



**PLANT BIOLOGY
AND HORTICULTURE:**
theory, innovation

**БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ
И САДОВОДСТВО:**
теория, инновации

№ 4 (157), 2020



Per scientiam ad vitam

12+

THE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS –
NATIONAL SCIENTIFIC CENTER OF THE RAS

**PLANT BIOLOGY AND HORTICULTURE:
THEORY, INNOVATION**

№ 4 (157)

Yalta 2020

Founder

Federal State Funded Institution of Science “The Labour Red Banner Order Nikitsky
Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS”

Publisher

Limited liability company «NEICON ISP»
4, building 5 Letnikovskaya Street, Moscow 115114
telephone +7-495-754-9994, e-mail: marieva@neicon.ru

Editor-in-Chief

Yuri Vladimirovich Plugatar

Vice Editor-in-Chief

Oksana Mikhailovna Shevchuk

Editorial Board

L.M. Abramova (Ufa, Russia)	I.V. Kostenko (Yalta, Russia)
N.A. Bagrikova (Yalta, Russia)	I.V. Mitrofanova (Yalta, Russia)
E.B. Balykina (Yalta, Russia)	O.V. Mitrofanova (Yalta, Russia)
S.M. Bebia (Sukhumi, Abkhazia)	F.B. Musaev (Moscow, Russia)
V.M. Gorina (Yalta, Russia)	A.E. Paliy (Yalta, Russia)
T.B. Gubanova (Yalta, Russia)	G.S. Rozenberg (Togliatti, Russia)
V.I. Dolzhenko (Saint Petersburg, Russia)	A.V. Smykov (Yalta, Russia)
T.V. Dolzhenko (Saint Petersburg, Russia)	K. Thammasiri (Bangkok, Thailand)
N.B. Ermakov (Yalta, Russia)	A. Tashchev (Sofia, Bulgaria)
O.A. Ilnitskiy (Yalta, Russia)	V.V. Titok (Minsk, Belarus)
V.P. Isikov (Yalta, Russia)	S.V. Shevchenko (Yalta, Russia)
Z.K. Klimenko (Yalta, Russia)	E.P. Shoferistov (Yalta, Russia)
O.E. Klimenko (Yalta, Russia)	A.M. Yarosh (Yalta, Russia)
V.P. Koba (Yalta, Russia)	
V.V. Korzhenevsky (Yalta, Russia)	

Publishing is included in the data base of the Russian Science Citation Index (RSCI),
Scientific digital library <http://elibrary.ru>
All articles receive DOI (digital object identifier)

Issues 4 times a year

НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД –
НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН

**БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И САДОВОДСТВО:
ТЕОРИЯ, ИННОВАЦИИ**

№ 4 (157)

Ялта 2020

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»

Издатель

Общество с ограниченной ответственностью "НЭИКОН ИСП"
115114, г. Москва, ул. Летниковская, д. 4, стр. 5.
Телефон: 7(499)754-99-94, e-mail: marieva@neicon.ru

Главный редактор

Юрий Владимирович Плугатарь

Заместитель главного редактора

Оксана Михайловна Шевчук

Редакционная коллегия

Л.М. Абрамова (Уфа, Россия)	И.В. Костенко (Ялта, Россия)
Н.А. Багрикова (Ялта, Россия)	И.В. Митрофанова (Ялта, Россия)
Е.Б. Балыкина (Ялта, Россия)	О.В. Митрофанова (Ялта, Россия)
С.М. Бебия (Сухум, Абхазия)	Ф.Б. Мусаев (Москва, Россия)
В.М. Горина (Ялта, Россия)	А.Е. Палий (Ялта, Россия)
Т.Б. Губанова (Ялта, Россия)	Г.С. Розенберг (Тольятти, Россия)
В.И. Долженко (Санкт-Петербург, Россия)	А.В. Смыков (Ялта, Россия)
Т.В. Долженко (Санкт-Петербург, Россия)	К. Таммасири (Бангкок, Таиланд)
Н.Б. Ермаков (Ялта, Россия)	А.Н. Ташев (София, Болгария)
О.А. Ильницкий (Ялта, Россия)	В.В. Титок (Минск, Беларусь)
В.П. Исиков (Ялта, Россия)	С.В. Шевченко (Ялта, Россия)
З.К. Клименко (Ялта, Россия)	Е.П. Шоферистов (Ялта, Россия)
О.Е. Клименко (Ялта, Россия)	А.М. Ярош (Ялта, Россия)
В.П. Коба (Ялта, Россия)	
В.В. Корженевский (Ялта, Россия)	

Издание включено в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ),
Научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>
Всем статьям присваивается DOI (идентификатор цифрового объекта)

Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ

Защита растений

Плугатарь Ю.В., Балыкина Е.Б.

