974. p. 6–23. Russian.

6. Mozolevskaya EG, Dolzhenko EG. [Assessment of the harmfulness of needles and leaf-eating insects]. In: *Zashchita rastenii. Vypusk 4*. Leningrad: LTA; 1979. p. 85–88. Russian.
7. Kulikova EG. [Assessment of the severity of Coccid]. *Zashchita rastenii*. 1987;10:27–28. Russian.
8. Petrov DL, Buga SV. [Complex estimation of teratogenic aphid pestfulness in ornamental green stands]. In: *Zashchita rastenii. Vypusk 32*. Nesvizh: Nesvizhskaya ukрупnennaya tipografiya imeni S. Budnogo; 2008. p. 305–315. Russian.
9. Belov DG. *Gryzushchie i miniruyushchie listvu nasekomye zelenykh nasazhdenii Moskvy* [Gnawing and leaf-bending insects of green plantations of Moscow] [PhD thesis]. Moscow: [publisher unknown]; 2000. Russian.
10. Hliakouskaya EI, Zhorov DG, Ryzhaya AV, Buga SV. Ecological, taxonomic and zoogeographic structure of complex of invasive phytophagous arthropods in green stands in Grodno Poneman region. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2018;2:10–17. Russian.
11. Semevskij FN. *Prognoz v zashchite lesa* [Forecast in forest protection]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'; 1971. Russian.
12. Alekhovich AV, et al., compilers. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [The Black Book of invasive animals of Belarus]. Semenchenko VP, editor. Minsk: Belaruskaja navuka; 2016. Russian.

Статья поступила в редколлегию 14.09.2018.
Received by editorial board 14.09.2018.

УДК 598.2

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ «ДУБРАВА» (МИНСК)

В. В. САХВОН¹⁾, В. Ч. ДОМБРОВСКИЙ²⁾

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

²⁾Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

Анализируются многолетние изменения структуры видового разнообразия гнездящихся птиц на территории памятника природы республиканского значения «Дубрава» (Минск). Абсолютные количественные учеты проведены в 1991, 2015–2018 гг. Всего на данной территории зарегистрировано гнездование 47 видов птиц (28–38 видов в разные годы), из которых 21 вид гнездится регулярно. Общая плотность гнездования варьировала от 7,16 до 13,02 пар/га. Абсолютным доминантом является *Fringilla coelebs* (участие в населении до 19,9 %). В число доминантов также входят *Erithacus rubecula*, *Turdus merula*, *T. philomelos*, *T. pilaris*, *Parus major*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus sibilatrix*, *Sturnus vulgaris* и *Cyanistes caeruleus*, но их участие в населении птиц в разные годы было различным. К настоящему времени произошло заметное увеличение видового богатства и общей плотности гнездования птиц, а также сменился качественный состав гнездовой орнитофауны (появилось 14 новых гнездящихся видов). Основным фактором, определяющим организацию населения гнездящихся птиц, наряду с динамикой биотопической структуры, является общая тенденция (для многих видов) к синурбизации, особенно заметная в условиях Беларуси после 2000-х гг.

Ключевые слова: ассамблея гнездящихся птиц; плотность гнездования; численность; парк; урбанизированная территория; синурбизация.

INTERANNUAL DYNAMICS OF BREEDING BIRD ASSEMBLAGE WITHIN THE REPUBLICAN NATURAL MONUMENT «DUBRAVA» (MINSK)

V. V. SAKHVON^a, V. Ch. DOMBROVSKI^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bThe Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
27 Akademichnaja Street, Minsk 220072, Belarus

Corresponding author: V. V. Sakhvon (sakhvon@gmail.com)

In this paper the changes of composition and diversity of breeding bird assemblage within the republican natural monument «Dubrava» during last 27 years was analysed. Urban park «Dubrava» (24 ha) is situated in south-western part of Minsk and is presented by the old-year natural mixed oak-spruce forest with some introduced exotic plants in tree stand.

Образец цитирования:

Сахвон ВВ, Домбровский ВЧ. Многолетняя динамика населения гнездящихся птиц на территории памятника природы республиканского значения «Дубрава» (Минск). Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2018;3:48–54.

For citation:

Sakhvon VV, Dombrovski VCh. Interannual dynamics of breeding bird assemblage within the republican natural monument «Dubrava» (Minsk). Journal of the Belarusian State University. Biology. 2018;3:48–54. Russian.

Авторы:

Виталий Валерьевич Сахвон – кандидат биологических наук, доцент; заместитель декана по учебно-воспитательной работе и социальным вопросам биологического факультета.

Валерий Чеславович Домбровский – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории молекулярной зоологии.

Authors:

Vital V. Sakhvon, PhD (biology), docent; deputy dean for educational work and social issues, faculty of biology.

sakhvon@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6673-8118

Valery Ch. Dombrovski, PhD (biology); senior researcher at the laboratory of molecular zoology.

voldombr@rambler.ru

The absolute bird census was carried in 1991, 2015–2018. Total 47 breeding bird species were registered (from 28 to 38 species in a single year), 21 of them nests regularly. Overall bird densities varied from 7.16 pairs/ha to 13.02 pairs/ha. Total 10 species (*Fringilla coelebs*, *Erithacus rubecula*, *Turdus merula*, *T. philomelos*, *T. pilaris*, *Parus major*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus sibilatrix*, *Sturnus vulgaris* and *Cyanistes caeruleus*) were shown to be the dominants in assemblage during these years. Since 1991 till now a significant increase in composition and species richness (the breeding was confirmed for 14 new species in last years) and overall breeding bird density was observed. The main factors explaining the dynamics of some assemblage characteristics such as synurbization of some bird species and change in habitat structure are discussed.

Key words: urban bird assemblage; bird diversity; breeding bird density; park; city; synurbization.

Введение

Современные города представляют собой комплекс разнообразных биотопов, пригодных для обитания большого количества видов птиц различных экологических групп, выступая в качестве мест сохранения и поддержания их видового разнообразия в регионе [1; 2]. В настоящее время свыше 2000 видов мировой орнитофауны регистрируются на гнездовании, кормлении или во время сезонных миграций в городах [3]. Большинство из отмеченных на урбанизированных территориях видов придерживается древесных зеленых насаждений, главным образом парков, которые часто характеризуются сложной биотопической структурой (многоярусностью, богатым видовым составом древостоя, подроста и подлеска и т. д.), сопоставимой с естественными лесами [4]. Формирование ассамблей гнездящихся птиц на территориях парков находится под влиянием факторов, связанных с урбанизацией, в первую очередь по той причине, что биотопические параметры зеленых насаждений определяются человеком и находятся под его контролем. Помимо важного значения биотопической структуры [5; 6], организация населения птиц на территориях парков зависит от состава нативной орнитофауны и статуса отдельных видов [7; 8], характера окружающих город ландшафтов [7; 9; 10], а также характеристики самой урбоэкосистемы [5].

Многолетние исследования динамики структуры ассамблей гнездящихся птиц в условиях древесных зеленых насаждений на урбанизированных территориях малочисленны и, как правило, относятся к странам Центральной и Западной Европы [11–13], а для территории Беларуси они отсутствуют вовсе. Вместе с тем наблюдения такого рода позволяют не только точно оценить изменения в структуре орнитофауны, которые произошли с течением времени, но и установить факторы, определившие их, что представляет значительный интерес как в теоретическом, так и в практическом плане. Цель данной работы – выявить качественные и количественные изменения видового разнообразия гнездящихся птиц памятника природы республиканского значения (ППРЗ) «Дубрава», произошедшие за последние десятилетия.

Материалы и методы

Изучение орнитофауны на территории ППРЗ «Дубрава» охватывало (с небольшими перерывами) период с 1991 по 2018 г. Исследование межгодовой динамики структуры населения гнездящихся птиц проведено в 1991 и 2015–2018 гг. Для этого с третьей декады марта до второй половины июня в ходе абсолютного учета гнездящихся пар (по голосу и визуально) в пределах всей наблюдаемой площади оценивались общая численность и плотность гнездования птиц [14]. Дополнительно к количественным учетам, следуя рекомендациям некоторых авторов, проводились поиск и картирование гнезд, необходимые для более точной оценки числа гнездящихся пар отдельных видов [15; 16]. Время количественных учетов утреннее (сразу после восхода солнца и до полудня), их повторность в отдельный гнездовой сезон минимум 5-кратная (1991 г. – 8, 2015 г. – 5, 2016 г. – 5, 2017 г. – 5, 2018 г. – 7 учетов соответственно). По результатам составлялась общая карта-схема распределения гнездовых территорий птиц.

ППРЗ «Дубрава» площадью около 24 га располагается на юго-западной окраине г. Минска (53°50' с. ш., 27°28' в. д.) и с западной и юго-западной стороны ограничен ул. Курчатова, с северо-восточной – д. Щеmysлица, с восточной и юго-восточной – железной дорогой (Минск – Брест). Он представляет собой островной фрагмент естественного растительного комплекса подзоны широколиственно-еловых лесов (основными лесообразующими породами являются дуб черешчатый (*Quercus robur*), возраст древостоя первого яруса которого составляет около 150 лет, и ель обыкновенная (*Picea abies*)) со значительной примесью различных древесных экзотов [17]. Естественная древесная растительность включает 39 видов деревьев и кустарников, но преобладающий тип леса – дубрава елово-кисличная. Сопутствующими породами являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза бородавчатая (*Betula pendula*), осина (*Populus tremula*), ольха черная (*Alnus glutinosa*) и липа сердцевидная (*Tilia cordata*). Из 69 видов-экзотов лишь некоторые формируют небольшие участки монокультур, как, например, бархат амурский (*Phellodendron amurense*) и орех маньчжурский (*Juglans mandshurica*). Следует отметить, что ввиду большого количества старовозрастных и поврежденных деревьев наблюдается постепенное выпадение из древостоя взрослых

деревьев, как правило в ходе ветровалов, а также медленное расширение площадей, занятых таким экзотом, как маньчжурский орех. Особый охранный статус ППРЗ «Дубрава» получил 24 марта 1986 г. Тем не менее и после этого на данную территорию продолжала оказываться значительная антропогенная нагрузка, связанная в первую очередь с рекреационной деятельностью. Помимо этого, здесь при необходимости проводится изъятие сухостоя из состава древостоя и уборка ветровала, а также постоянное кошение травянистой растительности вдоль тропинок и по опушечным участкам.

Результаты и их обсуждение

На территории ППРЗ «Дубрава» начиная с 1991 г. было установлено гнездование 47 видов птиц, из которых лишь 21 гнезвился ежегодно. За почти 30-летний период произошли существенные изменения в видовом богатстве птиц памятника природы, которые коснулись как количества гнездящихся видов, так и их состава. При этом наблюдалась следующая тенденция: вместе с постепенным исчезновением видов птиц с узким диапазоном требований к местам гнездования происходило появление и быстрое распространение новых видов, экологически пластичных и устойчивых к значительной антропогенной нагрузке. В частности, в 2018 г. на территории ППРЗ гнезилось 38 видов птиц, хотя в 1991 г. таких видов было всего 31, при этом к настоящему времени 6 из них перестали гнездиться здесь вовсе (см. таблицу). Так, в 1991 г. в «Дубраве» отмечалась предположительно гнездящаяся кукушка обыкновенная (*Cuculus canorus*), а также располагалось несколько гнезд грача (*Corvus frugilegus*), колония которого находилась вне территории памятника природы. На протяжении последних десятилетий не подтверждается и гнездование гаички буроголовой (*Parus montanus*), хотя данный вид выступает в качестве обычного в период сезонных миграций и кочевок. Это вполне можно объяснить биологией гаички, которая выбирает в качестве мест для устройства гнезд трухлявые, преимущественно березовые, стволы мертвых деревьев [18], которые сейчас отсутствуют в биотопической структуре ППРЗ. Исчезновение кольчатой горлицы (*Streptopelia decaocto*) связано, по всей видимости, со сложными популяционными механизмами пространственного распределения, свойственными данному виду в условиях Беларуси, что привело к значительному сокращению мест постоянного ее гнездования. Интересен факт исчезновения с территории «Дубравы» серой вороны (*Corvus cornix*) и сороки (*Pica pica*), которые были достаточно обычными и постоянными гнездящимися здесь видами в 1990-х гг. (см. таблицу). На наш взгляд, это связано с синурбизацией данных видов в условиях Беларуси, в результате чего они практически исчезли из естественных местообитаний пригородов и сместились на селитебные территории города. В частности, сейчас оба вида являются обычными на гнездовании на территории городской застройки Минска, заселив здесь со сравнительно высокой плотностью самые разнообразные биотопы [19; 20].

Плотность гнездования и тренды численности птиц
на территории ППРЗ «Дубрава» (Минск)
Nesting density and population trends of birds in the territory
of republican natural monument «Dubrava» (Minsk)

Экологическая группа	Вид	Плотность гнездования, пар/га					Тренд
		1991	2015	2016	2017	2018	
Гнездящиеся преимущественно в кронах деревьев	<i>Columba palumbus</i>	–	0,29	0,33	0,33	0,46	I
	<i>Turdus pilaris</i>	1,08	0,16	0,16	0,21	0,33	D
	<i>Regulus regulus</i>	0,29	0,16	0,21	0,04*	0,25	S
	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0,16	0,1	–	0,12	0,25	F
	<i>Garrulus glandarius</i>	0,29	0,08	0,16	0,08	0,125	F
	<i>Accipiter nisus</i>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	S
	<i>Carduelis carduelis</i>	0,25	–	–	0,08	0,04	D
	<i>Spinus spinus</i>	–	–	–	0,04	–	?
	<i>Regulus ignicapillus</i>	–	–	–	–	0,04*	?
	<i>Serinus serinus</i>	–	–	–	–	0,04	?
	<i>Corvus cornix</i>	0,25	–	–	–	–	E
	<i>Pica pica</i>	0,16	–	–	–	–	E
	<i>Streptopelia decaocto</i>	0,04	–	–	–	–	E
	Всего 13 видов	2,56	0,83	0,9	0,94	1,58	–

Окончание таблицы
Ending table

Экологическая группа	Вид	Плотность гнездования, пар/га					Тренд
		1991	2015	2016	2017	2018	
Гнездящиеся преимущественно в подросе и подлеске	<i>Fringilla coelebs</i>	1,16	1,65	1,79	2,27	2,33	I
	<i>Erithacus rubecula</i>	0,33	0,82	1,04	1,54	1,25	I
	<i>Turdus merula</i>	–	0,61	1,29	1,22	0,75	I, F
	<i>Turdus philomelos</i>	0,08	0,88	0,95	1,09	0,79	I, F
	<i>Sylvia atricapilla</i>	0,125	0,44	0,62	0,27	0,71	I
	<i>Chloris chloris</i>	0,16	0,31	0,33	0,46	0,16	I, F
	<i>Troglodytes troglodytes</i>	–	0,11	0,04*	0,29	0,25	I
	<i>Hippolais icterina</i>	0,08	0,12	0,11*	0,04*	0,33	I
	<i>Sylvia borin</i>	–	0,12	–	–	0,21	F
	<i>Prunella modularis</i>	–	0,11	0,04	0,04	0,04	S
	<i>Sylvia curruca</i>	–	0,1	–	0,08	0,04	D
	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	0,08	–	0,04	0,08	0,08	S
	<i>Turdus iliacus</i>	–	–	–	–	0,04	?
	Всего 13 видов	2,02	5,27	6,25	7,38	6,98	–
Дуплогнезники и полудуплогнезники	<i>Parus major</i>	0,45	0,38	0,36	0,77	1,08	I
	<i>Sturnus vulgaris</i>	0,5	0,62	0,04*	0,18*	0,54	S
	<i>Cyanistes caeruleus</i>	0,45	0,2	0,15	0,68	0,33	F
	<i>Periparus ater</i>	0,08	0,11	0,2	0,25	0,41	I
	<i>Sitta europaea</i>	–	0,1	0,25	0,04*	0,21	I
	<i>Muscicapa striata</i>	0,25	0,04*	0,22	0,04*	0,21	S
	<i>Dendrocopos major</i>	0,04	0,08	0,08	0,08	0,25	I
	<i>Certhia familiaris</i>	0,125	0,1	0,08	0,08	0,125	S
	<i>Ficedula hypoleuca</i>	0,2	0,12	0,04*	0,04	0,16	F
	<i>Jynx torquilla</i>	–	0,125	–	0,04	0,04	F
	<i>Leiopicus medius</i>	–	–	0,04	0,04	0,08	I
	<i>Dendrocopos minor</i>	–	–	–	–	0,04	?
	<i>Parus montanus</i>	0,08	–	–	–	–	E
	Всего 13 видов	2,18	1,88	1,46	2,24	3,48	–
Гнездящиеся на земле	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	0,2	0,24	0,62	0,27	0,41	F
	<i>Phylloscopus collybita</i>	0,125	0,27	0,29	0,33	0,5	I
	<i>Luscinia luscinia</i>	0,04	0,04	0,04	0,12	0,04	S
	<i>Phylloscopus trochilus</i>	0,04	–	–	0,16	0,04	F
	Всего 4 вида	0,41	0,55	0,95	0,88	0,99	–
Всего 43 вида		7,16 (n = 29)	8,53 (n = 30)	9,56 (n = 28)	11,44 (n = 34)	13,02 (n = 38)	–

Примечание. I – увеличение численности, D – снижение, S – стабильна, F – флуктуация, E – исчезнувший вид, ? – тренд неизвестен; * – возможно, неполные количественные данные; полужирным выделены виды, которые являлись доминантами (не менее 5 % всего населения).

Вместе с тем к настоящему времени на гнездовании появились 14 новых видов птиц, причем некоторые из них, например средний пестрый дятел (*Leiopicus medius*), канареечный вьюрок (*Serinus serinus*) и красноголовый королек (*Regulus ignicapillus*), – в последние годы исследований. К данному списку можно добавить мухоловку малую (*Ficedula parva*) и тетеревятника (*Accipiter gentilis*), которые

периодически наблюдались здесь на гнездовании в последнее десятилетие. Тенденция к активному освоению урбанизированных территорий данными видами (за исключением малой мухоловки) была отмечена у популяций птиц из Западной и Центральной Европы еще в прошлом столетии, тогда как в Беларуси это сравнительно новое явление.

Общая плотность гнездования птиц на территории ППРЗ также возросла с 7,16 пар/га (1991) до 13,02 пар/га (2018) как за счет общего увеличения видового богатства, так и за счет роста численности отдельных видов. В частности, за сравниваемый временной период установлена положительная динамика численности для 15 видов птиц, в то время как только для 3 видов ее тренды оказались отрицательными. Абсолютным доминантом во все годы являлся зяблик (*Fringilla coelebs*), плотность гнездования которого варьировала от 1,16 до 2,33 пар/га (участие в населении – от 16,3 до 19,9 %), причем по сравнению с первоначальными учетами к настоящему времени численность данного вида увеличилась вдвое. В целом же в число доминантов, помимо зяблика, входили еще 9 видов птиц: зарянка (*Erithacus rubecula*), дрозды черный (*Turdus merula*) и певчий (*T. philomelos*), рябинник (*T. pilaris*), синица большая (*Parus major*), славка черноголовая (*Sylvia atricapilla*), пеночка-трещотка (*Phylloscopus sibilatrix*), скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*) и лазоревка обыкновенная (*Cyanistes caeruleus*), причем их участие в населении птиц между сравниваемыми временными периодами было различным. Например, к 2018 г. из числа доминантов выпал рябинник, вместе с тем ряд новых видов (зарянка, дрозды певчий и черный) неизменно являлись доминантами в 2010-х гг.

Основу населения птиц составили виды, гнездящиеся в подросте и подлеске, участие которых варьировало от 28,2 % (1991) до 65,4 % (2016), тогда как минимальной оказалась доля наземно-гнездящихся видов – от 5,7 % (1991) до 9,9 % (2016). Анализ динамики участия экологических групп птиц по предпочитаемому месту расположения гнезда показал, что за исследованный временной период произошло заметное сокращение доли кронников в населении птиц – с 35,8 % (2,56 пар/га в 1991 г.) до 12,1 % (1,58 пар/га в 2018 г.) и практически двукратное увеличение доли видов подроста и подлесочного яруса – с 28,2 % (2,02 пар/га в 1991 г.) до 53,6 % (6,98 пар/га в 2018 г.).

С учетом того что на протяжении всех лет исследований рекреационная нагрузка на территории ППРЗ «Дубрава» оставалась ощутимой и колебалась в небольших пределах, межгодовая динамика в организации населения гнездящихся птиц, на наш взгляд, была обусловлена влиянием главным образом двух факторов. С одной стороны, варьирование видового разнообразия птиц происходило вследствие изменения биотопической структуры, связанного как с практикой ведения хозяйственной деятельности, так и с естественными сукцессионными процессами, происходящими здесь. Наиболее ярким примером взаимосвязи структуры населения птиц и биотопических параметров среды может служить ситуация, сложившаяся после сильного ветровала летом 2016 г., что существенно отразилось на отдельных видах, гнездящихся в подросте и подлесочном ярусе. На следующий год произошел заметный рост численности ряда видов, таких как зяблик, зарянка, певчий дрозд и крапивник, которые нашли большое количество благоприятных мест для размещения гнезд среди бурелома. Однако в 2018 г. после расчистки территории ППРЗ от упавших деревьев численность всех этих видов (за исключением зяблика), а также черного дрозда сократилась. В свою очередь, появившиеся вследствие этого прогалины и опушки привлекли на гнездование садовую славку (*Sylvia borin*), не регистрировавшуюся здесь на протяжении длительного периода (см. таблицу).

С другой стороны, постепенное обогащение населения гнездящихся птиц ППРЗ «Дубрава» может быть объяснено синурбизацией отдельных видов в условиях Беларуси, которая связана с возрастанием их численности в естественных биотопах с последующим внедрением избытка особей на урбанизированные территории или расселением птиц из уже сформировавшихся синурбизированных популяций [21]. В частности, по крайней мере появление на гнездовании или постепенное возрастание численности 17 видов можно связать с их синурбизацией, в особенности заметной в последние десятилетия. Следует отметить, что к настоящему времени в большинстве своем данные виды птиц сформировали устойчивые городские популяции на значительной части гнездового ареала на Европейском континенте, местами демонстрируя сравнительно высокую плотность гнездования [11; 12; 21]. Вместе с тем с синурбизацией связан и обратный эффект – с территории памятника природы исчезли, как указывалось выше, серая ворона и сорока, а также произошло заметное сокращение численности рябинника, хотя данные потери были компенсированы появлением значительного числа новых видов.

Согласно некоторым авторам, например Л. Томялоить [21], одним из лимитирующих факторов для птиц в условиях городских парков является хищничество, как правило, серой вороны, которое значительно влияет на структуру гнездового населения птиц, снижая успех размножения многих видов. Поэтому исчезновение с территории «Дубравы» серой вороны и зарегистрированное позже возрастание численности многих видов птиц можно связать друг с другом, однако против этого имеются два факта. Во-первых, указанные явления слишком разобщены во времени (возрастание численности многих видов

птиц произошло лишь в последние 2–3 года, а серая ворона перестала гнездиться здесь еще с середины 2000-х гг.). Во-вторых, предварительные данные по частоте разорения гнезд самых массовых видов (зяблик, певчий и черный дрозды) не выявили существенных изменений за сравниваемый временной период, так как по-прежнему велик пресс со стороны таких хищников, как сойка (*Garrulus glandarius*) и в особенности белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), численность которой здесь достаточно высока.