История и основные направления исследований по защите растений в Никитском ботаническом саду 7

Алейникова Н.В., Радионовская Я.Э., Галкина Е.С., Андреев В. В., Диденко Л.В., Белаш С.Ю., Диденко П.А., Шапоренко В.Н., Болотянская Е.А.

Информационные базы данных – основа формирования адаптивных систем контроля вредных организмов в ампелоценозах Крыма 18

Варфоломеева Е.А., Резанко Е.О.

Способы сдерживания развития *Phytophthora cinnamomi* Rands на представителях семейства *Ericaceae* DC. в оранжереях ботанического сада Петра Великого 26

Иванова О.В., Коростылев А.А.

Антагонистический потенциал биофунгицида «фитоспорин – м» в отношении возбудителей болезней на иссопе лекарственном (*Hyssopus officinalis* L.) 34

Левченко И.С., Губин А.И., Мартынов В.В.

К изучению клопов (Insecta: heteroptera) – фитофагов хвойных интродуцентов в Донбассе 42

Мартынов В.В., Никулина Т.В.

Penestragania apicalis (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: cicadellidae: iassinae) – новый инвазивный фитофаг гледичии в Восточной Европе 50

Стрюкова Н.М., Стрюков А.А.

Новые данные об инвазивных насекомых в Республике Крым 56

Репродуктивная биология растений

Панюшкина Е.С., Хохлов С.Ю., Мельников В.А.

Морфологические характеристики пыльцевых зерен сортов зизифуса селекции Никитского ботанического сада 67

Биохимия

Дунаевская Е.В., Кравченко Е.Н.,

Mellotria scaraba Naudi – перспективная для Крыма овощная культура – источник ценных биологически активных веществ 73

Паштецкая А.В., Бакова Н.Н., Палий А.Е., Карпова А.Н.

Анализ органолептических и физико-химических характеристик оливкового масла полученного в условиях Южного берега Крыма 83

Фитоценология и экология растений

Ермаков Н.Б.

Высшие единицы сосновых лесов России в связи с общей концепцией классификации растительности Северной Евразии 94

Никифоров А.Р.

Состояние популяций редких видов *Silene jailensis* N.I. Rubzov и *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. на Никитской Яйле 114**Дендрология и декоративное садоводство**

Магомедова Б.М.

Всхожесть семян и динамика роста сеянцев древесных видов в условиях интродукции 123

Ильницкий О.А., Гиль А.Т., Паштецкий А.В.

Особенности роста *Arbutus andrachne* L. в условиях полевого вегетационного опыта Южного берега Крыма 135

CONTENTS

Plant Protection

- Plugatar Yu. V., Balykina E. B.
History and main directions of research on plant protection in the Nikitsky Botanical Gardens 7
- Aleinikova N. V., Radionovskaia Ya. E., Galkina Y. S., Andreyev V. V., Didenko L. V., Belash S. Yu., Didenko P. A., Shaporenko V. N., Bolotianskaia E. A.
Information databases - the basis for the formation of the adaptive pest control systems in the ampelocenoses of the Crimea 18
- Varfolomeeva E. A., Rezanko E. O.
Methods of supporting the development of *Phytophthora cinnamomi* Rands on representatives of the *Ericaceae* DC family in the orangeries of the Botanical garden of Peter the Great 26
- Ivanova O. V., Korostylev A. A.
Antagonistic potential of chemical fertilizers "FITOSPORIN – M" against the pathogens on common hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) 34
- Levchenko I. S., Gubin A. I., Martynov V. V.
To the study of formation of phytophagous true bugs (Insecta: Heteroptera) complex on introduced coniferous in Donbass 42
- Martynov V. V., Nikulina T. V.
Penestrangia apicalis (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae, Iassinae) – a new invasive phytophages of honey locust in Eastern Europe 50
- Stryukova N. M., Stryukov A. A.
New data on invasive insects in the Republic of the Crimea 56

Plant Reproductive Biology

- Panyushkina E. S., Khokhlov S. Yu., Melnikov V. A.
Morphological characteristics of pollen grains of zizyphus (*Zizyphus jujuba* Mill.) cultivars bred in the Nikita Botanical Gardens 67

Biochemistry

- Dunaevskaya E. V., Kravchenko E. N., Shevchuk O. M.
Melolontha scarabae L. – a promising vegetable crop as a valuable source of biologically active substances 73
- Pashtetskaya A. V., Bakova N. N., Paliy A. E., Karpova A. N.
Organoleptic and physico-chemical characteristics of olive oil obtained in the conditions of the Southern Coast of the Crimea 83

Phytocenology and Plant Ecology

- Ermakov N. B.
The higher units of pine forests of Russia in connection with the general concept of vegetation classification of Northern Eurasia 94
- Nikiforov A. R.
State of populations of rare species *Silene jaisensis* N. I. Rubzov and *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. on Nikitskaya Yayla 114

Dendrology and Landscape Gardening

- Magomedova B. M.
Seed germination and growth dynamics of seedlings of tree species under introduction conditions 123
- Ilitsky O. A., Gil A. T., Pashtetsky A. V.
Growth features of *Arbutus andrachne* L. under the conditions of field vegetation experiment on the Southern Coast of the Crimea 135

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 93:58.006(477.75)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-7-17

ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ*Посвящается 100-летию основания
отдела защиты растений***Юрий Владимирович Плугатарь, Елена Борисовна Балыкина**

«Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт Никита
E-mail: zaschitanbs@rambler.ru

Приведены сведения по истории создания и становления отдела защиты растений в Никитском ботаническом саду и итоги современных теоретических и прикладных исследований по защите аборигенных и интродуцированных растений за 2000-2020 гг. Рассмотрены основные концепции, направления и методы в развитии систем интегрированной защиты растений плодовых и парковых насаждений. Выделено пять этапов в решении главной задачи защиты растений – рационального управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов: 1. использование агротехнических методов борьбы, включая механическое уничтожение фитофагов; 2. химический метод защиты растений с применением политоксичных пестицидов широкого спектра действия; 3. интегрированная борьба в форме концепции сокращенной схемы обработок с учетом экономических порогов численности и вредоносности и комбинирования всех существующих методов борьбы; 4. управление ростом популяций вредных организмов с помощью биологически активных веществ информационного типа по интегрированным показателям; 5. разработка постгеномного подхода к ограничению численности фитофагов, основанная на применении фрагментов природных полимеров нуклеиновых кислот, разработка контактных ДНК-инсектицидов на основе коротких антисмысловых фрагментов генов, а также препаратов на основе двухцепочечных РНК-фрагментов. Современные исследования имеют высокую теоретическую и прикладную значимость для развития систем интегрированной защиты плодовых, декоративных, лесных культур в Российской Федерации и Крыму и позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние садово-паркового агробиоценоза, выявить доминирующие виды патогенов и вредителей, прогнозировать тенденции их развития и подобрать экологически безопасные, экономически рентабельные методы контроля их численности.

Ключевые слова: *основание отдела; концепции; этапы; методы защиты*

История становления и формирования отдела защиты растений. Развитие научных исследований по защите растений в России, и прежде всего в Крыму, исторически связано с Никитским ботаническим садом. Этапы создания и становления отдела защиты растений, а затем лаборатории энтомологии и фитопатологии сада, отражают объективный ход истории формирования науки о защите растений в целом.

Основатель казенного Императорского Никитского экономо-ботанического сада Х.Х. Стевен не случайно носил почетное звание Главного энтомолога и ботаника России, т.к. из 76-ти публикаций исследователя 11-ть отражают обширные знания в области энтомологии. Научная деятельность Х.Х. Стевена оказала огромное влияние на развитие сельского хозяйства юга России, а Никитский ботанический сад на протяжении XIX и даже начала XX веков был единственным источником информации по вопросам борьбы с вредителями и болезнями винограда, табака, плодовых, декоративных культур и даже пшеницы. О вредителях и болезнях винограда писали Стевен Х.Х., Гартвис Н.А., Сербуленко А.П., Цабель Н.Е., Пашкевич В.В., Скробишевский В.А., Потебня А.А., о болезнях пшеницы Филиппов Ю.