Заключение

Все зарегистрированные изменения в структуре видового разнообразия птиц на территории ППРЗ «Дубрава», произошедшие с момента первых количественных учетов, сводятся к увеличению видового богатства птиц, возрастанию общей плотности их гнездования (в особенности заметный рост участия в населении гнездящихся птиц видов подлесочного яруса и подроста) и смене качественного состава гнездовой орнитофауны. Не отрицая влияния биотопических изменений, связанных с хозяйственной деятельностью человека и рекреационным использованием территории памятника природы, тем не менее важнейшим фактором при этом выступает общая тенденция многих видов птиц к синурбизации, особенно заметная в условиях Беларуси после 2000-х гг. Анализ видового разнообразия птиц «Дубравы» свидетельствует о значительном его сходстве с ассамблеями птиц европейских городских парков (при условии сходства биотопических параметров), где процессы синурбизации начались сравнительно давно и к настоящему времени многие из видов адаптировались к обитанию на урбанизированных территориях. А для ряда структурных параметров ассамблеи гнездящихся птиц «Дубравы», таких как видовое богатство, его динамика, структура доминантов, обилие отдельных видов и в некоторой степени общая плотность гнездования, установлены те же тенденции, что и для населения птиц зеленых насаждений урбоэкосистем в Западной и Центральной Европе.

Библиографические ссылки

1. Mörtberg U, Wallentinus H-G. Red-listed forest bird species in an urban environment – assessment of green space corridors. *Landscape and Urban Planning*. 2000;50(4):215–226. DOI: 10.1016/S0169-2046(00)00090-6.
2. Donnelly R, Marzluff JM. Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology*. 2004;18(3):733–745. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00032.x.
3. Aronson MF, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B. Biological sciences*. 2014;281(1780):20133330. DOI: 10.1098/rspb.2013.3330.
4. Caula S, Sirami C, Marty P, Martin JL. Value of an urban habitat for the native Mediterranean avifauna. *Urban Ecosystems*. 2010;13(1):73–89. DOI: 10.1007/s11252-009-0104-0.
5. Jokimäki J. Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*. 1999;3(1):21–34. DOI: 10.1023/A:1009505418327.
6. Fernández-Juricic E. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: the role of age, size and isolation. *Ecological Research*. 2000;15(4):373–383. DOI: 10.1046/j.1440-1703.2000.00358.x.
7. Ferenc M, Sedláček O, Fuchs R, Dinetti M, Fraissinet M, Storch D. Are cities different? Patterns of species richness and beta diversity of urban bird communities and regional species assemblages in Europe. *Global Ecology and Biogeography*. 2014;23(4):479–489. DOI: 10.1111/geb.12130.
8. Lepczyk CA, La Sorte FA, Aronson MFJ, Goddard MA, MacGregor-Fors I, Nilon CH, et al. Global Patterns and Drivers of Urban Bird Diversity. In: Murgui E, Hedblom M, editors. *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments*. Cham: Springer; 2017. p. 13–33. DOI: 10.1007/978-3-319-43314-1_2.
9. Chamberlain DE, Cannon AR, Toms MP. Associations of garden birds with gradients in garden habitat and local habitat. *Ecography*. 2004;27(5):589–600. DOI: 10.1111/j.0906-7590.2004.03984.x.
10. Hedblom M, Söderström B. Landscape effects on birds in urban woodlands: an analysis of 34 Swedish cities. *Journal of Biogeography*. 2010;37(7):1302–1316. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2010.02299.x.
11. Tomiałojć L. Zmiany awifauny lęgowej w dwóch parkach Legnicy po 40 latach. *Notatki ornithologiczne*. 2007;48(4):232–245.
12. Tomiałojć L. Changes in breeding bird communities of two urban parks in Wrocław across 40 years (1970–2010): before and after colonization by important predators. *Ornis Polonica*. 2011;52(1):1–25.
13. Albrycht M, Ciach M. Changes in the breeding avifauna of the Rakowice Cemetery in Kraków over last 40 years. *Ornis Polonica*. 2013;54(4):247–256.
14. Бибби К, Джонс М, Марсен С. Методы полевых экспедиционных исследований: Исследования и учеты птиц. Москва: Союз охраны птиц России; 2000. 186 с.
15. Tomiałojć L. The combined version of mapping method. In: *Proceedings VI International Conference Bird Census Work; 1979 September 24–28; Göttingen, Germany*. Göttingen: [publisher unknown]; 1980. p. 92–106.
16. Tomiałojć L, Lontkowski J. A technique for censusing territorial song thrushes *Turdus philomelos*. *Annales Zoologici Fennici*. 1989;26:235–243.
17. Гирилович ИС, Джус МА, Кочергина МВ. Памятник природы республиканского значения «Дубрава». *Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География*. 2007;1:55–61.
18. Никифоров МЕ, Яминский БВ, Шкляров ЛП. Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц. Минск: Вышэйшая школа; 1989. 479 с.

19. Сахвон ВВ. Плотность гнездования и особенности пространственного распределения сороки (*Pica pica*) в городе Минске. *Труды БГУ*. 2016;11(2):286–290.
20. Сахвон ВВ. История формирования и особенности пространственного распределения синурбизированной популяции серой вороны (*Corvus cornix*) в г. Минске (Беларусь). *Вестник ВДУ*. 2017;1(98):26–30.
21. Tomiałojć L. The urban population of the wood pigeon *Columba palumbus* Linnaeus, 1758 in Europe – its origin, increase and distribution. *Acta Zoologica Cracoviensia*. 1976;21(18):586–631.

References

1. Mörtberg U, Wallentinus H-G. Red-listed forest bird species in an urban environment – assessment of green space corridors. *Landscape and Urban Planning*. 2000;50(4):215–226. DOI: 10.1016/S0169-2046(00)00090-6.
2. Donnelly R, Marzluff JM. Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology*. 2004;18(3):733–745. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00032.x.
3. Aronson MF, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B. Biological sciences*. 2014;281(1780):20133330. DOI: 10.1098/rspb.2013.3330.
4. Caula S, Sirami C, Marty P, Martin JL. Value of an urban habitat for the native Mediterranean avifauna. *Urban Ecosystems*. 2010;13(1):73–89. DOI: 10.1007/s11252-009-0104-0.
5. Jokimäki J. Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*. 1999;3(1):21–34. DOI: 10.1023/A:1009505418327.
6. Fernández-Juricic E. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: the role of age, size and isolation. *Ecological Research*. 2000;15(4):373–383. DOI: 10.1046/j.1440-1703.2000.00358.x.
7. Ferenc M, Sedláček O, Fuchs R, Dinetti M, Fraissinet M, Storch D. Are cities different? Patterns of species richness and beta diversity of urban bird communities and regional species assemblages in Europe. *Global Ecology and Biogeography*. 2014;23(4):479–489. DOI: 10.1111/geb.12130.
8. Lepczyk CA, La Sorte FA, Aronson MFJ, Goddard MA, MacGregor-Fors I, Nilon CH, et al. Global Patterns and Drivers of Urban Bird Diversity. In: Murgui E, Hedblom M, editors. *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments*. Cham: Springer; 2017. p. 13–33. DOI: 10.1007/978-3-319-43314-1_2.
9. Chamberlain DE, Cannon AR, Toms MP. Associations of garden birds with gradients in garden habitat and local habitat. *Ecography*. 2004;27(5):589–600. DOI: 10.1111/j.0906-7590.2004.03984.x.
10. Hedblom M, Söderström B. Landscape effects on birds in urban woodlands: an analysis of 34 Swedish cities. *Journal of Biogeography*. 2010;37(7):1302–1316. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2010.02299.x.
11. Tomiałojć L. Zmiany awifauny lęgowej w dwóch parkach Legnicy po 40 latach. *Notatki ornithologiczne*. 2007;48(4):232–245. Polish.
12. Tomiałojć L. Changes in breeding bird communities of two urban parks in Wrocław across 40 years (1970–2010): before and after colonization by important predators. *Ornis Polonica*. 2011;52(1):1–25.
13. Albrycht M, Ciach M. Changes in the breeding avifauna of the Rakowice Cemetery in Kraków over last 40 years. *Ornis Polonica*. 2013;54(4):247–256. Polish.
14. Bibby C, Jones M, Marsden S. *Metody polevykh ekspeditsionnykh issledovaniy: Issledovaniya i uchety ptits* [Expedition field techniques: bird surveys]. Moscow: Soyuz okhrany ptits Rossii; 2000. 186 p. Russian.
15. Tomiałojć L. The combined version of mapping method. In: *Proceedings VI International Conference Bird Census Work; 1979 September 24–28; Göttingen, Germany*. Göttingen: [publisher unknown]; 1980. p. 92–106.
16. Tomiałojć L, Lontkowski J. A technique for censusing territorial song thrushes *Turdus philomelos*. *Annales Zoologici Fennici*. 1989;26:235–243.
17. Girilovich IS, Dzhus MA, Kochergina MV. Nature sanctuary of Republic importance «Dubrava». *Vestnik BGU. Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya*. 2007;1:55–61. Russian.
18. Nikiforov ME, Yaminskij BV, Shkljarov LP. *Ptitsy Belorussii: spravochnik-opredelitel' gnezd i yaits* [Birds of Belarus: hand-book-guide of nests and eggs]. Minsk: Vyshhejskaja shkola; 1989. 479 p. Russian.
19. Sakhvon VV. Breeding density and distribution of Magpie (*Pica pica*) in Minsk. *Trudy BGU*. 2016;11(2):286–290. Russian.
20. Sakhvon VV. Development and distribution of synurbic population of Hooded Crow (*Corvus cornix*) in the city of Minsk (Belarus). *Vestnik VDU*. 2017;1(98):26–30. Russian.
21. Tomiałojć L. The urban population of the wood pigeon *Columba palumbus* Linnaeus, 1758 in Europe – its origin, increase and distribution. *Acta Zoologica Cracoviensia*. 1976;21(18):586–631.

Статья поступила в редколлегию 21.09.2018.
Received by editorial board 21.09.2018.

ШАКАЛ (*Canis aureus* L., 1758) – НОВЫЙ ВИД В ТЕРИОФАУНЕ БЕЛАРУСИ

**В. В. ГРИЧИК¹⁾, В. В. ПРОКОПЧУК²⁾,
А. Е. ГРЕБЕНЧУК³⁾, А. О. РЯБЦЕВА⁴⁾, И. С. ЦЫБОВСКИЙ³⁾**

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

²⁾Национальный парк «Беловежская пуща», 225063,

агродорожок Каменюки, Каменецкий район, Брестская обл., Беларусь

³⁾Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь,
ул. Филимонова, 25, 220114, г. Минск, Беларусь

⁴⁾Государственный комитет судебных экспертиз Республики Беларусь,
ул. Кальварийская, 43, 220073, г. Минск, Беларусь

Продолжающееся в Европе расселение золотистого шакала (*Canis aureus*) в последнее десятилетие охватило и территорию Республики Беларусь. В работе перечислены 6 достоверных фактов регистрации вида в 2011–2018 гг. в южной и юго-западной частях страны, на севере до линии Кобрин – Солигорск – Бобруйск. В 2 случаях звери отмечены визуально либо по голосу, в 4 – отстреляны охотниками. Видовая принадлежность для 3 особей подтверждена фотографиями и молекулярно-генетическими исследованиями, от одной из них взяты в коллекцию череп и шкура. Приведены фото и промеры черепа (от взрослого самца). Кратко обсуждаются особенности фенотипа взрослых особей в осенне-зимний период и биотопы, в которых наблюдались эти животные. Большинство встреч приурочены к полукрытым мелиорированным территориям с зарослями кустарника и каналами.

Ключевые слова: азиатский шакал *Canis aureus*; расселение в Европе; териофауна Беларуси.

Образец цитирования:

Гричик ВВ, Прокопчук ВВ, Гребенчук АЕ, Рябцева АО, Цыбовский ИС. Шакал (*Canis aureus* L., 1758) – новый вид в териофауне Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;3:55–61.

For citation:

Grichik VV, Prapakchuk VV, Grebenchuk AE, Rabtsava AA, Tsybovsky IS. Golden jackal (*Canis aureus* L., 1758) – a new species in the theriofauna of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:55–61. Russian.

Авторы:

Василий Витальевич Гричик – доктор биологических наук, профессор; заведующий кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета.

Вадим Васильевич Прокопчук – научный сотрудник.

Александра Евгеньевна Гребенчук – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории молекулярно-биологических исследований.

Алина Олеговна Рябцева – начальник сектора исследований и учетов объектов животного происхождения, государственный судебный эксперт.

Иосиф Станиславович Цыбовский – ученый секретарь.

Authors:

Vasilij V. Grichik, doctor of science (biology), full professor; head of the department of general ecology and methods of biology teaching, faculty of biology.

gritshik@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6274-0165

Vadim V. Prapakchuk, researcher.

peregrinus@mail.ru

ORCID: 0000-0001-9602-3423

Alexandra E. Grebenchuk, junior researcher at the scientific laboratory of molecular biological research.

iamsanya94@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1224-3275

Alina A. Rabtsava, chief at the sector of research and accounting of objects of animal origin, state forensic expert.

alunchik_90@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5550-9873

Iosif S. Tsybovsky, scientific secretary.

tsybovsky@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-8611-8215

GOLDEN JACKAL (*Canis aureus* L., 1758) – A NEW SPECIES IN THE THERIOFAUNA OF BELARUS

V. V. GRICHIK^a, V. V. PRAKAPCHUK^b,
A. E. GREBENCHUK^c, A. A. RABTSAVA^d, I. S. TSYBOVSKY^c

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bNational Park «Belovezhskaya Pushcha», agro-town Kamenyuki 225063,
district Kamenets, Brest region, Belarus

^cScientific and Practical Center, State Forensic Examination Committee
of the Republic of Belarus, 25 Filimonava Street, Minsk 220114, Belarus

^dState Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus,
43 Kal'varijskaja Street, Minsk 220073, Belarus

Corresponding author: V. V. Grichik (gritshik@mail.ru)

Continuing in Europe, the settlement of the golden jackal (*Canis aureus*) over the last decade has covered the territory of the Republic of Belarus. The article has 6 reliable facts this species registration in 2011–2018 in the southern and south-western parts of the country, north to the line Kobrin – Soligorsk – Bobruisk. In 2 cases, the animals were spotted visually or by voice, in the remaining 4 – shot by hunters. Species identification of the three individuals are confirmed by photographs and molecular-genetic studies, the skull and skin are collected from the other one. The photos and measurements of the skull (from an adult male) are presented, the phenotype features of adults in the autumn-winter period and biotopes in which these animals are encountered are briefly discussed. Most of the meetings are timed to semi-open meliorated territories with shrub thickets and ameliorative canals.

Key words: golden jackal *Canis aureus*; resettlement in Europe; theriofauna of Belarus.

Вплоть до середины прошлого века ареал шакала в Европе охватывал Грецию, Албанию, Югославию, Болгарию, частично Венгрию, Румынию, Молдавию, Турцию и Кавказ; единичные особи иногда заходили вплоть до низовий р. Дон [1, с. 106–107]. Однако в конце XX в. началось быстрое расселение этого вида в Европе, в ходе которого к концу 1990-х гг. он заселил всю Венгрию, Румынию и Австрию, в 1996 г. произошла первая его регистрация в Германии [2], в 1998 г. – в устье р. Дунай [3]. Этот процесс продолжился и в XXI в.: к 2010 г. шакал уже регистрировался по всей Одесской области Украины и интенсивно расселялся к северу этой страны, так что в 2014 г. был зарегистрирован в Украинском Полесье вблизи южной границы Республики Беларусь [3], а в апреле и июне 2015 г. обнаружен в двух местах в Польше, в том числе и вблизи западного рубежа Беларуси [4]. Интересно, что к 2015 г. известен уже ряд регистраций этого вида в Литве, Латвии и Эстонии, но его проникновение в страны Прибалтики, возможно, проходило не путем экспансии с юга [5].

В связи с вышесказанным вполне предсказуемым являлось появление шакала и в Беларуси, однако для включения его в состав нашей фауны необходимо было получить надежные доказательства. Это оказалось возможным лишь к концу 2017 г., хотя собранные свидетельства (в основном в виде сообщений охотников и специалистов-зоологов) указывают на более раннее проникновение шакала на белорусскую территорию. Данная публикация имеет целью критически обобщить все накопленные к настоящему времени факты, позволяющие оценить статус, современное распространение и некоторые биологические особенности этого вида в нашей стране.

Материалы и методы исследований

Примерно с 2005 г. на охотничьих форумах в социальных сетях стали появляться отдельные сообщения белорусских охотников о встречах, а в некоторых случаях и о добыче зверей семейства собачьих (Canidae), видовая идентификация которых вызывала у них затруднения. Для проверки этих данных с целью получить надежные доказательства присутствия шакала были установлены контакты с рядом охотников, что в конечном итоге дало возможность собрать достоверный материал по этому вопросу, причем основной объем работы выполнен одним из авторов статьи – В. В. Прокопчуком. К концу 2017 г. в нашем распоряжении оказались шкура, череп и фрагменты мышечной ткани от одной такой особи, а также фотоматериалы и описания наблюдений еще нескольких зверей из разных точек страны. Для надежного определения полученных материалов в первую очередь исследован череп, отпрепарированный и промеренный по стандартной методике и изученный на предмет характерных опознавательных признаков, а также проведен молекулярно-генетический анализ материала.

Выделение ДНК из фрагмента мышечной ткани добытой особи проводили на базе Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь по общепринятой методике инкубацией в лизирующем буфере, содержащем 2 % додецилсульфата натрия (SDS), 20 ммоль/л *трис*-HCl, 100 ммоль/л NaCl, 20 EDTA, pH 8,0, и протеиназу K, при 37–56 °C [6]. При проведении полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовались следующие условия амплификации (конечный объем реакционной смеси 10 мкл): 0,2 ммоль/л dNTP, буфер (10 ммоль/л *трис*-HCl, pH 8,6; 50 ммоль/л KCl; 1,5 ммоль/л MgCl₂) и 0,75 U *Taq*-полимеразы. Монолокусную ПЦР выполняли на программируемых приборах термоциклического типа (амплификаторах) iCycler (*BIO-RAD*, США) в следующем режиме: первичная денатурация при 95 °C в течение 4 мин; 35 циклов при 95 °C (45 с), 60 °C (1 мин) и 68 °C (1 мин); финальная элонгация при 72 °C в течение 10 мин. Последовательность ДНК исследованного образца получена на генетическом анализаторе Applied Biosystems® 3500 Genetic Analyzer (США) с помощью праймеров LmProu TDKT [7]. Нуклеотидные последовательности известных животных загружены из базы данных NCBI Nucleotide [8].

При проведении анализа с помощью программного продукта *BioEdit version 7.2.5* в полногеномных нуклеотидных последовательностях мтДНК были выявлены участки, фланкируемые праймерами LmProu TDKT, после чего осуществлено выравнивание нуклеотидных последовательностей с применением программной функции ClustalW Multiple Alignment с последовательностью ДНК исследуемого вида. Для выявления идентичности между исследуемым образцом и образцами от других представителей семейства (в процентах) проведено попарное сравнение с помощью программного пакета *Global Alignment* продукта BLAST-интернет сервиса NCBI. Филогенетическое дерево получено с использованием метода максимального правдоподобия, основанного на модели Тамуры – Неи [9]. Анализируемые таксоны при построении эволюционного дерева подвергались статистической обработке по бутстреп-методу, выведенному из 1000 реплик [10]. Исходное дерево получалось автоматически, путем применения алгоритмов Neighbor-Join и BioNJ к матрице попарных расстояний, оцененной с использованием метода максимального композитного правдоподобия (MCL), а затем выбиралась топология с более высоким значением вероятности. Анализ включал 8 нуклеотидных последовательностей. Все позиции, содержащие пробелы и отсутствующие нуклеотиды, были устранены. Длина откодированной последовательности составила 342 позиции. Эволюционные анализы проведены в программном продукте *MEGA7* [11].

Результаты и их обсуждение

В настоящее время можно с высокой степенью достоверности констатировать ряд фактов регистрации шакала на территории нашей страны. Ниже они перечислены в хронологической последовательности.

31 декабря 2011 г. в окрестностях деревень Томашовка и Селяхи Брестского района была добыта, видимо, первая в нашей стране особь шакала. Добывший зверя охотник Н. Карнацевич сделал фотографии и сохранил шкуру, которая была передана в Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси. Этот факт получил широкую огласку в средствах массовой информации и уже тогда сотрудником названного института В. Т. Демянчиком объявлен как первая регистрация шакала в фауне Беларуси. Однако по непонятным причинам эта регистрация до самого последнего времени не публиковалась в научных изданиях, из-за чего статус вида в нашей фауне оставался неопределенным. Лишь в конце 2017 г. фрагмент шкуры указанной особи был передан для молекулярно-генетической идентификации в научно-практический центр НАН Беларуси, результаты которой подтвердили определение шакала и недавно были опубликованы [12].

Летом 2015 г. две особи (самка и самец) были отстреляны вблизи скотомогильника в окрестностях д. Ельск Лельчицкого района Гомельской области. Охотники затруднились идентифицировать вид добытых животных, сфотографировали их, а туши утилизировали. Судя по сохранившимся фотографиям, в данном случае также были добыты именно шакалы.

21 ноября 2015 г. одним из авторов данной публикации (В. В. Гричиком) совместно с еще тремя участниками экспедиции, студентами и выпускниками БГУ, голос шакала был прослушан у края обширного осушенного и подвергнутого вторичному заболачиванию Гричино-Старобинского торфяника между деревнями Большой Рожан и Салогощ Солигорского района Минской области. Характерные для этого зверя звуки, издаваемые, видимо, одной перемещавшейся особью, периодически были слышны на расстоянии около 300 м от лагеря экспедиции поздним вечером, в условиях хорошей слышимости (примерно с 21 ч 40 мин до 21 ч 55 мин), и идентифицированы позже как крики шакала при сопоставлении с записями голоса этого животного.

9 декабря 2017 г. в окрестностях д. Хабовичи Кобринского района Брестской области во время охоты собаками был задушен взрослый самец шакала, прятавшийся в бетонной трубе под гравийной до-

рогой, среди крупного массива мелиорированных угодий. Благодаря содействию лесничего Ужовского лесничества Малоритского лесхоза В. Л. Приступчика от этой особи удалось получить вполне целый череп, шкуру и фрагменты мышечной ткани для молекулярно-генетической идентификации и серию фотографий (рис. 1 и 2). Таким образом, именно этот экземпляр можно считать наиболее полно документированным образцом, подтверждающим присутствие вида в нашей фауне, в том числе и полноценным коллекционным материалом. По сообщению местного охотника А. А. Жарина, еще в конце августа 2017 г. там же (приблизительно в 5 км от места добычи зверя в декабре 2017 г.) им одновременно наблюдалась группа из 5 шакалов, по облику идентичных с добытой особью. Молекулярно-генетическое исследование указанного зверя проведено в январе 2018 г. в Научно-практическом центре Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь, результаты которого изложены в настоящей работе.

29 декабря 2017 г. в середине дня одна особь шакала наблюдалась среди мелиорированных сельхозугодий на поле, граничащем со смешанным лесом, в 2 км юго-западнее д. Заорье Кобринского района. Зверя заметили орнитологи-любители Ю. Ю. Бакур и С. И. Гринь; они смогли хорошо рассмотреть его в бинокль. Ю. Ю. Бакур многократно бывал в странах Азии и видел там шакалов, поэтому уверенно идентифицировал зверя.

21 января 2018 г. в окрестностях д. Мирадино Бобруйского района одна особь шакала добыта охотниками из-под гончих собак. Зверь был сфотографирован, фрагмент шкуры передан для молекулярно-генетического исследования в научно-практический центр НАН Беларуси.



Рис. 1. Взрослый самец шакала, добытый 09.12.2017 г. в окрестностях д. Хабовичи Кобринского района

Fig. 1. Adult male jackal, obtained on 09.12.2017 in the Khabovichi village vicinity, Kobrinsky district



Рис. 2. Череп взрослого самца шакала, добытого 09.12.2017 г. в окрестностях д. Хабовичи Кобринского района

Fig. 2. Adult male jackal's skull, obtained on 09.12.2017 in the Khabovichi village vicinity, Kobrinsky district

Приведенные факты позволяют утверждать, что в настоящее время распространение шакала на территории Республики Беларусь охватывает ее южную и юго-западную части, на север как минимум до линии Кобрин – Солигорск – Бобруйск. Вероятно, в ближайшие годы можно ожидать регистрации этого зверя и в более северных регионах страны, на что указывает его распространение в соседних странах [2; 4].

На основе изучения собранных фотографий можно констатировать, что шакалы, добытые на территории Беларуси, внешне вполне соответствуют имеющимся в литературе характеристикам облика этого зверя [1, с. 100–101, и др.]. Осенью и зимой мех у всех добытых особей был довольно пышным, рыжевато-серым с черными окончаниями остевых волос. Эти признаки в сочетании с относительно коротким хвостом (см. рис. 1), общим телосложением и сравнительно некрупными размерами (длина тела взрослых особей не более 90 см) позволяют легко отличать в природе шакала как от волка, так и от домашних собак.

Череп взрослого самца, добытого 09.12.2017 г. в окрестностях д. Хабовичи Кобринского района, судя по заметной истертости зубов, принадлежал немолодой особи (см. рис. 2). Кандилобазальная длина черепа 154,5 мм (по данным [1], 147–164 мм), скуловая ширина черепа 93,9 мм (79–97 мм [1]), межглазничная ширина 27,4 мм (22,6–30,2 мм [1]), длина верхнего ряда зубов 86,6 мм. В черепе хорошо выражены передние пришовные выступы носовых костей, а также заметно выступающие ободки первого верхнего коренного зуба; эти краниологические особенности считаются надежными диагностическими признаками шакала [1, с. 100].

Видовая принадлежность этой особи была подтверждена и молекулярно-генетическим исследованием. В результате попарного сравнения участков митохондриальной ДНК представителей семейства собачьих с таковой исследуемого образца была выявлена процентная идентичность, которая колебалась от 75 % (с участком ДНК лисицы обыкновенной) до 91 % (с участком ДНК волка обыкновенного), и только идентичность исследованного образца с шакалом составила 98 % (см. таблицу).

**Результаты попарного сравнения референтных образцов
с исследованным (с учетом исключения непрочтенного участка
и гомологичных в референтных образцах)**

**The results of pairwise comparison of reference samples
with the investigated samples (with the exception in the reference samples
of the unread region of DNA and homologous region of DNA)**

Животное		Идентичность ДНК неизвестного образца, %
Русское название	Латинское название	
Волк обыкновенный	<i>Canis lupus lupus</i>	89
Собака домашняя	<i>Canis lupus familiaris</i>	89
Лисица обыкновенная	<i>Vulpes vulpes</i>	75
Песец обыкновенный	<i>Vulpes lagopus</i>	75
Енотовидная собака	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	78
Шакал обыкновенный	<i>Canis aureus</i>	98
Койот	<i>Canis latrans</i>	88

Полученные результаты были подтверждены с помощью построения филогенетического дерева (рис. 3). Процент репликационных деревьев, в которых объединены исследуемые таксоны, сгруппированные вместе алгоритмами Neighbor-Join и BioNJ к матрице попарных расстояний, оцененной с использованием метода MCL и бутстреп-метода (начальная загрузка 1000 реплик), отображается рядом с ветвями дерева.

Расселение шакала по территории Европы происходит очень быстрыми темпами, при этом данные об особенностях биологии этого зверя в заселенных им регионах остаются практически не исследованными [3; 4]. Это в полной мере относится и к Беларуси. Из имеющейся в нашем распоряжении информации можно сделать лишь некоторые предварительные заключения. Ни в одном из перечисленных случаев этого зверя не встречали внутри крупных лесных массивов; большинство встреч приурочены к полуоткрытым мелиорированным территориям. В частности, в Кобринском районе это широкие мелиоративные системы с большим количеством каналов; возделываемые сельскохозяйственные угодья здесь заняты пропашными культурами и многолетними травами, имеются участки, заросшие древесно-кустарниковой и сорной растительностью. Место, где 21.11.2015 г. шакал отмечен по голосу

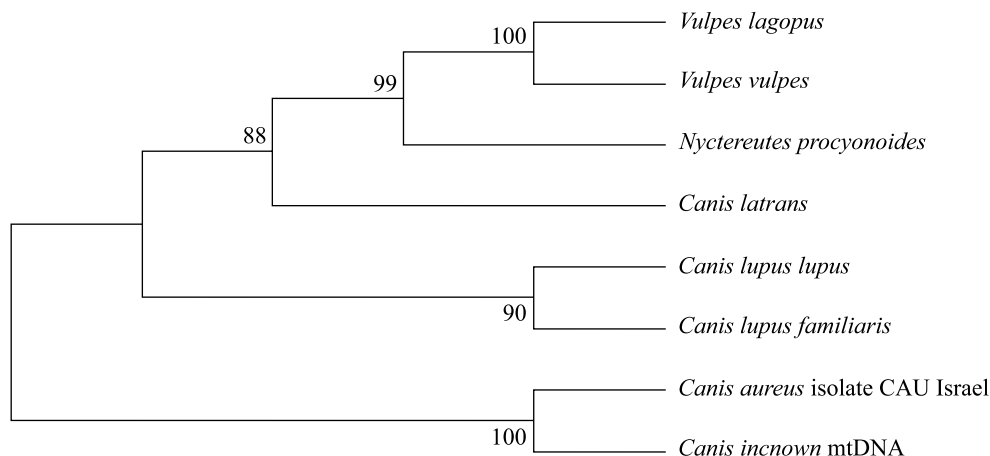


Рис. 3. Филогенетическое дерево исследованных таксонов семейства собачьих

Fig. 3. Canidae family phylogenetic tree of the studied taxa

в Солигорском районе, представляет собой край обширной Гричино-Старобинской торфоразработки, подвергнутой вторичному заболачиванию; большие площади частично затопленных карт здесь сочетаются с зарослями тростника и многочисленными дамбами, поросшими кустарником и сорной растительностью, вдоль которых сохраняются старые каналы. В литературе также указывалось на обязательную связь шакала с водоемами и зарослями кустарников; особенно тесно этот зверь связан с водоемами в малокормные зимние периоды [1].

У зверя, добытого 31.12.2011 г. в Брестском районе, одна из конечностей представляла собой давно зажившую культю. Можно предположить, что лапа была когда-то перебита капканом. Животное при этом имело хорошую упитанность.

Таким образом, собранная нами информация позволяет заключить, что шакал к настоящему времени заселил как минимум южную и юго-западную части территории Республики Беларусь, на север до линии Кобрин – Солигорск – Бобруйск. Обладая характерным обликом, этот зверь по внешним признакам достаточно хорошо отличается как от волка, так и (в большинстве случаев) от домашней собаки. Данный вид должен быть включен в список млекопитающих нашей фауны, что влечет необходимость определения его возможного статуса в связи с имеющимися место фактами добычи его охотниками.

Библиографические ссылки

1. Гептнер ВГ, Наумов НП, редакторы. Млекопитающие Советского Союза. Том 2 (часть 1). Москва: Высшая школа; 1967. с. 100–123.
2. Arnold J, Humer A, Heltai M, Murariu D, Spassov N, Hackländer K. Current status and distribution of jackals *Canis aureus* in Europe. *Mammal Review*. 2012;42(1):1–11. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2011.00185.x.
3. Zagorodniuk I. Golden Jackal (*Canis aureus*) in Ukraine: Modern Expansion and Status of Species. *Proceedings of the National Museum of Natural History*. 2014;12:100–105.
4. Kowalczyk R, Kolodziej-Sobocinska M, Ruczyński I, Wojcik JM. Range expansion of the jackal (*Canis aureus*) into Poland: first records. *Mammal Research*. 2015;60(4):411–414. DOI: 10.1007/s13364-015-0238-9.
5. Trouwborst A, Krofel M, Linnell JDC. Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. *Biodiversity and Conservation*. 2015;24(10):2593–2610. DOI: 10.1007/s10531-015-0948-y.
6. Boom R, Sol CJ, Salimans MM, Jansen CL, Wertheim-van Dillen PM, van der Noorda J. Rapid and simple method for purification of nucleic acids. *Journal of Clinical Microbiology*. 1990;28(3):495–503.
7. Mikko S, Andersson S. Low major histocompatibility complex class II diversity in European and North American moose. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1995;92(10):4259–4263. PMID: 7753793.
8. National Center for Biotechnological Information [Internet]. [Cited 2018 February 5]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore>.
9. Tamura K, Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*. 1993;10(3):512–526. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023.
10. Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*. 1985;39(4):783–791. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1985.tb00420.x.
11. Kumar S, Stecher G, Tamura K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*. 2016;33(7):1870–1874. DOI: 10.1093/molbev/msw054.
12. Хейдорова ЕЭ, Шпак АВ, Гомель КВ, Сидорович ВЕ, Демянчик ВВ, Прокопчук ВВ, Никифоров МЕ. Молекулярно-генетическая идентификация инвазивного вида – шакала азиатского (*Canis aureus*) на территории Беларуси. *Доклады НАН Беларуси*. 2018;62(1):86–92. DOI: 10.29235/1561-8323-2018-62-1-86-92.

References

1. Geptner VG, Naumov NP, editors. *Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuza. Tom 2 (chast' 1)* [Mammals of Soviet Union. Volume 2 (part 1)]. Moscow: Vysshaya shkola; 1967. p. 100–123. Russian.
2. Arnold J, Humer A, Heltai M, Murariu D, Spassov N, Hackländer K. Current status and distribution of jackals *Canis aureus* in Europe. *Mammal Review*. 2012;42(1):1–11. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2011.00185.x.
3. Zagorodniuk I. Golden Jackal (*Canis aureus*) in Ukraine: Modern Expansion and Status of Species. *Proceedings of the National Museum of Natural History*. 2014;12:100–105.
4. Kowalczyk R, Kolodziej-Sobocinska M, Ruczyński I, Wojcik JM. Range expansion of the jackal (*Canis aureus*) into Poland: first records. *Mammal Research*. 2015;60(4):411–414. DOI: 10.1007/s13364-015-0238-9.
5. Trouwborst A, Krofel M, Linnell JDC. Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. *Biodiversity and Conservation*. 2015;24(10):2593–2610. DOI: 10.1007/s10531-015-0948-y.
6. Boom R, Sol CJ, Salimans MM, Jansen CL, Wertheim-van Dillen PM, van der Noordaa J. Rapid and simple method for purification of nucleic acids. *Journal of Clinical Microbiology*. 1990;28(3):495–503.
7. Mikko S, Andersson S. Low major histocompatibility complex class II diversity in European and North American moose. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1995;92(10):4259–4263. PMCID: PMC41923. PMID: 7753793.
8. National Center for Biotechnological Information [Internet]. [Cited 2018 February 5]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>.
9. Tamura K, Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*. 1993;10(3):512–526. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023.
10. Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*. 1985;39(4):783–791. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1985.tb00420.x.
11. Kumar S, Stecher G, Tamura K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*. 2016;33(7):1870–1874. DOI: 10.1093/molbev/msw054.
12. Kheidorova EE, Shpak AV, Homel KV, Sidorovich VE, Demianchuk VV, Prapakchuk VV, Nikiforov ME. Molecular genetic identification of the invasive species – asian jackal (*Canis aureus*) in the territory of Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi*. 2018;62(1):86–92. Russian. DOI: 10.29235/1561-8323-2018-62-1-86-92.

Статья поступила в редколлегию 18.09.2018.
Received by editorial board 18.09.2018.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

BIODIVERSITY

УДК 58.006:502.753(477-25)

ПОПУЛЯЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ СПОНТАННОЙ ФЛОРЫ НАЦИОНАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Н. Н. ГРИШКО НАН УКРАИНЫ (КИЕВ)

А. И. ШИНДЕР¹⁾

¹⁾Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины,
ул. Тимирязевская, 1, 01014, г. Киев, Украина

Впервые приведен обзор охраняемых видов растений из состава спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н. Н. Гришко НАН Украины (Киев). По результатам десятилетнего изучения дикорастущей флоры ботанического сада выделен 41 охраняемый вид (аборигенные и эргазиофиты). Указанные виды сформировали спонтанные популяции в коренных и искусственных растительных сообществах. Наибольшую ценность представляют *Allium ursinum*, *Epipactis helleborine*, *Muscari botryoides*, *Taxus baccata* и *Tulipa biebersteiniana*, внесенные в Красную книгу Украины. Приведены краткие количественные и структурные характеристики их популяций. Также в составе спонтанной флоры имеется 10 местных регионально редких видов, местообитания которых в ботаническом саду являются естественными, и 26 видов, интродуцированных из разных регионов умеренного пояса Евразии. Рассмотрены некоторые редкие интродуцированные виды, пребывающие на стадии выхода за пределы культуры. Упомянуты аборигенные редкие виды, исчезнувшие из состава современной флоры ботанического сада. Наличие спонтанных популяций редких видов флоры на территории ботанического сада является показателем высокого уровня их сохранения *ex situ*.

Ключевые слова: ботанический сад; спонтанная флора; редкие виды; популяции.

Образец цитирования:

Шиндер АИ. Популяции редких видов спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н. Н. Гришко НАН Украины (Киев). *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;3:62–71.

For citation:

Shynder OI. Populations of rare species of spontaneous flora in the M. M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine (Kyiv). *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:62–71. Russian.

Автор:

Александр Иванович Шиндер – кандидат биологических наук; научный сотрудник отдела природной флоры.

Author:

Oleksandr I. Shynder, PhD (biology); researcher at the department of natural flora.
shinderoleksandr@gmail.com

POPULATIONS OF RARE SPECIES OF SPONTANEOUS FLORA IN THE M. M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN NAS OF UKRAINE (KYIV)

O. I. SHYNDER^a

^aM. M. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine, 1 Timiryazevska Street, Kyiv 01014, Ukraine

The review of protected plant species from the spontaneous flora of the M. M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine (Kyiv) is given. In the spontaneous flora of the botanical garden 41 native species and ergasiophytes, which formed spontaneous populations in indigenous and artificial plant communities, are fixed. The most valuable are the species from the Red Data Book of Ukraine: *Allium ursinum*, *Epipactis helleborine*, *Muscari botryoides*, *Taxus baccata* and *Tulipa biebersteiniana*. Brief quantitative and structural characteristics of the populations of these species are given. Also, the spontaneous flora includes 10 regionally rare native species, the habitats of which are natural in the botanical garden, and 26 species introduced from different regions of the Temperate Zone of Eurasia. Several rare introduced species that are at the stage of going beyond the limits of culture are considered. Aboriginal rare species that have disappeared from the modern flora of the botanical garden are mentioned. The presence of spontaneous populations of rare plant species on the territory of the botanical garden is a manifestation of a high level of *ex situ* conservation.

Key words: botanical garden; spontaneous flora; rare species; populations.

Введение

Одна из главнейших задач ботанических садов на современном этапе развития биологической науки – охрана редких видов растений *ex situ*. В Национальном ботаническом саду имени Н. Н. Гришко НАН Украины (далее – НБС) такие растения выращиваются на специальных коллекционных участках, а также в составе модельных растительных сообществ на ботанико-географических участках и в экспозиционных насаждениях. При этом самый высокий уровень охраны редких растений обеспечивается при создании их интродукционных популяций или географических культур [1].

Многие интродуцированные виды растений успешно акклиматизируются. Следующим этапом развития их адаптационного потенциала является выход за пределы коллекционных участков и формирование популяций в составе фоновой растительности на территории ботанического сада. При этом одичавшие виды растений, в том числе редкие, фактически перестают быть объектами интродукционных исследований за границами первичных мест культивирования и, как правило, не включаются в инвентарные списки и плановые мониторинговые исследования. Это касается и некоторых аборигенных редких видов растений, которые произрастают в сохранившихся природных местообитаниях на территории ботанического сада или успешно закрепились в составе вторичных растительных сообществ. В то же время изучение спонтанных популяций редких видов растений имеет большую научно-практическую ценность в плане охраны биоразнообразия и контроля за фитоинвазиями.

В Украине спонтанные флоры детально изучались для нескольких ботанических учреждений – центров интродукции [2–6]. В некоторых были проведены специальные исследования популяций и местообитаний редких видов указанной флоры, в частности, в регионе Правобережной Лесостепи (в пределах которой находится НБС) такие работы выполняются в дендрологических парках НАН Украины: «Софиевка» (г. Умань Черкасской области, далее – ДП «Софиевка») и «Александрия» (г. Белая Церковь Киевской области, далее – ДП «Александрия») [5; 7].

Специальные исследования дикорастущих редких видов растений в НБС, как и его спонтанной флоры в современном виде, практически не проводились. В прошлом, до создания ботанического сада, для его территории приводились редкие виды местных растений: *Stipa capillata* L. и *Equisetum telmateia* Ehrh. [8; 9], популяции которых были утеряны. В первые десятилетия существования ботанического сада видовой состав местной флоры исследовали С. С. Харкевич с помощниками, но их материалы не были опубликованы. На современном этапе изучаются интродукционные популяции редких видов флоры в составе модельных сообществ на ботанико-географических участках ботанического сада [1; 10–12]. Таким образом, изучение и мониторинг редких видов спонтанной флоры НБС на популяционном уровне является актуальной и своевременной задачей.

Цель данной работы – обобщить сведения о редких видах растений в составе спонтанной флоры ботанического сада и охарактеризовать наиболее соэкологически ценные. Исследование пересекается с тематическим изучением интродукционных популяций, проводимым отделом природной флоры, и общей инвентаризацией коллекционного генофонда ботанического сада.

Материалы и методы исследования

Национальный ботанический сад имени Н. Н. Гришко НАН Украины располагается в центральной части Киева на одном из приднепровских холмов. Его территория площадью около 130 га преимущественно сильно пересеченная. С востока граница ботанического сада очерчена приднепровскими крутосклонами, которые покрыты поясом коренных и вторичных лесов. На некоторых холмистых территориях и в балках представлены небольшие фрагменты других квазиприродных экотопов: лугового, водно-болотного, лёссовых отложений и псаммофитного, сформированные аборигенными видами растений, в том числе редкими.

Значительную часть площади ботанического сада (52 га) занимают ботанико-географические участки, на которых смоделированы растительные сообщества умеренного пояса Евразии: различных регионов Украины, а также Кавказа, Алтая и Западной Сибири, Средней Азии и Дальнего Востока. Здесь преобладают флористически богатые многоярусные древесные и кустарниковые насаждения и в меньшей мере травянистые сообщества. В их составе доминируют интродуцированные виды растений, многие из которых находятся на высоком уровне акклиматизации и сформировали полноценные интродукционные популяции. На остальной части ботанического сада сосредоточены многочисленные коллекционные участки и разнообразные экспозиции, где поддерживается высокий агротехнический уровень, а спонтанный растительный покров представлен сорными и наиболее стойкими аборигенными видами и эргазиофитами.

В спонтанной флоре ботанического сада объединены свободно произрастающие на его территории виды растений, которые распределены на три главные группы (фракции): естественно произрастающие или периодически мигрирующие из соседних местностей аборигенные виды; заносные адвентивные виды, появление которых не связано непосредственно с интродукцией (ксенофиты); одичавшие интродуцированные виды (так называемые беглецы с культуры или эргазиофиты). Главный критерий включения вида в состав эргазиофитов – фиксация его двух или более спонтанных местообитаний за пределами участка первичной интродукции.

В группах аборигенных растений и эргазиофитов присутствуют редкие виды. К последним отнесены виды, охраняемые в Украине и других странах, откуда они были интродуцированы. В зависимости от происхождения и уровня охраны эти растения условно разделены на четыре группы: 1) аборигенные и интродуцированные виды, внесенные в Красную книгу Украины [13]; 2) аборигенные виды, внесенные в список регионально редких растений Киева и Киевской области [14]; 3) интродуцированные виды флоры Украины, входящие в списки регионально редких растений других областей страны [14]; 4) интродуцированные растения флор Кавказа, Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока, включенные в красные книги Азербайджана, Армении, Грузии, Казахстана, субъектов Российской Федерации и Туркменистана [14].

В исследовании учтено, что некоторые виды растений, охраняемые в странах их естественного или вторичного распространения, в условиях интродукции в НБС не имеют созологической ценности или она носит только формальный характер. Например, в числе редких мы не рассматриваем *Clematis vitalba* L., внесенный в красные книги и списки Армении, кавказских республик и краев Российской Федерации и Львовской области Украины [14], но в условиях НБС обладающий высокой инвазионной способностью. В настоящее время по многим экспозиционным насаждениям распространились его плотные заросли, требуя значительных трудозатрат для борьбы с ними. Такие виды, как *Armeniacas vulgaris* Lam., охраняемый в Казахстане, и *Juglans regia* L., охраняемый в Грузии и Туркменистане [14], в НБС представлены в плодовых насаждениях и в виде многочисленных одичавших экземпляров, которые вряд ли могут быть созологическим объектом охраны.

Работа проведена в 2008–2017 гг. Частично использованы материалы других исследователей (об этом упомянуто в тексте). Классификация популяций дана за А. А. Урановым и О. В. Смирновой [15]. Латинские названия видов согласованы с базой данных The Plant List [16], но в некоторых случаях приведены в традиционном устоявшемся написании.

Результаты и их обсуждение

На территории НБС в большом количестве представлены разнообразные экологические ниши для формирования богатого видового состава дикорастущей (спонтанной) растительности. На сегодняшний день она насчитывает около 640 видов, из которых местных – 378 (59,0 %), эргазиофитов – 126 (19,7 %). В настоящее время, исходя из соответствующих публикаций [2; 6], это самая богатая по видовому составу дикорастущая флора среди ботанических учреждений – центров интродукции в Украине. Среди видов спонтанной флоры НБС в Красную книгу Украины занесены 1 аборигенный вид и 4 эргазиофита. К регионально редким видам флоры Украины относятся 10 аборигенных видов и 12 эргазиофитов. Среди эргазиофитов, происходящих из регионов умеренного пояса Евразии и имеющих охраняемый статус в странах, откуда была произведена интродукция их первичного материала, к числу редких

(т. е. имеющих созологическую ценность на территории ботанического сада) нами отнесено 14 видов растений. Таким образом, в настоящее время в состав спонтанной флоры ботанического сада входит 41 редкий вид.

Рассмотрим современное состояние популяций редких видов спонтанной флоры НБС, среди которых наибольшую ценность представляют внесенные в Красную книгу Украины. Преимущественно это интродуцированные виды, выходящие в условиях НБС за пределы участков первичного культивирования.

***Allium ursinum* L.** Европейско-кавказский вид, ареал которого охватывает северную часть Украины. Несколько его локалитетов известны и в пригородных лесах Киева [13]. В составе спонтанной флоры *A. ursinum* произрастает в ДП «Софиевка», где условия местообитания вида соответствуют природным [5].