В частности, следует отметить решающую роль ученых Никитского сада в ликвидации филлоксеры – самого опасного карантинного вредителя винограда, повреждающего все части куста. Фитофаг может размножаться без оплодотворения, благодаря чему быстро распространяется и мигрирует на близлежащие плантации. В 19 веке вредителя завезли из Северной Америки в Европу, где он нанес серьезный ущерб европейским виноградникам. В Крыму эта проблема возникла в связи с завозом Никитским садом вредителя с саженцами винограда в местечко Тессели. Исследования по биологии филлоксеры нашли отражение в публикациях Цабеля Н.Е., Саломона А.Е. и Базарова А.И. (Митрофанов, 2020). Проблема была решена введением в эксплуатацию привитой культуры винограда.

В семидесятых годах XIX-го столетия на яблонях в Крыму была обнаружена кровавая тля (*Eriosoma lanigerum* Hausm), интродуцированная из Европы с посадочным материалом. Выкорчевка и уничтожение плодовых насаждений не дали тогда положительных результатов. Лишь значительно позже, Теленгой Н.А. в 30-х годах следующего столетия с помощью выпуска специализированного паразита семейства хальцид афелинуса (*Aphelinus mali* Hald.) эта проблема была окончательно решена.

С началом развернувшейся механизации и электрификации сельского хозяйства назрела необходимость перехода от решения конкретных эпизодических задач к планомерным специализированным исследованиям с целью создания зональных технологических схем защитных мероприятий применительно к каждой культуре с учетом сортовой агротехники и в сентябре 1920 г. в Никитском ботаническом саду был открыт отдел фитопатологии. На 31 октября 1920 г. штат отдела состоял из одного человека – заведующего отделом – специалиста по фитопатологии и микологии Декенбаха Константина Николаевича. В приказе Наркомзема № 173 от 4 июня 1927 г., было подчеркнуто: «Отдел имеет своей задачей исследование заболеваний и повреждений культурных растений, а также изыскание способов борьбы с их болезнями и вредителями». Начавшаяся работа была прервана Великой Отечественной войной.

В первые послевоенные годы работу в отделе защиты растений возглавили И.З. Лившиц и Н.И. Петрушова. Основное внимание было уделено изучению биологии вредителей и возбудителей заболеваний растений, произрастающих на территории Сада и разработке мер борьбы с ними. К концу 1950-х годов были завершены и опубликованы материалы по биологии и морфологии маслинной листоблошки, специализации грибов рода *Monilia*, биологии и мерам борьбы с возбудителем рака инжира, с самшитовой минирующей мушкой, инжирным лубоедом, с вредителями и болезнями субтропических и citrusовых культур, с фузариозом саженцев в питомниках и др. (Митрофанов, 2020). К началу 1990-х годов результатом работы коллектива стала высоко эффективная система химических мероприятий по защите плодового сада от болезней и вредителей, взятая на вооружение не только в Крыму, но и по всему югу страны. Она не являлась догмой, а продолжала совершенствоваться в направлении снижения токсичности для человека и животных, повышения эффективности и удешевления. В период наиболее интенсивных работ по совершенствованию химического метода развивались токсикологическое направление (1962-1972) и химии пестицидов (1964-1972). В 1976 г. начаты исследования по вирусологии. Впервые были разработаны методы диагностики вирусных болезней и оздоровления многих цветочных культур: гвоздики ремонтантной, хризантемы, лилии, гиацинтов, нарциссов, гладиолусов, антуриума и др. В настоящее время лаборатория входит в состав отдела биологии развития растений, биотехнологии и биобезопасности (Митрофанов, 2020).

В целом, за вековой период существования службы защиты растений в научных исследованиях выделяется ряд этапов теоретических и прикладных аспектов (табл. 1).

Таблица 1

Этапы теоретических и прикладных исследований по защите растений

Table 1

Stages of theoretical and applied research on plant protection

Период Period of time	Концепция Conception	Методы Methods	Средства Means
1780 -1890 гг.	Изучение биоразнообразия. Полное уничтожение фитофагов и фитопатогенов	Агротехнический	Сбор и механическое уничтожение вредных видов
1890-1950 гг.	Полное уничтожение вредных видов	Химический	Контактные инсектициды кишечного действия
1950-1970 гг.	Интегрированная борьба – сокращенная схема обработок с учетом экономических порогов вредоносности (ЭПВ)	Комбинация химического с биологическим и агротехническим	Политоксичные инсектициды в сочетании с бактериальными и грибными препаратами
1970-2002 гг.	Прогнозируемая борьба – прогноз массового размножения отдельных видов и снижение их численности до ЭПВ	Комбинация химического метода с биотехническим и биологическим	Селективные инсектициды, гормоны, феромоны
2003-2018 гг.	Интегрированное управление ростом популяций – сдерживание численности вредных видов на «допороговом» уровне	Химический (на основе интегрированных показателей) + биотехнический	Узкоселективные инсектициды и БАВ информационного типа
2018-2020 гг.	Разработка ДНК-инсектицидов и векторов РНК-интерференции	Биотехнические, генетические	Узкоселективные, экологически безопасные препараты