В НБС вид был интродуцирован в 1949–1965 гг. из нескольких областей Украины и Северного Кавказа на ботанико-географических участках: «Леса равнинной части Украины» (выдел «Грабовая дубрава»), «Кавказ» и «Украинские Карпаты» [12; 17]. На этих участках в составе лесных культурфитоценозов сформировались первичные полночленные интродукционные популяции вида, но в настоящее время они сильно разрежены и малочисленны вследствие неконтролируемых заготовок вегетирующих растений. В 1997 г. на ботанико-географическом участке «Кавказ» насчитывалось до 5000 особей [17]. На участке «Леса равнинной части Украины» популяционная плотность *A. ursinum* составляет около 407 особей на 1 м², что на порядок меньше, чем в природных популяциях вида [18].

Большая полночленная популяция *A. ursinum* была обнаружена в труднопроходимом вторичном насаждении, сформированном *Acer platanoides* L. и *Robinia pseudoacacia* L. на вершине одного из приднепровских крутосклонов. Она образовалась благодаря случайному занесению семенного или посадочного материала *A. ursinum*. Данный участок имеет небольшой уклон восточной экспозиции, почвенный слой здесь сильно эродированный в связи с расположением на краю лёссовых обрывов. Подлесок и травянистый ярус очень разрежены из-за сильного затенения и представлены небольшим количеством теневыносливых и синантропных видов растений. В настоящее время в этой популяции насчитывается более 2000 генеративных особей *A. ursinum* на площади около 0,6 га, их плотность достигает 20 генеративных особей на 1 м², а проективное покрытие вида в ранневесенней синузии достигает 20–30 %. Наличие большого количества молодых особей в этом местообитании свидетельствует о регулярном семенном возобновлении, но сплошного покрытия вид не образует.

В природных условиях Украины *A. ursinum* встречается преимущественно в затененных широколиственных и смешанных лесах на богатых гумусом свежих и влажных почвах, где формирует плотный покров, популяционная плотность в котором достигает 1177–2038 особей на 1 м² [13; 18]. Природные популяции *A. ursinum*, изученные нами в Киевской области, приурочены преимущественно к понижениям местности – нижним частям склонов и днищам балок; на выровненных лесных участках вид встречается реже. Природная популяция *A. ursinum* в Киеве (лесном массиве Лесники) приурочена к широколиственному лесу пойменного типа. Спонтанная популяция *A. ursinum* в НБС отличается от природных популяций расположением на вершине холма в составе вторичного древостоя. Почвенная влажность в данном местообитании значительно ниже, чем в оптимальных для вида условиях, в связи с чем сравнительная популяционная плотность невысока. В то же время сильная затененность древостоя на этом участке во время вегетационного сезона способствует поддержанию влажности, достаточной для регулярного семенного возобновления *A. ursinum*, к тому же в таких условиях практически отсутствует конкуренция со стороны других видов травянистого яруса. Таким образом, в составе синантропного древостоя на территории НБС сформировалась специфическая экологическая ниша для успешного формирования молодой полночленной популяции *A. ursinum*.

***Epipactis helleborine* (L.) Crantz.** Палеоарктический вид, один из наиболее распространенных представителей семейства Orchidaceae в Украине [13; 19]. Спорадически *E. helleborine* встречается в пригородных лесных массивах Киева [13; 20]. В НБС этот вид достаточно успешно выращивается на коллекционном участке «Редкие и исчезающие растения», но попытки высадить живые растения в лесных культурфитоценозах на некоторых ботанико-географических участках не были успешными.

В 2014 г. обнаружена малочисленная, предположительно аборигенная, популяция *E. helleborine* на восточном краю НБС, у подножия приднепровского крутосклона – на границе между участками «Леса равнинной части Украины» (выдел «Ольшаник») и «Украинские Карпаты». Местообитание приурочено к сильно затененной нижней части одной из балок с небольшим выходом подземных вод. Растительный покров здесь представлен коренным древостоем пойменного типа, сформированным на участке произрастания *E. helleborine*, – *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L. и *Tilia cordata* Mill. Всего на площади до 3 м² было отмечено 8 генеративных и 4 прегенеративные особи *E. helleborine*. Эти растения имели сравнительно небольшие размеры (высота большинства цветущих особей не превышала 30 см), что свидетельствует о неблагоприятных условиях обитания. В 2016 и 2017 гг. здесь не было зафиксировано вегетирующих особей вида, что может указывать на их подземный способ существования в эти годы.

В Украине природные популяции *E. helleborine* встречаются в разнообразных первичных и вторичных лесных сообществах, преимущественно малочисленные, в их состав входит несколько десятков (реже 100–300) особей [19]. В Киеве популяции вида обнаружены в плакорных и пойменных лесах, в том числе с участием интродуцированных и адвентивных древесных видов, а численность особей *E. helleborine*, как правило, составляет несколько десятков, но очень изменяется по отдельным годам, вегетирующие надземные побеги растений могут отсутствовать в некоторые годы и даже в течение нескольких лет [20]. Таким образом, аборигенная популяция *E. helleborine* в НБС по фитоценотической приуроченности и численности в целом подобна другим популяциям вида в регионе исследования.

Среди иных ботанических учреждений Украины – центров интродукции *E. helleborine* в составе спонтанной флоры указывался в прошлом для лесных массивов ДП «Софиевка» [5].

***Muscari botryoides* (L.) Mill.** Центральноевропейский вид, известный из нескольких гранично-ареальных исчезающих аборигенных местонахождений в Закарпатской области Украины. Природные закарпатские местообитания *M. botryoides* встречаются в светлых дубравах и по опушкам, реже – в синантропных вторичных лесных участках, популяции сравнительно небольшие, в них насчитывается от нескольких десятков до нескольких тысяч особей, плотность 20–50 особей на 1 м² [13].

M. botryoides распространен в культуре в качестве весеннего декоративно-цветочного растения. В прошлом вид указывался как одичавший для ДП «Софиевка» [6; 21]. В НБС этот вид выращивается в составе декоративных композиций на многих участках и местами образует обильный самосев. В этих условиях для *M. botryoides* характерно сравнительно медленное радиальное увеличение площади произрастания вокруг первичных посадок. Особи семенного происхождения за счет интенсивного вегетативного деления образуют компактные клоны, в которых насчитывается до нескольких десятков генеративных особей. Отдельные малочисленные клоны спорадически встречаются на открытых участках и газонах в центральной части ботанического сада, формируя спонтанную полночленную популяцию. Такие условия местообитания вида в ботаническом саду значительно отличаются от природных, так как открытые места низкорастущего травостоя поддерживаются искусственно. Если современная динамика постепенного увеличения численности молодой популяции *M. botryoides* сохранится, то в будущем вид может распространиться в более характерные для него опушки и кустарниковые заросли.

***Taxus baccata* L.** Реликтовый евразийский вид, охраняемый во многих странах [13; 14; 22]. На территории НБС *T. baccata* выращивается в составе культурфитоценозов на ботанико-географических участках «Кавказ», «Украинские Карпаты», «Крым», а также во многих дендрогруппах и экспозиционных насаждениях. В большинстве представлены взрослые особи тисса, которые были интродуцированы с Кавказа, Крыма и Восточных Карпат в 1947–1960 гг. [17]. Значительная часть этих растений ежегодно формирует всхожие семена, которые разносятся птицами, вследствие чего в разных частях ботанического сада наблюдается регулярный самосев вида и многие спонтанно выросшие особи в настоящее время достигли генеративной стадии развития.

В 2015 г. нами была изучена пространственная и количественная структура спонтанной популяции *T. baccata* в НБС [22]. Всего на трех ботанико-географических участках («Алтай и Западная Сибирь», «Кавказ» и «Леса равнинной части Украины» (выделы «Грабовая дубрава» и «Пакленовая дубрава»)) в составе разнообразных коренных и искусственных лесных фитоценозов отмечено 60 особей вида семенного происхождения возрастом от 3 до 36 лет, которые имеют групповое или одиночное размещение. В 2016–2017 гг. спонтанно произрастающие особи *T. baccata* обнаружены и на других участках в центральной части ботанического сада. Исходя из пространственного размещения этих растений сделан вывод о том, что большая их часть выросла из семян, сформировавшихся на взрослых особях *T. baccata* кавказского происхождения. Не исключено, что часть семян принадлежит уже ко второму поколению. Таким образом, в результате интродукции на территории НБС сформировалась молодая гетерогенная популяция *T. baccata*, по структуре и условиям местообитаний в отдельных локусах близкая к таковым в природе.

Среди других ботанических учреждений Украины формирование интродукционной популяции *T. baccata* (в пределах участка культивирования) указано для ДП «Александрия» [23]. В Киеве спонтанная гетерогенная популяция, образованная *T. baccata* и *T. cuspidata* Siebold & Zucc. ex Endl., изучалась нами в насаждениях Сырецкого дендрологического парка общегосударственного значения. В ней было зафиксировано в общей сложности более 200 разновозрастных особей этих двух видов. Таким образом, климатические условия Киева достаточно благоприятны для формирования популяций *T. baccata* в древостоях различного состава возле участков культивирования.

***Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. f.** Субсредиземноморский вид, распространенный в Восточной Европе преимущественно в зоне степей. В Украине желтоцветковые тюльпаны принято рассматривать в качестве четырех самостоятельных видов *sensu stricto*, все они занесены в Красную книгу Украины [13]. Мы рассматриваем весь цикл этих рас как один вид.

В Правобережной Лесостепи аборигенная популяция *T. biebersteiniana* указывается *sensu lato* для ДП «Софиевка» [5; 6], а без указания происхождения – в составе спонтанной флоры Национального

ботанического сада имени А. В. Фомина [2]. На территории НБС желтоцветковые тюльпаны (под разными названиями *sensu stricto*) были многократно интродуцированы из разных регионов Украины и Северного Кавказа на несколько участков, где в настоящее время сформировались интродукционные популяции вида [10–12; 17; 18]. Малочисленный и разреженный линейный локус вида площадью до 200 м² находится по краю участка «Кавказ» под пологом кленово-платановой аллеи в верхней части территории. В нем доля генеративных стеблей составляет около 30 % и возможно очень нерегулярное семенное размножение. Другой, многочисленный локус представлен на границе с ботанико-географическим участком «Средняя Азия» (и большей частью в пределах последнего), под густым пологом ильмового древостоя. Площадь этого локуса составляет около 900 м², в нем доминируют прегенеративные особи, плотность которых достигает более 500 на 1 м², а доля цветущих растений не превышает 1–2 %. На выделе «Пакленовая дубрава» площадь интродукционной популяции *T. biebersteiniana* составляет более 1,5 га. Она состоит из множества куртин, встречающихся на большей части участка, под пологом древостоя с доминированием *Acer platanoides* и *Carpinus betulus*. Популяционная плотность *T. biebersteiniana* тут достигает 100 особей на 1 м², а доля цветущих побегов – 10–15 %. Пространственная структура этой популяции свидетельствует о наличии семенного возобновления. На участке «Степи Украины» (граничащем с «Пакленовой дубравой») имеется 2 популяционных локуса *T. biebersteiniana* в составе травянистой растительности остепненного луга. Один из локусов малочисленный, состоит из нескольких десятков особей, происходит от непосредственно интродуцированных на участок растений со степей Донбасса. Другой, площадью около 0,2 га, возник в результате спонтанного расселения вида из «Пакленовой дубравы» [10; 11]. Несколько малочисленных куртин *T. biebersteiniana* также было обнаружено около участка «Степи Украины» в насаждении из *Robinia pseudoacacia*, где они произрастают по соседству со спонтанной популяцией *Allium ursinum*.

Таким образом, на перечисленных ботанико-географических участках НБС и прилегающей к ним территории сформировалась гетерогенная спонтанная популяция *T. biebersteiniana*, представленная многочисленными клонами и локусами нескольких интродукционных популяций, которые частично вышли за границы участков первичной интродукции. Условия произрастания *T. biebersteiniana* в НБС отличаются от таковых в пределах природного ареала вида, свойственных более южным и ксерофитным регионам. Предполагаем, что в условиях Киева сравнительно более высокая влажность и некоторые другие климатические и ценоотические характеристики произрастания вида препятствуют его регулярному семенному размножению, поэтому поддержание численности *T. biebersteiniana* происходит преимущественно вегетативным способом, что, впрочем, характерно для популяций вида в лесостепной зоне [18]. Наличие семенного возобновления *T. biebersteiniana* в НБС косвенно подтверждается на выделе «Пакленовая дубрава», видовая структура которого близка к таковой лесных сообществ на Левобережье Украины в пределе ареала данного вида.

Девять аборигенных видов растений, естественно произрастающих в НБС, подлежат охране в Киеве и Киевской области. *Convallaria majalis* L. рассеянно встречается в залесенной части ботанического сада, где под пологом коренных древостоев и культурфитоценозов формирует небольшие мало- и среднечисленные куртины. Вид представлен растениями местного и интродуцированного происхождения. *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Körte произрастает на нескольких лесных участках, его популяции многочисленные и отличаются высокой плотностью. Частично в популяциях вида смешано потомство интродуцированных растений вида, которые подсаживались во время формирования культурфитоценозов. *Gagea paczoskii* (Zapal.) Grossh. распространен на свободных от древесной растительности участках в восточной и южной частях НБС, местами очень обилен. *Inula helenium* L. в виде небольших локусов растет на нескольких ботанико-географических и некоторых других участках. Кроме местной диаспоры, особи этого вида были неоднократно интродуцированы из различных регионов Украины и Северного Кавказа [17]. Малочисленная, но стойкая интродуцированная популяция *I. helenium* на выделе высокотравных лугов участка «Кавказ» сформирована именно из растений кавказского происхождения. *Iris hungarica* Waldst. & Kit. в виде малочисленных интродукционных популяций представлен на участках «Степи Украины» и «Кавказ». Его локальная популяция была обнаружена В. И. Мельником более 20 лет назад на верхней части приднепровского крутосклона, неподалеку от участка «Степи Украины». Эта популяция размером 30 × 20 м размещена на крутом лёссовом осыпе с нарушенным растительным покровом, в ее составе зафиксировано более 30 небольших генеративных клонов. Происхождение популяции (естественное или вторичное) остается неустановленным, но природное местообитание *I. hungarica* сохранилось на соседствующем с НБС холме Лысая гора. *Iris pseudacorus* L. произрастает в числе более 10 средневозрастных и молодых куртин на участке «Крым» в заболоченной части Омелютинской балки. *Melica transsilvanica* Schur спорадически встречается на степных участках и лёссовых обнажениях на участках «Степи Украины», «Украинские Карпаты», «Крым» и «Кавказ». Вид формирует одиночные куртины или их небольшие группы размером до 5 м². В этих популяциях представлены как аборигенные растения, так и интродуцированные из разных областей Украины и Кавказа.

Scilla bifolia L. широко распространен по залесенной части ботанического сада, где формирует многочисленные локусы с большой плотностью. *Scutellaria altissima* L. входит в состав травянистого яруса на ботанико-географическом участке «Грабовая дубрава», в его среднечисленной популяции насчитывается более сотни особей, распределенных небольшими группами.

В число охраняемых следует включить и *Ranunculus illyricus* L., который в Киеве находится на северной границе распространения. Он подлежит охране в нескольких областях Украины (в списки регионально редких видов Киева и Киевской области не входит). Его аборигенные местообитания сохранились вдоль узкой полосы на вершине одного из приднепровских склонов, возле участка «Степи Украины». Здесь *R. illyricus* вместе с *Atriplex oblongifolia* Waldst. & Kit., *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski и некоторыми другими видами образует растительное сообщество лёссовых обнажений. Популяция *R. illyricus* среднечисленная, ее плотность достигает 20 генеративных особей на 1 м². Малочисленные интродукционные популяции этого вида представлены и на степных выделах нескольких ботанико-географических участков, также отмечались его отдельные спонтанно произрастающие особи в разных уголках ботанического сада.

Среди интродуцированных видов, охраняемых в других областях Украины, в состав спонтанной флоры НБС входят: *Alcea rugosa* Alef., *Aquilegia vulgaris* L., *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers., *Geranium phaeum* L., *Hedera helix* L., *Isopyrum thalictroides* L., *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., *Ornithogalum kochii* Parl., *Polygonatum hirtum* (Bosc ex Poir.) Pursh, *Salvia glutinosa* L., *Scilla siberica* Haw. и *Symphytum tauricum* Willd. Все эти виды были интродуцированы из различных регионов Украины, а некоторые также из других стран, преимущественно с Северного Кавказа. Большинство входят в состав культурфитоценозов на нескольких ботанико-географических участках, где сформировали интродукционные популяции, а со временем распространились и по другим местам ботанического сада. В каждом случае история интродукции этих видов, современное состояние их в условиях культивирования и в составе спонтанной флоры, а также параметры молодых популяций индивидуальные. Приведем примеры. *Aquilegia vulgaris* и *Ornithogalum kochii* сформировали молодые малочисленные популяции в южной части НБС, распространившись из цветников. Степной вид *Alcea rugosa* был интродуцирован в 1946–1960 гг. из Крыма, с Донбасса и Северного Кавказа на степные выделы нескольких ботанико-географических участков и со временем распространился на большую часть территории НБС, где произрастает вдоль дорог и по луговым участкам, сформировав обширную гетерогенную популяцию. *Isopyrum thalictroides* был неоднократно интродуцирован на выдел «Грабовая дубрава», где в настоящее время спорадически встречается в составе травянистого яруса. Также этот вид распространился на другие залесенные участки и даже был обнаружен за пределами НБС на обочине дороги.

В отдельной группе – виды растений, интродуцированные из природных флор Кавказа, Средней Азии, Западной Сибири и Дальнего Востока, внесенные в красные книги стран и регионов, где они естественно произрастают: *Acer laetum* C. A. Mey., *Allium caeruleum* Pall., *A. ramosum* L., *Celtis australis* L., *Corydalis caucasica* DC., *Cotoneaster lucidus* Schltdl., *Helleborus caucasicus* A. Braun, *Juglans mandshurica* Maxim., *Lonicera tatarica* L., *Petrorhagia saxifrage* (L.) Link, *Primula macrocalyx* Bunge, *Puschkinia scilloides* Adams, *Quercus macranthera* Fisch. & C. A. Mey. ex Hohen и *Vitis amurensis* Rupr. [14]. Большинство этих видов были интродуцированы в состав культурфитоценозов на ботанико-географических участках, где их первичные популяции стали основой для дальнейшей экспансии на другие участки ботанического сада и за его пределы (например, *Celtis australis* и *Corydalis caucasica*). Спонтанные популяции этих растений имеют различные пространственную и возрастную структуры, а также численность особей. Отличаются они и ролью в составе спонтанного растительного покрова. Например, кавказские виды *Acer laetum*, *Helleborus caucasicus* и *Quercus macranthera* сформировали на участке «Кавказ» стойкие среднечисленные интродукционные популяции, но только отдельные их особи семенного происхождения встречаются на других участках. Такие виды пребывают на ранней стадии формирования спонтанных популяций за пределами участков первичной культуры. В то же время такие эфемероиды кавказского происхождения, как *Corydalis caucasica* и *Puschkinia scilloides*, в большом количестве распространились на несколько участков ботанического сада, прочно войдя в состав ранневесенней синузии спонтанной растительности.

Таким образом, в спонтанную флору НБС входят 5 видов из Красной книги Украины, в том числе единственный аборигенный – *Epipactis helleborine*, и 10 аборигенных регионально редких видов. Эти виды являются наиболее соэкологически ценными в данной флоре НБС. В целом большинство из рассмотренных видов имеют преимущественно устойчивые и высокие фитоценотические позиции в занимаемых ими экологических нишах в составе аборигенной и вторичной растительности. Их популяции мало- или среднечисленные, преимущественно полночленные и относятся к нормальному типу. Большинство аборигенных редких видов являются лесными, что достаточно закономерно, так как именно лесная растительность преобладала в прошлом на современной территории ботанического сада. Среди эргазофитов наиболее склонными к экспансии за пределы участков первичной интродукции являются виды с вы-

сокими показателями генеративной продуктивности в условиях *ex situ* и экологически приспособленные к произрастанию в типичных лесных, остепненно-луговых и синантропных растительных сообществах НБС. Популяции эргазиофитов часто относятся к молодому типу, так как эти виды пребывают на стадии экспансии за пределы культуры и в большинстве образуют обильное семенное потомство.

Все вышеперечисленные виды растений включены нами в состав спонтанной флоры на основании мониторинга территории НБС в течение последнего десятилетия. Со временем она может пополниться новыми эргазиофитами, в том числе и редкими. В настоящее время несколько десятков интродуцированных редких видов сформировали средне- и многочисленные интродукционные популяции на ботанико-географических участках и имеют склонность к дальнейшей экспансии. Среди таких видов интересна группа эфемероидов. Например, *Crocus angustifolius* Weston благодаря обильному самосеву сформировал интродукционную популяцию с высокой плотностью на участке «Редкие и исчезающие растения» и в большом количестве распространился на соседний газон за границей участка; *C. speciosus* M. Bieb. сформировал среднечисленную популяцию на участке «Крым», а несколько его особей семенного происхождения были зафиксированы на некотором удалении – на участке «Кавказ»; *Galanthus woronowii* Losinsk. обильно разросся на лесных выделах участка «Кавказ», и часть его особей распространилась на соседний участок «Средняя Азия». При сохранении подобной тенденции и обнаружении новых популяционных локусов таких видов их необходимо будет рассматривать в составе спонтанной флоры ботанического сада.

Следует упомянуть и редкие аборигенные виды растений, зафиксированные на территории НБС до или на ранних этапах его создания, но впоследствии исчезнувшие. Занесенный в Красную книгу Украины *Stipa capillata* был отмечен на одном из склонов возле Выдубицкого монастыря [9]. В настоящее время часть ботанического сада, где предположительно было найдено это гранично-ареальное местонахождение, занята насаждениями древесных растений. Попытки сформировать интродукционную популяцию *S. capillata* производятся на участке «Степи Украины» [10]. Редкий реликтовый вид *Equisetum telmateia* многими флористами в 1917–1945 гг. неоднократно отмечался в нижней части приднепровских склонов между Выдубицким монастырем и железнодорожной станцией Выдубичи (материалы гербария Института ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины, KW), но в связи с застройкой этих склонов популяция вида исчезла [8]. Еще один регионально редкий вид – *Scorzonera humilis* L. был отмечен на территории ботанического сада в середине прошлого века [24], но повторных его находок с тех пор не было. Факты исчезновения или значительного сокращения аборигенных популяций редких видов растений известны и для других ботанических учреждений, на территории которых сохранились участки с естественным растительным покровом, например в ДП «Софиевка» и ДП «Александрия» [5–7].

По литературным источникам можно провести частичное сравнение раритетной фракции НБС с таковыми некоторых других ботанических учреждений Украины – центров интродукции. Для спонтанной флоры ДП «Софиевка» указываются 12 видов из Красной книги Украины. Среди них 5 местных видов были приведены для территории дендропарка в прошлом и являются исчезнувшими, но сохранились популяции по крайней мере 2 видов (*Scopolia carniolica* Jacq. и *Tulipa biebersteiniana*), которые авторы склонны рассматривать как аборигенные [5]. Для ДП «Александрия» упоминаются 6 аборигенных видов растений и не менее 3 эргазиофитов из Красной книги Украины [3; 5; 7]. Для спонтанной флоры Национального ботанического сада имени А. В. Фомина приведены 4 вида из Красной книги Украины и еще несколько указывались в прошлом [2]. Все они относятся к эргазиофитам, хотя, судя по приводимым характеристикам, условия их местообитаний далеко не всегда соответствуют полноценному «выходу из культуры». В спонтанной флоре дендрариев Ботанического сада Одесского государственного университета обнаружены 6 видов из Красной книги Украины и несколько регионально редких [4]. Таким образом, раритетная фракция спонтанной флоры НБС сравнима с таковыми других ботанических учреждений Украины, хотя по отношению к общему числу видов является относительно небольшой. Это можно объяснить применявшимися нами жесткими критериями по ограничению объема спонтанной флоры (многие редкие виды растений, сформировавшие среднечисленные и большие интродукционные популяции в структуре культурфитоценозов на ботанико-географических участках, не рассматривались в составе спонтанной флоры) и сильной антропогенной нагрузкой на экосистемы ботанического сада, из-за которой многие редкие виды растений не способны сформировать полноценные популяции за пределами участков культивирования.

Заключение

Таким образом, впервые обобщены сведения о редких видах спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н. Н. Гришко НАН Украины. В их число входит сравнительно много охраняемых видов растений, которые по созологической ценности и географическому происхождению условно разделены на четыре группы: 5 – из Красной книги Украины (в том числе 1 аборигенный и 4 эргазиофита); 10 – аборигенных регионально редких; 12 эргазиофитов, охраняемых на региональном уровне

в различных областях Украины, откуда были интродуцированы; 14 эргазиофитов, охраняемых в красных книгах стран и регионов умеренного пояса Евразии, откуда были интродуцированы, – всего 41 вид. Наиболее созологически ценные в составе спонтанной флоры НБС – растения из первых двух групп. Большинство из них являются видами лесного флорокомплекса и имеют преимущественно устойчивые фитоценоотические позиции в растительном покрове ботанического сада, их популяции мало- или среднечисленные, нормального типа. Среди видов из Красной книги популяции *Epipactis helleborine*, *Taxus baccata* и *Tulipa biebersteiniana* по структуре и условиям местообитания близки к таковым в пределах природных ареалов. В то же время структура популяций и условия произрастания *Allium ursinum* и *Muscari botryoides* в НБС отличаются от таковых в природных местообитаниях этих видов. Среди охраняемых эргазиофитов преобладают виды лесного и лугового флорокомплексов, что соответствует фитоценоотическим условиям на территории НБС. Популяции эргазиофитов часто относятся к молодому типу. По количеству видов из Красной книги Украины спонтанная флора НБС сравнима с таковой других ботанических учреждений – центров интродукции в Украине.

Кроме редких видов растений, входящих в состав спонтанной флоры ботанического сада в настоящее время, известно об исчезновении не менее 3 аборигенных популяций редких видов. Также на сегодняшний день в НБС несколько десятков охраняемых интродуцентов пребывают на стадии выхода за пределы участков культивирования, и со временем они могут пополнить состав спонтанной флоры ботанического сада.

В целом наличие спонтанных популяций редких видов на территории ботанического сада за пределами коллекционных участков является интересным ботаническим фактом и, в свою очередь, проявлением такого уровня сохранения *ex situ*, который не может быть обеспечен хозяйственными мероприятиями – формированием интродукционных популяций и географических культур. Спонтанные популяции редких видов растений в ботаническом саду – важный объект для изучения их адаптационного и инвазионного потенциала и проведения сравнительно-популяционных исследований в условиях *ex situ*.

Библиографические ссылки

1. Мельник В.И. Редкие виды флоры равнинных лесов Украины. Киев: Фитосоцицентр; 2000. 212 с.
2. Соломаха ВА, редактор. Ботанічний сад ім. О. В. Фоміна. Каталог рослин. Київ: Фітосоціцентр; 2007. 320 с.
3. Галкін СІ, Дойко НМ. Адвентивна фракція трав'янистої рослинності дендропарку «Олександрія» НАН України. *Інтродукція рослин*. 2012;1:94–104.
4. Деревинская ТИ, Попова ЕН, Новицкая НС. Анализ травянистой флоры дендрариев ботсада Одесского госуниверситета. В: *Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. Матеріали конференції; 3–5 вересня 1998 р.; Донецьк, Україна*. Донецьк: Мультипрес; 1998. с. 24–30.
5. Косенко ІС, Куземко АА, Діденко ІП, Пономаренко ГМ. Еколого-ценотичні особливості рідкісних видів спонтанної флори Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. *Інтродукція рослин*. 2014;4:22–30.
6. Куземко АА, Сидорук ТМ, Діденко ІП, Швець ТА, Бойко ІВ. Спонтанна флора Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2011;7:25–36.
7. Калашнікова ЛВ. Стан та структура популяцій рідкісних та зникаючих видів рослин у квазіприродних екосистемах дендропарку «Олександрія» НАН України. В: *Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронної стратегії. Матеріали конференції; 16–20 травня 2016 р.; Київ, Україна*. Київ: А. В. Паливода; 2016. с. 207–210.
8. Зеров ДК. *Equisetum majus* Gars. і *E. variegatum* Schleich. в околицях Києва. *Український ботанічний журнал*. 1963; 20(6):74–80.
9. Клепов Ю. Залишки степової рослинності на Київській височині. *Журнал біоботанічного циклу ВУАН*. 1933;5–6:135–155.
10. Гриценко ВВ. Рідкісні види рослин у степовому культурфітоценозі: систематичний склад, созологічна характеристика, історичні аспекти інтродукції та сучасний стан. *Інтродукція рослин*. 2012;2:13–21.
11. Гриценко ВВ. Інтродукційні популяції рослин у лучно-степових культурфітоценозах. *Інтродукція рослин*. 2005;1:17–22.
12. Діденко СЯ. Оцінка успішності інтродукції видів кавказької флори в умовах Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2016;4:14–21.
13. Дидука ЯП, редактор. Червона книга України. Рослинний світ. Киев: Глобалконсалтинг; 2009. 900 с.
14. Красные книги [Интернет]. [Процитировано 4 января 2018]. URL: <http://www.plantarium.ru/page/redbooks.html>.
15. Уранов АА, Смирнова ОВ. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 1969;74(2):119–134.
16. Missouri Botanical Garden and Royal Botanic Gardens. The Plant List [Internet]. [Cited 2013 September 15]. Available from: <http://www.theplantlist.org>.
17. Кохно НА, редактор. Каталог растений Центрального ботанического сада им. Н. Н. Гришко. Киев: Наукова думка; 1997. 437 с.
18. Свистун ОВ. Порівняльна характеристика природних та інтродукційних популяцій *Allium ursinum* L. і *Tulipa quercetorum* Klok. et Zoz. *Інтродукція рослин*. 2000;1:52–54.
19. Тимченко ІА. Структура популяцій видів роду *Epipactis* Zinn (*Orchidaceae*) і тенденції її зміни під антропогенним впливом. *Український ботанічний журнал*. 1996;53(6):690–695.
20. Парникоза ІЮ, Шевченко МС. Состояние популяций *Epipactis helleborine* (L.) Crantz. и *Dactylorhiza incarnate* (L.) Soó в Киевской области Украины. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. Выпуск 4*. 2007;8(36):59–62.

21. Пачоский Й. *Очерки флоры окрестностей г. Умани Киевской губернии*. Киев: Типография Кушнерова И. Н. и Ко; 1887. 67 с.
22. Шиндер ОІ, Рак ОО. Інтродукційна популяція *Taxus baccata* L. у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2017;2:17–25.
23. Бойко НС. *Рід тис (Taxus L.) в Правобережному Лісостепу України: інтродукція, біолого-екологічні особливості, використання* [автореферат дисертації]. Київ: [б. в.]; 2014. 20 с.
24. Катіна ЗФ. *Scorzonera humilis* L. В: *Флора УРСР*: в 12 томах. Том 12. Київ: АН УРСР; 1965. с. 253–254.

References

1. Melnyk VI. *Redkie vidy flory ravninnykh lesov Ukrainy* [Rare species of the flora of plain forests of Ukraine]. Kyiv: Fitosotsentr; 2000. 212 p. Russian.
2. Solomakha VA, editor. *Botanichnyy sad im. O. V. Fomina. Katalog roslyn* [O. V. Fomin Botanical Garden. Catalog of plants]. Kyiv: Fitosociocentr; 2007. 320 p. Ukrainian.
3. Galkin SI, Doyko NM. Adventive fraction of herbaceous vegetation of Dendrological Park «Olexandria» of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*. 2012;1:94–104. Ukrainian.
4. Derevinskaya TI, Popova EN, Novitskaya NS. [Analysis of the herbaceous flora of the arboretum of the Botanical Garden of the Odessa State University]. In: *Promyslova botanika: stan ta perspektivy rozvytku. Materialy konferencii*; 3–5 veresnja 1998 r.; Donec'k, Ukrayna [Industrial botany: the state and prospects of development. Proceedings of the conference; 1998 September 3–5; Donetsk, Ukraine. Donetsk: Mul'typress; 1998. p. 24–30. Russian.
5. Kosenko IS, Kuzemko AA, Didenko IP, Ponomarenko HM. Ecological and coenotic peculiarities of the rare species of spontaneous flora of the National Dendrological park «Softyivka» of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*. 2014;4:22–30. Ukrainian.
6. Kuzemko AA, Sydoruk TM, Didenko IP, Shvets TA, Boyko IV. Spontaneous flora of the National Dendrological park «Softyivka» of the NAS of Ukraine. *Avtohtonni ta introdukovani roslyny* [Autochthonous and introduced plants]. 2011;7:25–36. Ukrainian.
7. Kalashnikova LV. [State and structure of the populations of rare and endangered plant species in the quasitonal ecosystems of Dendrological Park «Olexandria» of the NAS of Ukraine]. In: *Ridkisi roslyny i gryby Ukrai'ny ta pryleglyh terytorij: realizacija pryrodohoronnoi strategii*. Materialy konferencii; 16–20 travnja 2016 r.; Kyi'v, Ukrayna. Kyiv: A. V. Palyvoda; 2016. p. 207–210 [Rare Plants and Fungi of Ukraine and Adjacent Areas: Implementing Conservation Strategies]. Proceedings of the conference; 2016 May 16–20; Kyiv, Ukraine. Kyiv: A. V. Palyvoda; 2016. p. 207–210. Ukrainian.
8. Zerov DK. [*Equisetum majus* Gars. and *E. variegatum* Schleich. in the vicinity of Kyiv]. *Ukrai'ns'kyj botanichnyy zhurnal* [Ukrainian Botanical Journal]. 1963;20(6):74–80. Ukrainian.
9. Kleopov Yu. [The remains of steppe vegetation on the Kyiv Upland]. *Zhurnal biobotanichnogo cyklu VUAN* [Journal of the Biological-Botanical Cycle of the Ukrainian AS]. 1933;5–6:135–155. Ukrainian.
10. Gritsenko VV. Rare species of plants in steppe culturophytocoenose: the systematic composition, zoological characteristic, the historical aspects of the introduction, the contemporary state. *Plant Introduction*. 2012;2:13–21. Ukrainian.
11. Gritsenko VV. Introductory populations of plants in the meadow steppes of culturophytocoenoses. *Plant Introduction*. 2005;1:17–22. Ukrainian.
12. Didenko SJA. Evaluation of introduction of Caucasian flora species in conditions of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*. 2016;4:14–21. Ukrainian.
13. Didukh YaP, editor. *Chervona knyha Ukrai'ny. Roslynniy svit* [Red Book of Ukraine. Plants]. Kyiv: Globalkonsalting; 2009. 900 p. Ukrainian.
14. Krasnye knigi [The Red Books] [Internet]. [Cited 2018 January 4]. Available from: <http://www.plantarium.ru/page/redbooks.html>. Russian.
15. Uranov AA, Smirnova OV. [Classification and main features of the development of populations of perennial plants]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii*. 1969;74(2):119–134. Russian.
16. Missouri Botanical Garden and Royal Botanic Gardens. The Plant List [Internet]. [Cited 2013 September 15]. Available from: <http://www.theplantlist.org>.
17. Kokhno MA, editor. *Katalog rastenii Tsentral'nogo botanicheskogo sada im. N. N. Grishko* [Catalog of plants of the M. M. Gryshko Central Botanical Garden]. Kyiv: Naukova dumka; 1997. 437 p. Russian.
18. Syvstun OV. Porivnjal'na harakterystyka pryrodnyh ta introdukciynnyh populacij *Allium ursinum* L. i *Tulipa quercetorum* Klok. et Zoz [Comparative characteristics of natural and introductory populations of the *Allium ursinum* L. and *Tulipa quercetorum* Klok. et Zoz]. *Plant Introduction*. 2000;1:52–54. Ukrainian.
19. Tymchenko IA. [Structure of populations of species *Epipactis* Zinn (*Orchidaceae*) and trends of its change under anthropogenic influence]. *Ukrai'ns'kyj botanichnyy zhurnal* [Ukrainian Botanical Journal]. 1996;53(6):690–695. Ukrainian.
20. Parnikoza IYu, Shevchenko MS. Current state of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz. and *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó populations in Kyiv and its vicinities, Ukraine. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya. Vypusk 4* [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology. Issue 4]. 2007;8(36):59–62. Russian.
21. Pachoskiy Y. *Ocherki flory okrestnostei g. Umani Kievskoi gubernii* [Essays on the flora surrounding the city of Uman of the Kiev province]. Kyiv: Tipografiya Kushnerova I. N. i Ko; 1887. 67 p. Russian.
22. Shynder OI, Rak OO. Introduction population of *Taxus baccata* L. in M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*. 2017;2:17–25. Ukrainian.
23. Boyko NS. *Rid tys (Taxus L.) v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ny: introdukcija, biologo-ekologichni osoblyvosti, vykorystannja* [Genus tick (*Taxus* L.) in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: introduction, biological-ecological peculiarities, use] [PhD thesis]. Kyiv: [publisher unknown]; 2014. 20 p. Ukrainian.
24. Katina ZF. *Scorzonera humilis* L. In: *Flora URSR* [Flora URSR]; in 12 volumes. Volume 12. Kyiv: AS URSR; 1965. p. 253–254. Ukrainian.

УДК 592:502.4(476)

ФАУНА ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ

М. Д. МОРОЗ¹⁾, В. М. БАЙЧОРОВ¹⁾, Ю. Г. ГИГИНЯК¹⁾

¹⁾Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

Изучен видовой состав и численность водных беспозвоночных, обитающих в р. Западный Буг в окрестностях г. Бреста. Обнаружено 70 видов и форм представителей макрозообентосного и плейстонного комплексов, относящихся к 3 типам беспозвоночных животных: Mollusca – 23; Annelida – 4; Arthropoda – 43. Большая численность группировки видов, имеющих реофильные свойства, является важной экологической особенностью исследованных экосистем и, очевидно, указывает в целом на достаточно высокое качество вод в изученных трансграничных водотоках. Среди водных беспозвоночных наибольший интерес представляет находка редких и охраняемых видов – стрекозы *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) и подёнки *Ametropus fragilis* Albarda, 1878. Личинки этих амфибионтных насекомых проявляют реофильные и оксифильные свойства.

Ключевые слова: водотоки; таксономическая структура; редкие виды; охраняемые и инвазивные виды; Беларусь.

THE FAUNA OF AQUATIC INVERTEBRATES OF THE WESTERN BUG RIVER

M. D. MOROZ^a, V. M. BAITCHOROV^a, J. G. GIGINIAK^a

^aThe Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
27 Akademičnaja Street, Minsk 220072, Belarus

Corresponding author: M. D. Moroz (mdmoroz@bk.ru)

The species composition and abundance of aquatic invertebrates in the river the Western Bug River in the vicinity of Brest were studied. 70 species of macrozoobenthos and pleiston complexes belonging to 3 orders of invertebrate animals: Mollusca – 23; Annelida – 4; Arthropoda – 43 species and forms were registered. A large number of groups of species that are rheophilic properties is an important ecological feature of the studied ecosystem and, obviously, specifies the high quality of waters in the studied river. Among the identified aquatic invertebrates of greatest interest is the discovery of rare and protected species – dragonflies *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) and mayflies *Ametropus fragilis* Albarda, 1878. The larvae of these amphibiotic insect species show rheophilic and oxyphilic properties.

Key words: waterways; taxonomical structure; rare species; the protected and invasive species; Belarus.

Образец цитирования:

Мороз МД, Байчоров ВМ, Гигиняк ЮГ. Фауна водных беспозвоночных реки Западный Буг. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология.* 2018;3:72–78.

For citation:

Moroz MD, Baitchorov VM, Giginiaik JG. The fauna of aquatic invertebrates of the Western Bug River. *Journal of the Belarusian State University. Biology.* 2018;3:72–78. Russian.

Авторы:

Михаил Дмитриевич Мороз – кандидат биологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии.

Владимир Мухтарович Байчоров – доктор биологических наук; заведующий сектором кадастра и учета животных.

Юрий Григорьевич Гигиняк – кандидат биологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник сектора кадастра и учета животных.

Authors:

Michail D. Moroz, PhD (biology), docent; leading researcher at the laboratory of hydrobiology.

mdmoroz@bk.ru

Vladimir M. Baitchorov, doctor of science (biology); head of the sector of the inventory and accounting of animals.

vbaitch@gmail.com

Juriyi G. Giginiaik, PhD (biology), docent; leading researcher at the sector of the inventory and accounting of animals.

antarctida_2010@mail.ru

Введение

Речные экосистемы являются важными системообразующими природными комплексами, влияющими на формирование состава и структуры сообществ водных беспозвоночных на территориях, по которым протекают реки. Следует также учитывать, что водотоки служат благоприятными экологическими коридорами, по которым возможен и часто происходит обмен представителями местных фаун, а также проникновение чужеродных видов животных и растений из сопредельных территорий.

В настоящее время базовых данных о видовом составе и численности водных беспозвоночных, обитающих в реках Беларуси, все еще недостаточно. Это в полной мере относится и к р. Западный Буг, что и определило цель наших исследований. Изучалась фауна водных беспозвоночных этой реки в районе г. Бреста (выше по течению, в окрестностях города и ниже по течению).

Западный Буг является трансграничной рекой и протекает по территориям Украины, Беларуси и Польши. Имеет длину 772 км, площадь водозабора 39,4 км². В пределах Беларуси протяженность достигает 154 км, площадь водозабора около 10,4 тыс. км². Среднегодовой расход воды на границе Беларуси с Украиной составляет около 1 м³/с, тогда как при выходе на рубеже республики – 100 м³/с. Средний наклон водной поверхности 0,3 ‰. Река начинается на западных склонах Подольской возвышенности возле д. Верхобуж (Золочевский район Львовской области), впадает в Загжинское водохранилище на р. Наров (Польша). Среднее течение проходит по Брестскому Полесью и Прибугской равнине. Основные притоки в Беларуси: Капаевка, Муховец, Лесная, Пульва [1; 2].

Материал и методы исследования

Сборы, послужившие материалом для данной работы, были проведены в октябре 2016 г. в прибрежной части р. Западный Буг на глубине около 0,5 м. Коллектирование осуществлялось с использованием стандартного гидробиологического сачка (25 × 25 см, 500 мкм). Отбор проб выполнялся согласно европейскому протоколу AQEM и стандарту ISO 7828. На каменистых грунтах и в местах развития макрофитов производилась дополнительная выемка макрофитов, камней, коряг и других предметов с их последующим осмотром и отбором животных. За время исследований собрано и изучено 1006 экземпляров водных беспозвоночных. Поскольку Западный Буг является трансграничной рекой, станции отбора проб располагались в пограничной зоне на территории Беларуси.

Исследования были проведены на следующих станциях реки:

- I – р. Западный Буг (заводь, выше г. Бреста), координаты: 52,0578° с. ш., 23,6546° в. д.;
- II – р. Западный Буг (Варшавский мост), координаты: 52,068497° с. ш., 23,650944° в. д.;
- III – р. Западный Буг (ниже г. Бреста), координаты: 52,0722° с. ш., 23,654547° в. д.

На каждом изученном створе также измерялись физико-химические показатели воды (табл. 1).

Таблица 1

Гидрохимические показатели

Table 1

Hydrochemical indicators

Станция	pH	Содержание анионов и катионов, мг/л											Минерализация, мг/л
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	Na ⁺	K ⁺	
I	8,0	231,88	44,24	54,5	7,4	0,18	0,894	0,05	52,10	26,75	21,3	2,8	442,04
II	6,8	353,92	64,66	15,9	6,2	0,25	1,065	3,88	76,15	29,18	28,6	3,0	582,80
III	7,7	219,67	37,44	14,7	1,4	0,08	0,324	0,37	64,13	14,59	11,2	1,5	365,40

Результаты и их обсуждение

Всего было выявлено 70 видов и форм представителей макрозообентосного и плейстонного комплексов, относящихся к 3 типам беспозвоночных животных: Mollusca – 23; Annelida – 4; Arthropoda – 43 (табл. 2).

Оценивая в общем выявленный видовой состав водных беспозвоночных, можно отметить большую численность у комплекса видов, характерных для так называемых чистых вод (представители отрядов подёнок и ручейников). Их было выявлено 21,4 % от общего количества всех коллектированных видов водных беспозвоночных. Сходная закономерность отмечена нами ранее в р. Березине (территория Березинского биосферного заповедника) и в трансграничных реках между Беларусью и Украиной, а также в р. Западной Двине [3–6].

Таблица 2

Таксономический состав и количество водных беспозвоночных животных,
коллектированных в р. Западный Буг, экз.