На начальном этапе зарождения защиты растений как науки (I этап), охватывающем период конца XIX – начало XX веков, исследования носили преимущественно фаунистический характер, касались описания новых видов насекомых и патогенов, особенностей их фенологии. Преобладал агротехнический метод борьбы с фитофагами и фитопатогенами, основанный на их физическом уничтожении, включая приемы непосредственного сбора и удаления из сада. В целом этот способ был очень трудоемким и малоэффективным, особенно в борьбе с заболеваниями. В настоящее время в промышленных садах не используется, но может найти применение на приусадебных участках и мелких фермерских хозяйствах.

Разработка и применение пестицидов минерального происхождения (соли меди, ртути, элементарная сера, минеральные масла) в начале XX века положила начало химическому методу борьбы с вредителями и болезнями (II этап). В комплексных системах защиты многолетних агробиоценозов основой был и остается химический метод как наиболее продуктивный, быстродействующий и высокоэффективный. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в настоящее время насчитывает более 100 наименований торговых марок, относящихся к 58 классам химических соединений. К ним относятся:

фосфоорганические соединения – 12; синтетические пиретроиды – 17, неоникотиноиды – 5; авермектины – 4; ингибиторы синтеза хитина – 2; ювеноды – 3; комбинированные инсектициды – 5.

Тем не менее, к середине 1970-х годов стали проявляться существенные недостатки широкомасштабного использования пестицидов – загрязнение окружающей среды остатками препаратов, появление резистентных к пестицидам рас и форм фитофагов и фитопатогенов и т.д., что послужило стимулом к избирательному их использованию, сокращению кратности обработок и поиску новых химических соединений селективного действия с низкими нормами применения. На смену позиции полного уничтожения вредных видов пришла идея интегрированной борьбы в форме концепции сокращенной схемы обработок с учетом экономических порогов численности и вредоносности и комбинирования всех существующих методов борьбы, но прежде всего химического с биологическим и агротехническим (III этап).

Принципиально новый этап в защите растений начался с появлением биологически активных веществ (БАВ) различного типа – феромонов, гормонов, хемостерилиантов, регуляторов роста и развития насекомых и созданием бактериальных и вирусных препаратов. С началом широкомасштабного использования феромонов появилась возможность решения новой задачи – не только снизить плотность популяций вредителей и патогенов, но и удерживать ее на «допороговом» уровне как можно дольше, используя при этом препараты узкоселективного действия с низкими нормами расхода, нетоксичные для полезной энтомоокарифауны.

В результате, в начале XXI столетия возникла концепция управления ростом популяций вредных организмов с помощью биологически активных веществ информационного типа по интегрированным показателям: $r_{\max}$ (критерию Мальтуса) и R_0 (критерию Райта), вычисляемым по «таблицам жизни» (Life table), включающим когортные таблицы выживания (онтогенез) и возрастные таблицы плодовитости (воспроизводство). Разработка теоретических и практических аспектов данной концепции была начата в 2000-х годах под руководством доктора биологических наук В.И. Митрофанова (Митрофанов и др., 2004). На основе этой концепции появилась существующая и поныне прогнозируемая система защиты растений, основанная на сочетании биотехнического метода с применением узкоспециализированных пестицидов и позволяющая достичь определенного успеха в подавлении численности вредных видов. Применение узкоспециализированных пестицидов и гормональных средств нуждалось в более тонких методах определения сроков борьбы, т.к. от этого зависела их эффективность. Для сигнализации сроков применения препаратов данных групп впервые в Крыму начали применять половые аттрактанты насекомых и была разработана методика использования ловушек с феромонами чешуекрылых (IV этап).

Феромоны – химические вещества, вырабатываемые и выделяемые в окружающую среду живыми организмами и вызывающие специфические ответные реакции у воспринимающих их особей того же вида, в настоящее время являются неотъемлемой частью любой интегрированной системы защиты, т.к. сроки проведения обработок против наиболее вредоносных видов – яблонной, восточной и сливовой плодовой моли определяются на основе данных отлова самцов на феромонные ловушки.