Table 2

Taxonomic composition and number
of aquatic invertebrate animals, collected in the Western Bug River

Таксон, вид	Станция отбора проб			Всего
	I	II	III	
Тип Mollusca				
Класс Gastropoda				
Отряд Architaenioglossa				
<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	3	–	–	3
Отряд Neotaenioglossa				
<i>Lithoglyphus naticoides</i> (Pfeiffer, 1828)	1	1	5	7
<i>Marstoniopsis scholtzi</i> (Schmidt, 1856)	–	–	34	34
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	9	9
Отряд Ectobranchia				
<i>Valvata cristata</i> (O. F. Müller, 1774)	–	–	6	6
<i>Valvata piscinalis</i> (O. F. Müller, 1774)	–	–	22	22
Отряд Pulmonata				
<i>Acroloxus lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	3	3
<i>Galba truncatula</i> (Müller, 1774)	96	1	–	97
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	1
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	4	4
<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	19	19
<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	1
<i>Gyraulus albus</i> (Müller, 1774)	–	–	93	93
<i>Gyraulus crista</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	13	13
<i>Planorbarius corneus</i> Müller, 1774	–	–	1	1
<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	5	5
Класс Bivalvia				
Отряд Unionoida				
<i>Unio tumidus</i> (Linnaeus, 1758)	1	–	–	1
Отряд Veneroidea				
<i>Dreissena polymorpha</i> Pallas, 1771	–	–	71	71
<i>Pisidium nitidum</i> Jenyns, 1832	–	–	1	1
<i>Pisidium subtruncatum</i> Malm, 1855	–	–	1	1
<i>Pisidium supinum</i> Schmidt, 1851	1	–	–	1
<i>Pisidium</i> sp.	–	–	5	5
<i>Sphaerium</i> sp.	–	1	–	1
Тип Annelida				
Класс Oligochaeta				
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	–	–	1	1
<i>Oligochaeta</i> gen. spp.	2	12	3	17

Продолжение табл. 2
Continuation table 2

Таксон, вид	Станция отбора проб			Всего
	I	II	III	
Класс Hirudinea				
Отряд Rhynchobdellida				
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	1
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (Linnaeus, 1761)	–	–	1	1
Тип Artropoda				
Класс Arachnida				
Отряд Prostigmata				
<i>Hydrachnidae gen. spp.</i>	–	–	2	2
Отряд Araneae				
<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)	7	2	1	10
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	1
Класс Crustacea				
Отряд Isopoda				
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	31	31
Отряд Arguloida				
<i>Argulus foliaceus</i> Linnaeus, 1758	–	–	2	2
Класс Insecta				
Отряд Collembola				
<i>Podura aquatica</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1	1
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839	4	3	–	7
<i>Isotomurus palustris</i> (O. F. Müller, 1776)	3	–	–	3
<i>Sminthurides aquaticus</i> (Bourlet, 1843)	1	–	–	1
Отряд Ephemeroptera				
<i>Ametropus fragilis</i> Albarda, 1878	2	–	–	2
<i>Heptagenia fuscogrisea</i> (Retzius, 1783)	1	–	–	1
<i>Heptagenia sp.</i>	1	1	–	2
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller, 1776)	–	2	–	2
<i>Cloeon simile</i> Eaton, 1870	–	–	297	297
<i>Baetidae gen. sp.</i>	1	–	–	1
<i>Brachycercus harrisella</i> Curtis, 1834	1	–	–	1
<i>Caenis horaria</i> Linnaeus, 1758	–	–	69	69
Отряд Trichoptera				
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	–	–	2	2
<i>Cyrnus flavidus</i> McLachlan, 1864	–	–	19	19
<i>Oxyethira sp.</i>	–	–	4	4
<i>Limnephilus sp.</i>	9	3	–	12
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836)	–	–	2	2
<i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834	–	–	3	3
<i>Mystacides nigra</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	5	5

Окончание табл. 2
Ending table 2

Таксон, вид	Станция отбора проб			Всего
	I	II	III	
Отряд Odonata				
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	–	–	2	2
<i>Coenagrion puella</i> Linnaeus, 1758	–	–	59	59
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	3	1	–	4
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (Fourcroy, 1785)	1	–	–	1
Отряд Heteroptera				
<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	1
<i>Notonecta glauca</i> (Linnaeus, 1758)	–	2	–	2
<i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758)	1	–	–	1
Отряд Coleoptera				
<i>Haliphus sp.</i>	–	–	2	2
<i>Noterus crassicornis</i> (O. F. Müller, 1776)	–	1	–	1
<i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer, 1774)	–	3	–	3
<i>Rhantus suturalis</i> (MacLeay, 1825)	–	1	–	1
<i>Acilius sulcatus</i> (Linnaeus, 1758)	–	1	–	1
<i>Heterocerus sp.</i>	2	–	–	2
Отряд Diptera				
<i>Chironomidae gen. spp.</i>	–	3	11	14
<i>Culicidae gen. spp.</i>	–	1	–	1
<i>Limoniidae gen. spp.</i>	–	1	1	2
<i>Psychodidae gen. spp.</i>	1	–	–	1
<i>Simuliidae gen. spp.</i>	–	2	–	2
<i>Tabanidae gen. spp.</i>	3	–	4	7
Количество видов	22	22	40	70
Количество экземпляров	145	45	816	1006

При изучении видового разнообразия животных в станциях наиболее богатая фауна наблюдалась ниже по течению г. Бреста – 40 видов и форм водных беспозвоночных. Там же отмечена и наибольшая численность изученных представителей макрозообентосного и плейстонного комплексов – 81,1 % от общего количества коллектированных животных.

Среди выявленных водных беспозвоночных наибольший интерес представляют личинки стрекозы *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) и подёнки *Ametropus fragilis* Albarda, 1878.

Ophiogomphus cecilia (семейство Gomphidae) охраняется в Беларуси и имеет категорию охраны IV (NT) [7]. Этот вид имеет также международную природоохранную значимость, включен в приложение II Бернской конвенции, охраняется в России (в Ленинградской и Псковской областях). Известны единичные находки *O. cecilia* по всей территории Беларуси. Личинки являются типичными реофилами, предпочитающими водоемы с чистой прозрачной водой, с более или менее сильным течением и песчаным дном. Материал: р. Западный Буг (заводь), выше г. Бреста, 25.10.2016 г. – 1 личинка.

Ametropus fragilis (семейство Ametropodidae) является достаточно редким видом водных насекомых не только в Беларуси. До настоящего времени на нашей территории были известны две находки – в р. Неман (д. Селец, Лидский район, Гродненская область) и р. Западной Двине (д. Фролковичи, Бешенковичский район, Витебская область) [8]. Этот вид имеет транспалеарктический ареал, известны единичные находки в Голландии (р. Рейн), Польше (р. Варта), Эстонии (р. Нарва), Болгарии (р. Дунай), спорадически встречается в крупных реках до российского Дальнего Востока. Личинки предпочитают чистые и слабо

загрязненные воды. Вид включен в приложение к Красной книге Республики Беларусь (2004 и 2015 гг.) как требующий дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны, в Красный список Польши – категория охраны EN [9], Чехии – категория охраны CR [10], является уязвимым видом в Австрии [11]. Материал: р. Западный Буг (заводь), выше г. Бреста, 25.10.2016 г. – 2 личинки.

Следует также отметить находку моллюска *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828) – инвазивного вида в Беларуси [12]. Этот моллюск по происхождению – понто-каспийский вид. Материал: р. Западный Буг (заводь), выше г. Бреста, 25.10.2016 г. – 1 экз.; р. Западный Буг (Варшавский мост), 25.10.2016 г. – 1 экз.; р. Западный Буг, ниже г. Бреста – 5 экз.

Заключение

Изучен видовой состав и численность водных беспозвоночных, обитающих в р. Западный Буг в окрестностях г. Бреста. Установлена таксономическая структура и получена базовая фаунистическая информация. Сделан вывод о том, что в исследованных станциях обитает относительно богатая фауна водных беспозвоночных, сходная с таковой в ряде других рек Беларуси.

Всего обнаружено 70 видов и форм представителей макрозообентосного и плейстонного комплексов, относящихся к 3 типам беспозвоночных животных: Mollusca – 23; Annelida – 4; Arthropoda – 43.

Большая численность группировки видов, имеющих реофильные свойства, является важной экологической особенностью изученных экосистем и, очевидно, указывает в целом на достаточно высокое качество вод.

Наибольший интерес представляет находка редких и охраняемых видов водных беспозвоночных – стрекозы *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) и подёнки *Ametropus fragilis* Albarda, 1878. Личинки этих амфибионтных видов насекомых проявляют реофильные и оксифильные свойства.

Библиографические ссылки

1. Дементьева ВА, редактор. *География Беларуси*. Минск: Вышэйшая школа; 1977. 320 с.
2. Дзісько НА, Курловіч ММ, Малашэвіч ЯВ, Самуэль СП, Сачанка БІ, Хаўратовіч ІП і інш., рэдактары. *Блакітная кніга Беларусі*. Мінск: Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі; 1994. 415 с.
3. Moroz M, Pakulnicka I, Lukaszuk A. Fauna pluskwiaków (Heteroptera) i chrząszczy (Coleoptera) cieków wodnych dorzecza rzeki Berezyna w Berezinskim Rezerwacie Biosfery (Bielaruś). *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*. 2004;23(2):247–259.
4. Мороз МД, Чахоровски С, Левандовски К, Бучынски П. Водные насекомые (Insecta: Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera) рек Березинского биосферного заповедника. *Энтомологическое обозрение*. 2006;85(4):749–757.
5. Мороз МД. Водные насекомые реки Западная Двина. *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2012;6:51–56.
6. Мороз МД. Водные насекомые трансграничных водотоков между Белоруссией и Украиной. *Энтомологическое обозрение*. 2013;92(2):303–318.
7. Кочановский ИМ, редактор. *Красная книга Республики Беларусь. Животные*. Минск: Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі; 2015. 320 с.
8. Мороз МД, Липинская ТП. *Каталог поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera) Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2014. 315 с.
9. Kłonowska-Olejnik M. Ephemeroptera Jetki. In: *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*. Krakow: [publisher unknown]; 2002. p. 128–131.
10. Soldan T. Ephemeroptera (jepice). In: Farač J, Král D, Škorpík M, editors. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR; 2005. p. 122–124.
11. Bauernfeind E, Humpesch UH. *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie*. Wien: Verlag des Naturhistorischen Museums; 2001. 240 p.
12. Алехнович АВ и др., составители. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Семенченко ВП, редактор. Минск: Беларуская навука; 2016. 105 с.

References

1. Dementeva VA, editor. *Geografiya Belarusi*. Minsk: Vyshhejskaja shkola; 1977. 320 p. Russian.
2. Dzis'ko NA, Kurlovich MM, Malashjevich JaV, Samujel' SP, Sachanka BI, Hawratovich IP, et al., editors. *Blakitnaja kniga Belarusi*. Minsk: Belaruskaja jencyklapedyja imja P. Browki; 1994. 415 p. Belarusian.
3. Moroz M, Pakulnicka I, Lukaszuk A. Fauna pluskwiaków (Heteroptera) i chrząszczy (Coleoptera) cieków wodnych dorzecza rzeki Berezyna w Berezinskim Rezerwacie Biosfery (Bielaruś). *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*. 2004;23(2):247–259.
4. Moroz MD, Czachorowski S, Lewandowski K, Buczynski P. Aquatic insects (Insecta: Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, and Trichoptera) of the rivers in the Berezinskii Biosphere Reserve. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review]. 2006; 85(4):749–757. Russian.
5. Moroz MD. The Aquatic insects of the Western Dvina River. *Vesnik Vicebskaga dzjarzhawnaga universiteta* [Vestnik of Vitebsk State University]. 2012;6:51–56. Russian.
6. Moroz MD. Aquatic Insects of Cross-Border Water Currents between Belarus and Ukraine. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review]. 2013;92(2):303–318. Russian.

7. Kochanovskii IM, editor. *Krasnaya kniga Respubliki Belarus'. Zhivotnye* [Red Book of Belarus. Animals]. Minsk: Belaruskaja jencyklapedyja imja P. Browki; 2015. 320 p. Russian.
8. Moroz MD, Lipinskaya TP. *Katalog podenok (Ephemeroptera), vesnyanok (Plecoptera) i rucheinikov (Trichoptera) Belarusi* [Catalogue of the mayflies (Ephemeroptera), stoneflies (Plecoptera) and caddisflies (Trichoptera) of Belarus]. Minsk: Belaruskaja navuka; 2014. 315 p. Russian.
9. Kłonowska-Olejniki M. Ephemeroptera Jetki. In: *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*. Krakow: [publisher unknown]; 2002. p. 128–131.
10. Soldan T. Ephemeroptera (jepice). In: Farač J, Král D, Škorpík M, editors. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR; 2005. p. 122–124.
11. Bauernfeind E, Humpesch UH. *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie*. Wien: Verlag des Naturhistorischen Museums; 2001. 240 p.
12. Alekhovich AV, et al., compilers. *Chernaya kniga invazivnykh vidov zhivotnykh Belarusi* [Belarusi Black Book of invasive species of plants and animals]. Semenchenko VP, editor. Minsk: Belaruskaja navuka; 2016. 105 p. Russian.

Статья поступила в редакцию 25.01.2018.
Received by editorial board 25.01.2018.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

SHORT COMMUNICATIONS

УДК 614.8:[615.9:661.744.224]

ВЛИЯНИЕ ДИИЗОННИЛФТАЛАТА НА ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМУ ПОТОМСТВА БЕЛЫХ КРЫС

В. А. ГРЫНЧАК¹⁾

¹⁾Научно-практический центр гигиены, ул. Академическая, 8, 220012, г. Минск, Беларусь

Изучено состояние эндокринной системы самцов потомства белых крыс, подвергнутых воздействию нового пластификатора диизонилфталата в период беременности. Дозы 100 и 1000 мг/кг характеризовались достоверным повышением уровня общего тироксина в 2,3 и 2,0 раза, тиреотропного гормона – в 2,3 и 2,1 раза, снижением концентрации тестостерона в 2,9 и 2,3 раза соответственно. Установленные изменения гормонального профиля у самцов потомства свидетельствуют о развитии тиреотоксикоза и первичной тестикулярной недостаточности с вовлечением в патологический процесс гипофиза и (или) гипоталамуса. В эксперименте установлена максимальная недействующая доза 10 мг/кг диизонилфталата, применение которой у беременных самок не оказывало влияния на гормональный статус потомства в постнатальном периоде развития.

Ключевые слова: диизонилфталат; эндокринная система; гормоны; постнатальное развитие; лабораторные животные.

EFFECT OF DIISONONYL PHTHALATE ON THE ENDOCRINE SYSTEM OF GENERATION OF WHITE RATS

V. A. HRYNCHAK^a

^aScientific Practical Centre of Hygiene, 8 Akademičnaja Street, Minsk 220012, Belarus

We studied the state of the endocrine system of males of the offspring of white rats subjected to the action of the new plasticizer diisononyl phthalate during pregnancy. The effect of doses of 100 and 1000 mg/kg was characterized by a staggering increase in total thyroxine levels by 2.3 and 2.0 times, thyroid stimulating hormone by 2.3 and 2.1 times, a decrease

Образец цитирования:

Грынчак ВА. Влияние диизонилфталата на эндокринную систему потомства белых крыс. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;3:79–84.

For citation:

Hrynychak VA. Effect of diisononyl phthalate on the endocrine system of generation of white rats. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:79–84. Russian.

Автор:

Виталий Александрович Грынчак – младший научный сотрудник лаборатории профилактической и экологической токсикологии.

Author:

Vitali A. Hrynychak, junior researcher of the laboratory of preventive and ecological toxicology.
grinchakva@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4119-1793

in testosterone concentration of 2.9 and 2.3 times, respectively. The established changes in the hormonal profile indicate the development of thyrotoxicosis and primary testicular insufficiency in male descendants involving the pathological process of the pituitary and (or) hypothalamus. In the experiment, the most inactive dose was 10 mg/kg of diisononyl phthalate, the effect of which on pregnant females had no effect on the hormonal status of offspring in the postnatal period of development.

Key words: diisononyl phthalate; DINP; phthalate; reproductive toxicity; hormones; testosterone.

Введение

В настоящее время широкое применение для производства изделий на полимерной основе находит новое соединение – диизононилфталат (ДИНФ), химические свойства которого позволяют отказаться от существующих пластификаторов – дибутилфталата и диоктилфталата.

По данным Всемирной организации здравоохранения, фталаты оказывают негативное воздействие на эндокринную и нервную системы, обладают способностью индуцировать ряд отдаленных эффектов, включая канцерогенные [1]. Соединения с такими свойствами присутствуют в составе упаковки для пищевых продуктов, в бытовой технике, изделиях медицинского назначения, игрушках для детей и т. д.

Токсичность фталатов для человека и среды его обитания в целом изучена хорошо. Законодательно установлены допустимые уровни миграции в водную и воздушную среды диметилфталата, диэтилфталата, диметилтерефталата, диоктилфталата и дибутилфталата [2]. В то же время отсутствуют требования гигиенической безопасности к продукции, содержащей ДИНФ, что не дает оснований считать ее надежной для потребителя.

Чтобы обеспечить безопасное обращение изделий на полимерной основе, следует провести токсиколого-гигиеническую оценку с обоснованием гигиенического регламентирования ДИНФ. Анализ литературы показывает, что сведения о биологических свойствах данного соединения представлены эпизодично, практически отсутствуют данные об уровне его токсичности и опасности, не выявлены закономерности токсикодинамики, нет описаний механизмов негативного действия [1]. Поэтому необходимо установить лимитирующие показатели вредности и допустимые уровни миграции ДИНФ из полимерной продукции.

Одним из компонентов оценки риска воздействия вредного химического фактора на здоровье человека является идентификация опасности репродуктивной токсичности в опытах на целостном организме теплокровных животных [3; 4]. На первоначальном этапе изучения репродуктивной токсичности нами показано, что внутрижелудочное введение ДИНФ самкам на протяжении периода беременности характеризуется увеличением общей постимплантационной, эмбриональной и постнатальной смертности, а также инициирует формирование внешних и внутренних пороков (в том числе и сочетанных) развития эмбрионов, таких как микрофтальмия, анэнцефалия, гидроцефалия, акrania, микрогнатия, гипоплазия легкого, отсутствие межжелудочковой перегородки, эквентрация кишечника и (или) печени [5].

Для выявления механизмов вредного действия нового пластификатора требуется изучить состояние эндокринной системы (гормонального статуса) потомства белых крыс, подвергнутых затравке ДИНФ в период беременности, что и явилось целью настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

Объект исследования ДИНФ – сложный эфир фталевой кислоты, представляющий собой прозрачную бесцветную маслянистую жидкость, без запаха, практически нерастворимую в воде; регистрационный номер CAS: 28553-12-0, эмпирическая формула $C_{26}H_{42}O_4$, молекулярный вес 418,62 г/моль, плотность 0,97 г/см³.

Эксперимент проводили на 50 рандомбредных половозрелых крысах-самках с массой тела 160–180 г. При постановке исследования обращали внимание на полноценность пищевого рациона и тщательность ухода за животными, так как каждый из этих факторов сам по себе может оказать влияние на состояние эмбрионального и постнатального развития потомства.

При отборе крыс-самок руководствовались наличием у них нормального эстрального цикла, включающего все 4 стадии общей продолжительностью 4–6 дней и характеризующегося ритмичностью. При наличии фазы эструса проводили спаривание самок с самцами (в вечернее время). Самок подсаживали к одной и той же группе самцов в соотношении 2 : 1 [6].

Первый день беременности устанавливали на основании обнаружения сперматозоидов в вагинальном мазке нормально циклирующих самок. Схема эксперимента предусматривала многократное внутрижелудочное введение ДИНФ на протяжении 20 дней беременности самкам крыс, распределенным по

10 особей в 5 подопытных группах. Группе I (контрольная) вводили дистиллированную воду в объеме 2 мл, опытные группы получали ДИНФ в дозах: II – 10 мг/кг массы тела, III – 100 мг/кг, IV – 1000 мг/кг, V – 10 000 мг/кг.

Самки в каждой группе на 22-й день беременности приносили помет. По достижении потомством трехмесячного возраста самцов умерщвляли методом мгновенной декапитации. Для характеристики функционального состояния организма подопытных животных определяли уровни гормонов в сыворотке крови самцов потомства – тиреотропного гормона, общего тироксина, свободного тироксина, свободного трийодтиронина, тиреоглобулина, кортизола, дегидроэпиандростерона-сульфата, 17-ОН-прогестерона, прогестерона, тестостерона, эстрадиола, лютеотропного и фолликулостимулирующего гормонов. Изучение проводили методом твердофазного иммуноферментного анализа с применением наборов фирмы ХЕМА (Россия) на автоматическом фотометре для микропланшетов ELX808 BioTek Instruments Inc. (США).

Обращение с животными соответствовало международным требованиям [7].

Результаты исследований обрабатывали общепринятыми статистическими методами. При оценке различий между группами использовали параметрический *t*-критерий Стьюдента. Количественные параметры представлены в виде среднего значения *M* и 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На протяжении эксперимента регистрировали случаи гибели крысят в группе V, а к окончанию опыта уровень постнатальной смертности потомства самок белых крыс, получавших ДИНФ в дозе 10 000 мг/кг, превысил контрольный на 22,7 % ($p < 0,05$) [5] – в связи с этим изучение гормонального статуса животных данной группы не проводили.

Воздействие ДИНФ в дозах 100 и 1000 мг/кг на протяжении беременности белых крыс вызывало у самцов их потомства достоверное повышение уровней общего тироксина в 2,3 и 2,0 раза, тиреотропного гормона – в 2,3 и 2,1 раза, снижение концентрации тестостерона – в 2,9 и 2,3 раза (соответственно группы III и IV) по сравнению с контролем. В диапазоне изученных доз ДИНФ не оказывал влияния на уровни свободного трийодтиронина и свободного тироксина, кортизола, дегидроэпиандростерона-сульфата, 17-ОН-прогестерона, прогестерона, эстрадиола, лютеотропного и фолликулостимулирующего гормонов, тиреоглобулина у животных в постнатальном периоде. Доза 10 мг/кг ДИНФ не приводила к сдвигам гормонального статуса самцов потомства группы II и в условиях данного эксперимента является максимальной недействующей (см. таблицу).

Показатели гормонального статуса потомства (самцов) крыс
при внутрижелудочном введении ДИНФ беременным самкам, *M* (95 % ДИ)
Indicators of the hormonal status of the offspring (males)
of rats with intragastric injection of DINP to pregnant females, *M* (95 % CI)

Показатели	Группа сравнения, уровень воздействия ДИНФ			
	I, контроль	II, 10 мг/кг	III, 100 мг/кг	IV, 1000 мг/кг
Свободный трийодтиронин, пмоль/л	6,69 (6,02–7,36)	6,44 (5,80–7,07)	6,43 (6,12–6,73)	6,20 (5,66–6,74)
Свободный тироксин, пмоль/л	13,8 (10,3–17,3)	13,8 (9,5–18,2)	20,1 (11,1–29,1)	12,2 (8,2–16,2)
Общий тироксин, нмоль/л	24,9 (10,2–39,6)	24,4 (13,7–35,0)	56,5 (40,3–72,7)*	50,3 (28,3–72,2)*
Тиреотропный гормон, мМЕ/л	1,06 (0,82–1,29)	1,06 (0,91–1,22)	2,49 (0,94–4,04)*	2,20 (0,99–3,41)*
Тиреоглобулин, нг/мл	57,3 (31,1–83,4)	67,3 (26,2–108,3)	71,8 (31,8–111,7)	82,4 (27,6–137,1)
Кортизол, нмоль/л	32,9 (18,5–47,3)	30,4 (17,5–43,2)	23,7 (9,2–38,1)	27,5 (10,4–44,6)
Дегидроэпиандростерон-сульфат, мкг/мл	0,040 (0,026–0,063)	0,036 (0,027–0,046)	0,029 (0,020–0,038)	0,029 (0,021–0,038)

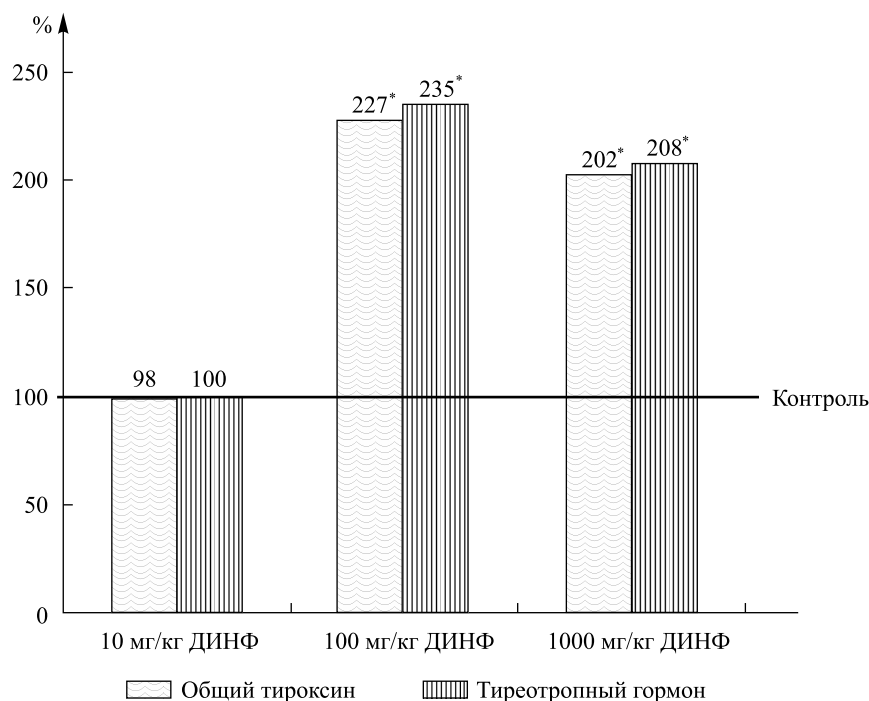
Окончание таблицы

Ending table

Показатели	Группа сравнения, уровень воздействия ДИНФ			
	I, контроль	II, 10 мг/кг	III, 100 мг/кг	IV, 1000 мг/кг
17-ОН-прогестерон, нмоль/л	0,48 (0,22–0,73)	0,53 (0,29–0,76)	0,28 (0,06–0,49)	0,46 (0,28–0,65)
Прогестерон, нмоль/л	25,4 (18,1–32,7)	18,4 (11,6–25,2)	23,3 (14,6–32,0)	19,1 (12,9–25,3)
Тестостерон, нмоль/л	23,3 (16,5–30,1)	22,3 (16,7–27,8)	7,9 (3,6–12,2)*	10,2 (5,9–14,4)*
Эстрадиол, нмоль/л	0,22 (0,20–0,24)	0,22 (0,20–0,24)	0,22 (0,17–0,26)	0,23 (0,20–0,26)
Лютеотропный гормон, МЕ/л	0,16 (0,04–0,28)	0,19 (0,09–0,28)	0,26 (0,07–0,45)	0,31 (0,05–0,58)
Фолликулостимулирующий гормон, МЕ/л	0,45 (0,04–0,86)	0,38 (0,08–0,67)	0,65 (0,18–1,12)	0,84 (0,30–1,38)

*Различия статистически достоверны, $p < 0,05$.

Как следует из приведенных данных, у животных в постнатальном периоде развития изучаемый фталат вызывает гиперфункцию щитовидной железы вторичного характера с локализацией патологического процесса в звене управления: гипофизе и (или) гипоталамусе. На это прежде всего указывает увеличение уровня тиреотропного гормона на 135 и 108 % с одновременным повышением количества общего тироксина на 127 и 102 % для доз 100 и 1000 мг/кг ДИНФ соответственно (рис. 1). Эти гормональные сдвиги свидетельствуют о развитии тиреотоксикоза [8], вызванного повреждающим действием ДИНФ в период эмбриогенеза.



*Различия статистически достоверны, $p < 0,05$.

Рис. 1. Уровень общего тироксина и тиреотропного гормона в сыворотке крови у потомства (самцов) белых крыс при внутрижелудочном введении ДИНФ беременным самкам

Fig. 1. Level of total thyroxine and thyroid-stimulating hormone in blood serum in offspring (males) of white rats with intragastric injection of DINP to pregnant females

Важной особенностью токсического действия ДИНФ является его антиандрогенная активность, которая проявляется у самцов потомства снижением уровня тестостерона на 66 и 56 % при воздействии доз 100 и 1000 мг/кг соответственно. С учетом тенденции к увеличению продукции гонадотропинов (лютеотропного и фолликулостимулирующего гормонов) при воздействии указанных доз ДИНФ (рис. 2) такие нарушения в системе гипоталамус – гипофиз – половые железы указывают на наличие первичной тестикулярной недостаточности [8].

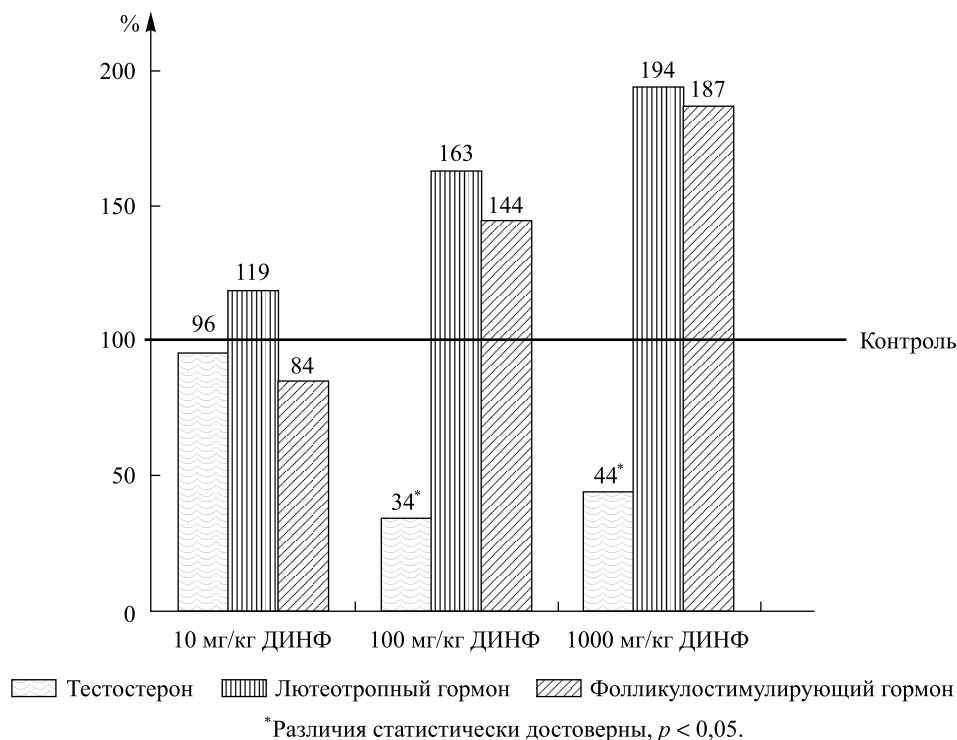


Рис. 2. Уровень тестостерона, лютеотропного и фолликулостимулирующего гормонов в сыворотке крови у потомства (самцов) белых крыс при внутрижелудочном введении ДИНФ беременным самкам

Fig. 2. Level of testosterone, luteotropic and follicle-stimulating hormones in blood serum in offspring (males) of white rats with intragastric injection of DINP to pregnant females

Таким образом, изучение гормонального статуса потомства белых крыс выявило сдвиги постнатального развития, вызываемые воздействием ДИНФ в период беременности, которые проявляются нарушением функции эндокринной системы: щитовидной и половых желез, затрагивая систему обратной регуляции головной мозг – эндокринная железа. Изменение функционирования структур головного мозга у потомства может быть связано с наличием тератогенных эффектов изучаемого соединения – анэнцефалией, гидроцефалией, акранией, зарегистрированных в период эмбриогенеза [5].

Заключение

На этапе изучения репродуктивной токсичности нового пластификатора ДИНФ получены сведения, подтверждающие его способность оказывать неблагоприятное влияние на эндокринную систему потомства белых крыс, подвергавшихся воздействию данного вещества в период беременности. Изменения гормонального профиля свидетельствуют о развитии тиреотоксикоза и первичной тестикулярной недостаточности у самцов потомства с вовлечением в патологический процесс гипофиза и (или) гипоталамуса. В эксперименте установлена максимальная недействующая доза 10 мг/кг ДИНФ, воздействие которой на беременных самок не оказывало влияния на гормональный статус потомства в постнатальном периоде развития.

Библиографические ссылки

1. Грынчак ВА, Сычик СИ. Актуальные проблемы безопасного обращения диизонил фталата. Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2016; 11(2):36–46.
2. Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике. В: Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утверждены решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299. Глава II, раздел 18. С. 1141–1259.

3. Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-based Exposure limits. *World Health Organization. IPCS Environmental Health Criteria 170* [Internet]. [Cited 2018 January 4];1994:75. Available from: <http://www.who.int/iris/handle/10665/40675>.
4. *Guidelines for Reproductive Toxicity Risk Assessment*. United States Environmental Protection Agency; September 1996. p. 163.
5. Грынчак ВА, Сычик СИ, Власенко ЕК, Ильюкова ИИ, Рябцева СН. Изучение эмбриотоксического и тератогенного действия диизононилфталата. *Токсикологический вестник*. 2017;5:22–27.
6. Белецкая ЭН, Онул НМ. Влияние цинка на репродуктивную функцию экспериментальных животных. *Микроэлементы в медицине*. 2014;15(2):22–28.
7. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Washington: National academies press; 1996. 128 p.
8. Камышников ВС. *Лабораторная диагностика внутренних и хирургических болезней*. Минск: Адукацыя і выхаванне; 2012.

References

1. Hrynchak VA, Sychik SI. [Actual problems of safe handling of diisononyl phthalate]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy funktsionirovaniya biosistem* [Proceedings of the Belarusian State University. Physiological, biochemical and molecular basis of functioning of biosystems]. 2016;11(2):36–46. Russian.
2. [Requirements for medical devices and medical equipment: approved]. In: *Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-epidemiologicheskemu nadzoru (kontrolyu): utverzhdeny resheniem Komisii Tamozhennogo soyuza ot 28 maya 2010 g. № 299* [Uniform sanitary and epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary and epidemiological surveillance (control): approved by the Decision of the Commission of the Customs Union of 28 May 2010 No. 299]. Chapter II, section 18. p. 1141–1259. Russian.
3. Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-based Exposure limits. *World Health Organization. IPCS Environmental Health Criteria 170* [Internet]. [Cited 2018 January 4];1994:75. Available from: <http://www.who.int/iris/handle/10665/40675>.
4. *Guidelines for Reproductive Toxicity Risk Assessment*. United States Environmental Protection Agency; September 1996. p. 163.
5. Hrynchak VA, Sychik SI, Vlasenko EK, Ilyukova II, Ryabtseva SN. Study of embryotoxic and teratogenic action of diisononyl phthalate. *Toxicological Review*. 2017;5:22–27. Russian.
6. Beletskaya EN, Onul NM. Zinc influence on reproductive function of experimental animals. *Trace elements in medicine*. 2014;15(2):22–28. Russian.
7. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Washington: National academies press; 1996. 128 p.
8. Kamyshnikov VS. *Laboratornaya diagnostika vnutrennikh i khirurgicheskikh boleznei* [Laboratory diagnostics of internal and surgical diseases]. Minsk: Adukacyja i vyhavanne; 2012. Russian.

Статья поступила в редакцию 29.03.2018.
Received by editorial board 29.03.2018.

УДК 595.771(476)

ПЕРВАЯ НАХОДКА *DASINEURA GLEDITCHIAE* (OSTEN SACKEN, 1866) В БЕЛАРУСИ

О. В. СИНЧУК¹⁾, А. П. КОЛБАС²⁾

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

²⁾Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,
бульвар Космонавтов, 21, 224016, г. Брест, Беларусь

Приведены сведения о первой находке в Беларуси чужеродного вида – галлицы листовой гледичиевой. *Dasineura gleditchiae* (Diptera: Cecidomyiidae) – вредитель *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae), происходящей из Северной Америки. Вероятнее всего, проникновение вида произошло с зараженным посадочным материалом.

Ключевые слова: чужеродный вид; галлица листовая гледичиевая; Брест; гледичия трехколючковая.

FIRST RECORD OF *DASINEURA GLEDITCHIAE* (OSTEN SACKEN, 1866) IN BELARUS

A. V. SINCHUK^a, A. P. KOLBAS^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bBrest State A. S. Pushkin University, 21 Kasmanauŭtaŭ Boulevard, Brest 224016, Belarus

Corresponding author: A. V. Sinchuk (aleh.sinchuk@gmail.com)

The information given on the first record of alien species is honeylocust podgall midge in Belarus. *Dasineura gleditchiae* (Diptera: Cecidomyiidae) is a pest of *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) originating from North America. Most likely, the penetration of the species occurred with contaminated planting material.

Key words: alien species; honeylocust podgall midge; Brest; honey locust.

Галлица гледичиевая листовая (*Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866)) (Diptera: Cecidomyiidae) – вредитель гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos* L. (1753)) [1]. Естественный ареал обитания данного вида ограничен кормовым растением [2]. Он представляет собой центральную часть восточной половины Северной Америки: от западных Нью-Йорка и Пенсильвании до южной Миннесоты (43° с. ш.) и восточного Канзаса, на юге – до северо-восточного Техаса и северной Джорджии [3].

Образец цитирования:

Синчук ОВ, Колбас АП. Первая находка *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) в Беларуси. Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2018;3: 85–88.

For citation:

Sinchuk AV, Kolbas AP. First record of *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) in Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;3:85–88. Russian.

Авторы:

Олег Викторович Синчук – старший преподаватель кафедры зоологии, руководитель студенческой научно-исследовательской лаборатории «Структура и динамика биоразнообразия» биологического факультета.

Александр Петрович Колбас – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета, начальник Центра экологии.

Authors:

Aleh V. Sinchuk, senior lecturer at the department of zoology, head at the student research and development laboratory «Structure and dynamics of biodiversity», faculty of biology. aleh.sinchuk@gmail.com

Aliaksandr P. Kolbas, PhD (biology), docent; associate professor at the department of botany and ecology, faculty of biology, chief of the Ecology Center. kolbas77@mail.ru

В Европе *D. gleditchiae* впервые зарегистрирована в 1975 г. в Нидерландах [4]. Также обнаружена в следующих странах (по годам):

1980	Италия [5]
1983	Англия [6]
1990	Франция и Швейцария [7; 8]
1992	Венгрия [9]
1993	Сербия [10]
1996	Польша [11] и Испания [12]
2002	Дания [13]
2004	Хорватия [14] и Грузия [15]
2005	Турция [16]
2008	Швеция [17]
2010	Словения [18]

В 2011 г. вредитель найден на юге России, в Краснодарском крае. Здесь гледичия часто используется как декоративное дерево в ландшафтной архитектуре. На юге России гледичия трехколючковая широко представлена в защитных лесополосах [19]. В 2014 г. *D. gleditchiae* впервые обнаружена в г. Донецке и г. Киеве (Украина) [20].

Материалы и методы исследования

Материалом для данной публикации послужили сборы, сделанные авторами 20.07.2016 г. в г. Бресте (ул. Энгельса, 52°05'29,3" с. ш., 23°40'44,0" в. д.) на гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos* L.). Идентификация вида проводилась по повреждениям [1]. Последние были обнаружены на листьях молодых побегов. Сбор пораженных листовых пластинок с фитофагами осуществляли в герметичные полиэтиленовые пакеты разных размеров с замком *zip-lock* с тем, чтобы исключить быструю потерю влаги и последующее высыхание материала. Затем галлы помещали в чашки Петри в целях выведения имаго в лабораторных условиях, а остальная часть материала гербаризировалась. Фотографирование повреждений и имаго (см. рисунок) выполнено фотоаппаратом Canon 1100d с использованием мехов для макросъемки и объектива Гелиос 44-2 2/58.

Результаты исследования и их обсуждение

Гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos*) – североамериканский вид древесных растений, неприхотливый, засухоустойчивый и не требовательный к почвам. В Беларусь гледичия интродуцирована во второй половине XIX в. Распространения в культуре не получила. *G. triacanthos* используется в зеленых насаждениях населенных пунктов: в Брестской области – г. Высокое (Каменецкий район), г. Барановичи, агрогородок Городище (Барановичский район); в Гомельской области – г. Гомель, д. Переделка (Лоевский район); в Гродненской области – агрогородки Старый Дворец и Малая Берестовица (Берестовицкий район); в Минской области – г. Минск, г. Несвиж, агрогородок Лебедево (Молодечненский район); в Могилёвской области – д. Жиличи (Кировский район) и др. [21; 22]. Однако чаще всего это не плотные насаждения, а лишь одиночные растения.

Учитывая незначительное использование гледичии в озеленении, можно говорить о том, что естественная экспансия *D. gleditchiae* на территорию Беларуси исключается. Скорее всего, она попала случайно с зараженным посадочным материалом.

Только вылупившиеся личинки гледичиевой галлицы заселяют нераскрывшиеся листочки. При этом постепенно формируются «стручкоподобные» галлы (см. рисунок *а*), в которых развиваются личинки. Окукливание последних происходит внутри галла. После выхода имаго (см. рисунок *б*) на поверхности галла можно увидеть куколочные экзувии (см. рисунок *б*).

После того как появляются взрослые комарики, галлы опадают и остаются только голые рахисы. Таким образом, происходит дефолиация, при этом теряется эстетическая и декоративная ценность растений. В Бресте отмечается заселение 1–3 % листовых пластинок исследованных деревьев. Особенно страдают листовые пластинки на молодых побегах, где наблюдается полное заселение всех простых листочков (см. рисунок *з*).

В условиях г. Бреста исследуемый фитофаг формирует минимум два поколения в год. Зимнее поколение обитает в почве. У имаго отмечается половой диморфизм: самки имеют красное брюшко, самцы – серое. Длина тела взрослых насекомых составляет 2–3 мм.



Повреждения молодых листьев гледичии трехколючковой *Dasineura gleditchiae*:
а – галлы *Dasineura gleditchiae*; б – куколочные экзувии, выдвинувшиеся из галлов;
в – имаго гледичиевой галлицы; г – поврежденные молодые побеги гледичии трехколючковой
(фото О. В. Синчука)

Damage of young leaves of the honey locust of *Dasineura gleditchiae*:
а – galls *Dasineura gleditchiae*; б – pupae exuviae are visible from the galls;
в – imago honeylocust podgall midge; г – damaged young shoots of the honey locust
(photo of A. V. Sinchuk)

Закключение

В условиях Беларуси впервые обнаружен чужеродный вид насекомых – *Dasineura gleditchiae*, личинки которой развиваются в галлах листовых пластинок гледичии трехколючковой. Скорее всего, *D. gleditchiae* попала случайно с зараженным посадочным материалом. В условиях г. Бреста отмечается заселение 1–3 % листовых пластинок.

Библиографические ссылки

1. Ellis WN. Leafminers and plant galls of Europe [Internet]. 2001–2018 [cited 2018 August 23]. Available from: <http://www.bladmineerders.nl>.
2. Little EL, Viereck LA. *Atlas of United States trees. Volume 1. Conifers and important Hardwoods*. Washington, D.S.: United States government printing office; 1971.
3. Соколов СЯ, редактор. *Деревья и кустарники СССР. Том 4*. Москва, Ленинград: Издательство Академии наук СССР; 1958.
4. Nijveldt W. Nieuwe galmuggen voor de Nederlandse fauna (VII). *Entomologische Berichten*. 1980;40:53–56.
5. Bolchi-Serini G, Volonte L. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken), Cecidomide nuovo per l'Italia (Diptera, Cecidomyiidae). *Bolletino di Zoologia agraria e di Bachicoltura. Series II*. 1985;18:185–189.
6. Halstead AJ. The 1991 Presidential address part 2 some horticultural pests new to Britain in recent years. *British Entomological and Natural History Society*. 1992;5:41–47.
7. Dauphin P. Sur la présence en France de *Dasineura gleditchiae* (Diptera, Cecidomyiidae), gallicole sur *Gleditsia triacanthos* (Fabacées, Caesalpinoidae). *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*. 1991;19:126.
8. Fischer S, Pivot D. Apparition en Suisse de la cecidomyie *Dasineura gleditchiae* O. S. (Diptera, Cecidomyiidae) ravageur du févier commun *Gleditsia triacanthos* L. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 1992;24(4):203–204.
9. Ripka GA. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) kártétele tövises lepényfán. *Növényvédelem*. 1996;32(10):529–532.
10. Simova-Tosić D, Skuhrová M. The occurrence and biology of *Dasineura gleditchiae* (Diptera, Cecidomyiidae) in Serbia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. 1995;59:121–126.
11. Łabanowski G, Soika G. Pruszczarek iglicznik – nowy szkodnik w warunkach Polski. *Ochrona Roślin*. 1997;41(11):4–5.
12. del Estal P, Soria S, Viñuela E. Nota de la presencia en España de *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken), sobre acacia de tres espinas. *Boletín de sanidad vegetal Plagas*. 1998;24:225–230.

13. Skuhravá M, Skuhravý V, Jörgensen J. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Denmark. *Entomologiske Meddelelser*. 2006; 74:1–94.
14. Matošević D. Štetni kukci drvenastih biljnih vrsta zelenila Zagreba. *Radovi Šumarski institut Jastrebarsko*. 2004;39(1):37–50.
15. Skuhravá M, Skuhravý V, Buhr HJ. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Georgia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. 2013;77:271–309.
16. Bayram Ş, Skuhrava M, Çobanoğlu S. *Cystiphora sonchi* (Vallot, 1827) and *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) (Diptera: Cecidomyiidae), two new records from Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 2005;29(4):247–254.
17. Molnár B, Boddum T, Szöcs G, Hillbur Y. Occurrence of two pest gall midges, *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) and *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) on ornamental trees in Sweden. *Entomologisk Tidskrif*. 2009;130:113–120.
18. Jurc M, Jurc D. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) (Diptera: Cecidomyiidae), honeylocust pod gall midge: a new invasive species in Slovenia. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. 2010;91:89–92.
19. Гниненко ЮИ, Щуров ВИ, Раков АГ. Некоторые новые инвазивные виды дендрофильных насекомых в Краснодарском крае. В: *Защита лесов юга России от вредных насекомых и болезней*. Пушкино: ВНИИЛМ; 2011. с. 25–36.
20. Martynov VV, Nikulina TV. *Dasineura gleditchiae* – an invasive species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) in the fauna of Ukraine. *Vestnik zoologii*. 2015;49(3):286.
21. Федорук АТ. *Интродуцированные деревья и кустарники Западной части Белоруссии*. Минск: Издательство БГУ им. В. И. Ленина; 1972.
22. Федорук АТ. *Опыт интродукции древесных лиственных растений в Белоруссии*. Минск: Издательство «Университетское»; 1985.

References

1. Ellis WN. Leafminers and plant galls of Europe [Internet]. 2001–2018 [cited 2018 August 23]. Available from: <http://www.bladmineerders.nl>.
2. Little EL, Viereck LA. *Atlas of United States trees. Volume I. Conifers and important Hardwoods*. Washington, D. S.: United States government printing office; 1971.
3. Sokolov SYa, editor. *Derev'ya i kustarniki SSSR. Tom 4* [Trees and shrubs of the USSR. Volume 4]. Moscow, Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1958. Russian.
4. Nijveldt W. Nieuwe galmuggen voor de Nederlandse fauna (VII). *Entomologische Berichten*. 1980;40:53–56. Netherlandish.
5. Bolchi-Serini G, Volonte L. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken), Cecidomide nuovo per l'Italia (Diptera, Cecidomyiidae). *Bolletino di Zoologia agraria e di Bachicoltura. Series II*. 1985;18:185–189. Italian.
6. Halstead AJ. The 1991 Presidential address part 2 some horticultural pests new to Britain in recent years. *British Entomological and Natural History Society*. 1992;5:41–47.
7. Dauphin P. Sur la présence en France de *Dasineura gleditchiae* (Diptera, Cecidomyiidae), gallicole sur *Gleditsia triacanthos* (Fabacées, Caesalpinioideae). *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*. 1991;19:126. French.
8. Fischer S, Pivot D. Apparition en Suisse de la cecidomyie *Dasineura gleditchiae* O. S. (Diptera, Cecidomyiidae) ravageur du févier commun *Gleditsia triacanthos* L. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 1992;24(4):203–204. French.
9. Ripka GA. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) kártétele tövises lepényfán. *Növényvédelem*. 1996; 32(10):529–532. Hungarian.
10. Simova-Tosić D, Skuhravá M. The occurrence and biology of *Dasineura gleditchiae* (Diptera, Cecidomyiidae) in Serbia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. 1995;59:121–126.
11. Labanowski G, Soika G. Pruszczarek iglicznik – nowy szkodnik w warunkach Polski. *Ochrona Roślin*. 1997;41(11):4–5. Poland.
12. del Estal P, Soria S, Viñuela E. Nota de la presencia en España de *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken), sobre acacia de tres espinas. *Boletín de sanidad vegetal Plagas*. 1998;24:225–230. Spain.
13. Skuhravá M, Skuhravý V, Jörgensen J. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Denmark. *Entomologiske Meddelelser*. 2006; 74:1–94.
14. Matošević D. Štetni kukci drvenastih biljnih vrsta zelenila Zagreba. *Radovi Šumarski institut Jastrebarsko*. 2004;39(1):37–50. Croatian.
15. Skuhravá M, Skuhravý V, Buhr HJ. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Georgia. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. 2013;77:271–309.
16. Bayram Ş, Skuhrava M, Çobanoğlu S. *Cystiphora sonchi* (Vallot, 1827) and *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) (Diptera: Cecidomyiidae), two new records from Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 2005;29(4):247–254.
17. Molnár B, Boddum T, Szöcs G, Hillbur Y. Occurrence of two pest gall midges, *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) and *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) on ornamental trees in Sweden. *Entomologisk Tidskrif*. 2009;130:113–120.
18. Jurc M, Jurc D. *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) (Diptera: Cecidomyiidae), honeylocust pod gall midge: a new invasive species in Slovenia. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. 2010;91:89–92.
19. Gninenko YI, Shchurov VI, Rakov AG. [Some new invasive species of dendrophilic insects in the Krasnodar Region]. In: *Zashchita lesov yuga Rossii ot vrednykh nasekomykh i boleznei* [Protection of forests of southern Russia from harmful insects and diseases: collection of articles]. Pushkino: ARRISMF; 2011. p. 25–36. Russian.
20. Martynov VV, Nikulina TV. *Dasineura gleditchiae* – an invasive species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) in the fauna of Ukraine. *Vestnik zoologii*. 2015;49(3):286.
21. Fedoruk AT. *Introdutsirovannye derev'ya i kustarniki Zapadnoi chasti Belorussii* [Introduced trees and bushes of the Western part of Belarus. Minsk: Izdatel'stvo BGU im. V. I. Lenina; 1972. Russian.
22. Fedoruk AT. *Opyt introduksii drevesnykh listvennykh rastenii v Belorussii* [The experience of introduction of woody deciduous plants in Belarus]. Minsk: Izdatel'stvo «Universitetskoe»; 1985. Russian.

ЮБИЛЕИ

JUBILEES



**Раиса Зеноновна
КОВАЛЕВСКАЯ**

**Raissa Zenonovna
KOVALEVSKAYA**

11 ноября 2018 г. исполняется 85 лет известному специалисту в области исследования первичной продукции и содержания хлорофилла в планктоне широкого круга водных экосистем, старшему научному сотруднику НИЛ гидроэкологии Раисе Зеноновне Ковалевской.

Раиса Зеноновна родилась в 1933 г. в с. Верхняя Тойма Архангельской области (Верхнетоемский район, Российская Федерация) – спецпоселении родителей белорусского происхождения. В 1999 г. признана потерпевшей от политических репрессий и реабилитирована. После возвращения семьи в Белоруссию в 1949 г. окончила седьмой класс в г. Дзержинске Минской области, а в 1951 г. – двухгодичную школу медицинских лаборантов. Будучи еще студенткой второго курса, поступила на работу в должности лаборанта в научно-исследовательскую спецлабораторию в г. Минске, а несколько позднее в той же должности перешла в Белорусский санитарный институт (отдел сточных вод).

В 1954 г. после окончания вечерней школы поступила на заочное отделение биологического факультета БГУ и в октябре была принята в прежней должности на кафедру зоологии, которой руководил выдающийся ученый и педагог Георгий Георгиевич Винберг. Классическая методическая

подготовка гидрохимика, трудолюбие и незаурядный интерес к научной работе Раисы Зеноновны оказались крайне полезными на кафедре при выполнении студенческих курсовых и дипломных работ, обеспечении методической помощи аспирантам. Они ее называли «наш ангел-хранитель». По окончании университета в 1961 г. Раиса Зеноновна переведена на должность старшего лаборанта. Она непосредственный участник всех проводимых на кафедре экспедиций и научных исследований. Летом и осенью 1963 г. совместно с аспирантом кафедры А. П. Остапеней в ходе 16-го и 17-го рейсов научно-исследовательского учебного судна «Батайск» была изучена картина распределения концентрации взвешенных органических веществ и хлорофилла в прибрежной зоне Северного моря, Ла-Манша, Атлантического океана в районе о. Мадейра и юго-западной части Средиземного моря.

В 1965 г. организована Проблемная научно-исследовательская лаборатория экспериментальной биологии БГУ. Один из первых сотрудников лаборатории Р. З. Ковалевская – к этому времени уже признанный авторитет в области исследования первичной продукции и содержания хлорофилла в планктоне озерных экосистем. Летом 1965 г. по

рекомендации Г. Г. Винберга она возглавила небольшую группу сотрудников по изучению методов борьбы водохранилищ-охладителей Украины (Добротворское водохранилище и др.) с зарастанием высшей водной растительностью.

В 1966–1967 гг. Р. З. Ковалевская прошла стажировку в Институте гидробиологии Югославии на оз. Охрид, где развитие продукционного направления в гидробиологии практически было в самом начале. Как известный специалист в упомянутой выше области исследований, Раиса Зеноновна была приглашена Институтом океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР для участия в работе рейсов научно-исследовательского судна «Витязь». В 45-м рейсе ею были выполнены работы по оценке первичной продукции и содержания хлорофилла в планктоне северо-восточной части Тихого океана, а в 64-м – деструкции органического вещества и продукции бактерий кислородной зоны Черного моря.

Р. З. Ковалевская – патриот НИЛ гидроэкологии и активный участник всех выполняемых коллективом исследований, участник многочисленных союзных и международных конференций. Ею опубликовано свыше 100 научных работ. Раиса Зеноновна с большим вниманием относится к работе студентов, участвует в учебном процессе кафедры общей экологии и методики преподавания биологии (проведение лабораторных занятий специального практикума, руководство курсовыми и дипломными работами).

Глубокая эрудиция, преданность науке, энергия и трудолюбие, отзывчивость и доброжелательное отношение к людям снискали Раисе Зеноновне заслуженный авторитет и уважение.

Дорогая Раиса Зеноновна, сотрудники НИЛ гидроэкологии, профессорско-преподавательский коллектив и студенты биологического факультета сердечно поздравляют Вас с юбилеем и желают здоровья и благополучия.



**Тамара Михайловна
МИХЕЕВА**

**Tamara Mikhailovna
MIHЕEVA**

13 ноября 2018 г. отмечает юбилей известный альголог, гидробиолог, доктор биологических наук главный научный сотрудник НИЛ гидроэкологии Тамара Михайловна Михеева.

Тамара Михайловна родилась в 1938 г. в д. Гордец Горецкого района Могилёвской области. В 1955 г. окончила Каменскую среднюю школу, в 1960 г. – биологический факультет БГУ (кафедра ботаники). Примечательно, что первая научная работа, написанная еще в студенческие годы (1959), была посвящена фитопланктону Белого моря, где в те годы студенты БГУ регулярно проходили практику. С тех пор Тамара Михайловна постоянно работает на биологическом факультете БГУ.

Трудовую биографию Т. М. Михеева начала старшим лаборантом, затем ассистентом кафедры зооло-

гии беспозвоночных животных. В 1962–1965 гг. обучалась в аспирантуре у выдающегося гидробиолога с мировым именем, заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора Г. Г. Винберга. В 1966–1967 гг. проходила научную стажировку под руководством всемирно известного альголога, профессора Богуслава Фота в альгологических и гидробиологических учреждениях Чехословакии. В 1969 г. блестяще защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа». При защите диссертации стоял вопрос о возможности присуждения за нее не кандидатской, а сразу докторской степени, так как около 10 отзывов ведущих специалистов содержали именно такое предложение.

В мае 1970 г. Т. М. Михеева в составе делегации СССР командирована с докладом на международный симпозиум в рамках Международной биологической программы (МБП), посвященный проблемам продуктивности пресных вод и проходивший под эгидой ЮНЕСКО в г. Казимеже-Дольном (Польша). В 1971 г. в составе белорусской делегации участвовала в XVIII Международном лимнологическом конгрессе в Ленинграде. В декабре 1976 г. приглашена с докладом Биологическим обществом ГДР для участия в его работе.

Т. М. Михеева – ведущий специалист-альголог в Республике Беларусь, хорошо известна среди альгологов стран СНГ и дальнего зарубежья. Ее монография «Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог» (1999) является единственной сводкой по альгофлоре страны. Тамара Михайловна внесла весомый вклад в эту отрасль науки, существенно разлив и продвинув знания об альгоразнообразии различных местообитаний в республике. Ею выполнены фундаментальные исследования альгологического разнообразия наземных и водных экосистем республики: обследованы практически от истоков до устья все крупнейшие реки Беларуси – Неман, Западная Двина, Днепр, Припять, Свислочь, а также многие озера, водохранилища, пруды; проведена систематизация и каталогизация альгологического генофонда (более 3000 видов); выявлены свыше 500 видов водорослей, ранее не отмечавшихся на территории Беларуси, и определена их экологическая значимость; открыт и описан новый для науки вид диатомовых водорослей – *Cyclotella narochanica* Genkal et Mikheyeva; впервые в СНГ более 23 редких видов водорослей включено в Красную книгу Республики Беларусь, а также выделено 66 видов, представляющих особый научный и хозяйственный интерес, требующих к себе повышенного внимания и сохранения в альгорезерватах; выявлены ранее неизвестные закономерности во взаимоотношениях фитопланктона с другими компонентами биоты и наиболее информативные показатели контроля качества воды; установлены признаки и закономерности ранних этапов эвтрофирования вод, что может быть использовано для прогнозирования сроков массового «цветения» водорослей в водоемах и водотоках. Впервые в Беларуси Т. М. Михеевой в сотрудничестве с учеными Лимнологического института СО РАН начаты ис-

следования по выявлению токсичных цианобактерий (синезеленых водорослей) в фитопланктоне крупнейших хозяйственно важных водоемов и водотоков России и Беларуси с оценкой их негативного влияния на качество воды, которое затем стало одним из направлений работ НИЛ гидроэкологии.

В 1992 г. Т. М. Михеева защитила диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук по совокупности опубликованных работ на тему «Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод».

В настоящее время Тамара Михайловна фактически является руководителем альгологической школы республики, берущей свое начало с первой половины XX в. У нее много учеников, которые успешно трудятся в научных учреждениях и вузах республики.

Автор более 800 научных работ, из них 2 персональных¹, 5 в соавторстве² и 7 коллективных монографий³. Т. М. Михеева активно ведет популяризацию научных знаний в печати и энциклопедических изданиях. Является одним из авторов и научным консультантом 5-томного издания «Энциклопедия природы Беларуси», 18-томного издания «Белорусская энциклопедия», 2-го и 3-го изданий Красной книги Республики Беларусь и др.

При непосредственном участии Т. М. Михеевой с 1999 и 2013 гг. под ее общей редакцией ежегодно выходит в свет «Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино». Под ее редакцией издаются труды международной конференции «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», регулярно проводящейся с 1999 г. Она член совета биологического факультета БГУ и совета по защите кандидатских и докторских диссертаций Научно-практического центра НАН Беларуси по биоресурсам и БГУ.

В настоящее время Тамара Михайловна является активным участником и руководителем как республиканских, так и международных проектов, публикует статьи в высокорейтинговых международных журналах. Она поддерживает плодотворные научные связи с коллегами из стран СНГ, входит в состав организационных комитетов различных конференций, является рецензентом ряда книг и официальным оппонентом кандидатских

¹Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск, 1983 ; Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск, 1999.

²Мониторинг фитопланктона. Новосибирск, 1992 ; Пико- и нанопланктон пресноводных экосистем. Минск, 1998 ; Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья. Витебск, 2011 ; Диатомовые водоросли планктона реки Свислочь и ее водохранилищ. Москва, 2013 ; Водоросли планктона водоемов и водотоков Национального парка «Припятский». Минск, 2016.

³Биологическая продуктивность эвтрофного озера. Москва, 1970 ; Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971 ; Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973 ; Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки. Минск, 1973 ; Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985 ; Продукционно-гидро-биологические исследования водных экологических систем. Ленинград, 1987 ; Эколого-биологические исследования водотоков Березинского биосферного заповедника, 2013.

и докторских диссертаций, часто дает на них неофициальные отзывы.

Т. М. Михеева длительное время была редактором факультетской газеты «Vitaе», избиралась в состав профбюро и др. С 1970 г. около 10 лет являлась ученым секретарем секции биологических наук научно-технического совета Министерства высшего и среднего специального образования БССР. Многократно награждалась грамотами ректора БГУ, Министерства высшего и среднего специального образования БССР, Всесоюзного гидробиологического общества и гидробиологического общества Беларуси, в составе коллектива была участником ВДНХ СССР (серебряная медаль). Награждена всесоюзными наградами: знаком «Победитель социалистического соревнования» (1978) и медалью «Ветеран труда» (1987). За большой личный вклад в развитие альгологических исследований в республике и активную общественную

деятельность Т. М. Михеевой в 2011 г. присвоено почетное звание «Заслуженный работник Белорусского государственного университета».

Американским биографическим институтом (ABI) статья о Т. М. Михеевой включена в 8-е издание книги «Кто есть кто» («International Who's Who of Professional and Business Women»), за выдающиеся достижения в 2001 г. она избрана в состав Почетной научной коллегии советников (The Research Board of Advisors).

Т. М. Михеева также пишет стихи, которые скромно называет «торжественными рифмами», так как посвящает их друзьям и коллегам в связи со знаменательными событиями в их жизни. Свет уже увидели два сборника ее стихов.

Коллеги и сотрудники биологического факультета сердечно поздравляют Тамару Михайловну с юбилеем и желают ей здоровья, счастья, радости и неиссякаемой жизненной энергии.



Татьяна Васильевна ЖУКОВА

Tat'yana Vasil'evna
ZHUKOVA

30 октября 2018 г. исполняется 65 лет известному гидробиологу, доктору биологических наук начальнику учебно-научного центра (УНЦ) «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга» БГУ Татьяне Васильевне Жуковой.

Татьяна Васильевна родилась в с. Бырка Приаргунского района Читинской области Российской Федерации. В 1976 г. с отличием окончила биолого-почвенный факультет Иркутского государственного университета (выпускница кафедры гидробиологии со специализацией в области гистохимии и водной токсикологии). Ее первыми учителями были такие известные ученые, как О. М. Кожова и Д. И. Стом.

В 1976–1977 гг. работала в должности стажера-исследователя лаборатории гидробиологии Тихоокеанского института географии Дальневосточного

отделения АН СССР (г. Хабаровск). Была в составе экспедиционного отряда под руководством известного гидробиолога Ю. М. Лебедева на реках Бурея и Амур.

С 1977 г. жизнь и научная деятельность Т. В. Жуковой связана с Беларусью. Нарочанской биологической станции она посвятила более 30 лет, пройдя путь от младшего научного сотрудника до директора. Татьяна Васильевна возглавила биостанцию в 2002 г. Тогда был сдан в эксплуатацию новый современный корпус и станция получила статус учебно-научного центра.

С начала трудовой деятельности на Нарочанской биостанции научные интересы Т. В. Жуковой связаны с изучением круговорота биогенных элементов в озерных экосистемах. Результаты ее исследований получали высокую оценку. Так,

на конкурсе молодых ученых-гидробиологов, проводимом Всесоюзным гидробиологическим обществом (ВГБО), ее работа «Роль биогенных веществ в биотическом круговороте и евтрофировании Нарочанских озер» была удостоена первого места, а доклад заслушан на пленуме Центрального совета ВГБО и на пятом съезде ВГБО (1986).

В 1987 г. Татьяна Васильевна защитила кандидатскую диссертацию «Роль биогенных веществ в биотическом круговороте и евтрофировании Нарочанских озер», а в 2001 г. – докторскую «Потоки фосфора и азота в пограничном слое “дно – вода” и их роль в функционировании полимиктических озер (на примере экосистемы Нарочанских озер)». В белорусский период деятельности научным руководителем и соратником Татьяны Васильевны Жуковой был А. П. Остапеня.

Татьяна Васильевна – признанный специалист в области круговорота взвешенных и органических веществ и биогенных элементов в пресноводных экосистемах. В сферу ее научных интересов, кроме основного направления, входит широкий спектр фундаментальных и прикладных гидроэкологических проблем, среди которых особое место занимают многолетние исследования закономерностей миграции радионуклидов в озерах, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, и изучение проблемы шистосомного церкариоза в Нарочанском регионе.

Татьяна Васильевна Жукова является автором свыше 180 научных работ, в том числе коллективной монографии «Экологическая система Нарочанских озер» (1985) и ежегодников «Бюллетень

экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино» (издаются с 1999 г.).

Наряду с активной научной деятельностью Татьяна Васильевна ведет большую организаторскую работу по обеспечению функционирования УНЦ «Нарочанская биологическая станция имени Г. Г. Винберга». На его базе проходят многочисленные международные и региональные научные и научно-практические конференции, совещания и семинары, для успешного проведения которых Татьяна Васильевна отдает много сил и энергии. Под руководством Т. В. Жуковой налажено тесное сотрудничество Нарочанской биологической станции с Национальным парком «Нарочанский»: проводятся совместные научные исследования, семинары, конференции, подготовлена серия совместных публикаций («Путеводитель по заповедному краю», «Водные ресурсы Национального парка “Нарочанский”» и др.).

Много внимания Татьяна Васильевна уделяет работе со школьниками. На базе биостанции ежегодно организовываются экологические слеты, олимпиады. Проводятся обучающие семинары для учителей. Сотрудники станции руководят научно-исследовательской работой учащихся.

Т. В. Жукова активно занимается популяризацией экологических знаний: сотрудничает с редакцией районной газеты, выступает на радио и телевидении.

Коллектив биологического факультета, коллеги и друзья гидробиологи, студенты сердечно поздравляют Татьяну Васильевну с юбилеем и желают ей крепкого здоровья, благополучия и дальнейшей плодотворной деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОХИМИЯ

Головач Т. Н., Тарун Е. И., Цыганков В. Г., Бутина А. Д., Курченко В. П. Комплексы включения циклодекстрина с пептидами сывороточных белков молока: характеристика антиоксидантной активности	3
Губич О. И., Капанева А. П., Бурак Е. В. Сравнительная эффективность регуляции природными адаптогенами углеводного обмена крыс с экспериментальным сахарным диабетом	14

БОТАНИКА

Цуриков А. Г., Голубков В. В., Белый П. Н. Ревизия лишайников рода <i>Xanthoparmelia</i> Беларуси: <i>X. delisei</i> и <i>X. pulla</i>	21
Джус М. А., Тихомиров В. Н. Лук лузитанский (<i>Allium lusitanicum</i> Lam., Amaryllidaceae) – новый аборигенный вид для флоры Беларуси	28

ЗООЛОГИЯ

Гляковская Е. И. Количественная оценка вредоносности инвазивных фитофагов разных трофэкологических групп, повреждающих декоративные древесные растения в условиях Гродненского Понеманья	38
Сахвон В. В., Домбровский В. Ч. Многолетняя динамика населения гнездящихся птиц на территории памятника природы республиканского значения «Дубрава» (Минск)	48
Гричик В. В., Прокопчук В. В., Гребенчук А. Е., Рябцева А. О., Цыбовский И. С. Шакал (<i>Canis aureus</i> L., 1758) – новый вид в териофауне Беларуси	55

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Шиндер А. И. Популяции редких видов спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н. Н. Гришко НАН Украины (Киев)	62
Мороз М. Д., Байчоров В. М., Гигиняк Ю. Г. Фауна водных беспозвоночных реки Западный Буг	72

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Грынчак В. А. Влияние диизонилфталата на эндокринную систему потомства белых крыс	79
Синчук О. В., Колбас А. П. Первая находка <i>Dasineura gleditchiae</i> (Osten Sacken, 1866) в Беларуси	85

ЮБИЛЕИ

Раиса Зеноновна Ковалевская	89
Тамара Михайловна Михеева	90
Татьяна Васильевна Жукова	92

CONTENTS

BIOCHEMISTRY

<i>Halavach T. M., Tarun E. I., Zhygankov V. G., Butina A. D., Kurchenko V. P.</i> Inclusion complexes of cyclodextrin with whey peptides: characteristic of antioxidant activity.....	3
<i>Hubich A. I., Kapaneva A. P., Burak A. V.</i> The comparative efficiency of the carbohydrate exchange regulation in rats with experimental diabetes mellitus by natural adaptogens.....	14

BOTANY

<i>Tsurykau A. H., Halubkou U. U., Bely P. M.</i> Revision of the lichen genus <i>Xanthoparmelia</i> in Belarus: <i>X. delisei</i> and <i>X. pulla</i>	21
<i>Dzhus M. A., Tikhomirov V. N.</i> Mountain garlic (<i>Allium lusitanicum</i> Lam., Amaryllidaceae) – new neglected aboriginal species for Belarusian flora	28

ZOOLOGY

<i>Hliakouskaya K. I.</i> Complex estimation of invasive fitophages pestfulness of different tropho-ecological groups damaging decorative woody plants under the conditions in Grodno Poneman region	38
<i>Sakhvon V. V., Dombrovski V. Ch.</i> Interannual dynamics of breeding bird assemblage within the republican natural monument «Dubrava» (Minsk)	48
<i>Grichik V. V., Prakapchuk V. V., Grebenchuk A. E., Rabtsava A. A., Tsybovsky I. S.</i> Golden jackal (<i>Canis aureus</i> L., 1758) – a new species in the theriofauna of Belarus.....	55

BIODIVERSITY

<i>Shynder O. I.</i> Populations of rare species of spontaneous flora in the M. M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine (Kyiv).....	62
<i>Moroz M. D., Baichorov V. M., Giginiak J. G.</i> The fauna of aquatic invertebrates of the Western Bug River	72

SHORT COMMUNICATIONS

<i>Hrynchak V. A.</i> Effect of diisononyl phthalate on the endocrine system of generation of white rats.....	79
<i>Sinchuk A. V., Kolbas A. P.</i> First record of <i>Dasineura gleditchiae</i> (Osten Sacken, 1866) in Belarus	85

JUBILEES

Raisa Zenonovna Kovalevskaya.....	89
Tamara Mikhailovna Miheeva	90
Tat'yana Vasil'evna Zhukova	92

Журнал включен Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь в Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим наукам.

Журнал включен в библиографическую базу данных научных публикаций «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

**Журнал Белорусского
государственного университета. Биология.
№ 3. 2018**

Учредитель:
Белорусский государственный университет

Юридический адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.
Почтовый адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.
Тел. (017) 259-70-74, (017) 259-70-75.
E-mail: jbiol@bsu.by

«Журнал Белорусского государственного
университета. Биология» издается с января 1969 г.
До 2017 г. выходил под названием «Вестник БГУ.
Серия 2, Химия. Биология. География»
(ISSN 2308-9164).

Редактор *Т. Р. Джум*
Технический редактор *В. В. Кильдишева*
Корректор *Л. А. Меркуль*

Подписано в печать 19.10.2018.
Тираж 100 экз. Заказ 317.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
ЛП № 02330/89 от 03.03.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

© БГУ, 2018

**Journal
of the Belarusian State University. Biology.
No. 3. 2018**

Founder:
Belarusian State University

Registered address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.
Correspondence address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.
Tel. (017) 259-70-74, (017) 259-70-75.
E-mail: jbiol@bsu.by

«Journal of the Belarusian State University. Biology»
published since January, 1969.
Until 2017 named «Vestnik BGU.
Seriya 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya»
(ISSN 2308-9164).

Editor *T. R. Dzhum*
Technical editor *V. V. Kil'disheva*
Proofreader *L. A. Merkul'*

Signed print 19.10.2018.
Edition 100 copies. Order number 317.

Republican Unitary Enterprise
«Informatsionno-vychislitel'nyi tsentr
Ministerstva finansov Respubliki Belarus'».
License for publishing No. 02330/89, 3 March, 2014.
17 Kal'varyjskaja Str., Minsk 220004.

© BSU, 2018