Применение феромонов как метода борьбы с вредителями включает «массовый отлов» и дезориентацию. Суть дезориентации заключается в насыщении участка высокими концентрациями синтетического полового феромона самки, что вызывает неспособность самцов различить индивидуальный следовой запах природных самок в условиях высокого уровня фонового запаха (Балыкина и др., 2020).

В наших исследованиях установлена высокая биологическая эффективность применения диспенсеров с половым феромоном яблонной плодовой моли марки Шин–

Етсу МД СТТ (производство компании «Шин Етсу Кемикал Ко ЛТД» Япония). При однократном вывешивании 500 диспенсеров/га в яблоневом саду лет бабочек вредителя практически отсутствовал, тогда как на участках химической защиты и в контроле наблюдался интенсивный лет яблонной плодожорки в течении всего периода вегетации. Повреждение плодов в съемном урожае на участке дезориентации составило 0,3%, что на уровне эталонного варианта при 12-ти кратном применении инсектицидов. Биологическая эффективность метода дезориентации самцов в съемном урожае составила 99,6%. При этом дезориентирующий эффект сохранялся на протяжении четырех с половиной месяцев: с конца апреля до второй декады сентября. В этот период поврежденных плодов на деревьях не выявлено.

Практическим примером внедрения в производство концепции интегрированного управления ростом популяций стала система защиты плодовых культур (на примере яблони), основанная на методах управления процессами жизнедеятельности экономически значимых видов фитофагов с учетом их жизненной стратегии. Разработанная система позволяет снизить количество обработок и пестицидный прессинг в садовом агроценозе в 1,7 раза (количество обработок снижается с 10 до 6, а расход инсектицидов с 28 до 16 кг/га за сезон), что благоприятно сказывается на жизнедеятельности энтомоакарифагов, численность которых на участках с использованием предложенной системы за вегетационный период увеличивается в среднем в 6,8 раза. При этом биологическая эффективность разработанной системы на 14,5% выше, чем у применявшейся ранее зональной системы защиты яблони (96,7 и 82,1%, соответственно). Экономический эффект (рентабельность) с 1 га яблоневого сада составлял в среднем 317,0%, что на 170,0% выше, чем у применявшийся ранее системы. Система регулируемой защиты яблони внедрена в плодоносящих яблоневых садах Крыма на общей площади 184 га. Данные опубликованы в монографии «Энтомоакарокомплекс и защита яблоневых садов Крыма» (Балыкина, Черный, 2018 г.)

Однако, несмотря на значительное сокращение объемов применения пестицидов при использовании интегрированных систем защиты, важным экологическим вопросом является разработка препаратов для контроля численности насекомых-вредителей, которые будут безопасными, доступными и одновременно эффективными в долгосрочной перспективе. Разработка постгеномного подхода, который основывается на применении фрагментов природных полимеров – нуклеиновых кислот положила начало новому пятому (V) этапу исследований по защите растений. Разрабатываются контактные ДНК-инсектициды на основе коротких антисмысловых фрагментов генов, а также препараты на основе двухцепочечных РНК-фрагментов. Исследованиями по испытанию одно цепочных ДНК инсектицидов против личинок *Unaspis euonymi* Comst. установлена высокая смертность личинок фитофага на 7-е сутки после применения. Действие препарата продолжается более 30-ти суток. В контроле естественная смертность личинок вредителя в начале опыта составляла 11,9%, а через 30 суток достигла 26,6%. Учитывая высокую избирательность действия и экологическую безопасность препаратов данной группы, в перспективе они могут стать альтернативой химическим инсектицидам.

В контексте представленных концепций на современном этапе развития защиты растений следует выделить ряд исследований теоретического и практического характера в области энтомологии, акарологии и фитопатологии.

Энтомологические исследования базируются на систематическом мониторинге видового и количественного состава членистоногих в многолетних агроценозах Крыма. На основании 20-летних исследований по оценке видового и количественного состава членистоногих, выявленных в яблоневых садах различного возраста и типа

возделывания, разработаны методические рекомендации, в которых представлены основные возрастные этапы формирования энтомоакарокомплекса яблоневых садов, изложены методы выявления и учета экономически значимых фитофагов и их естественных врагов, представлены способы бонитической характеристики ценозов по двум основным показателям биоразнообразия – доминированию (индекс Симпсона) и выравненности (индекс Пиелу), и предложены схемы защиты яблони с учетом возраста сада и пестицидной нагрузки. Методические рекомендации позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние конкретного агроценоза, прогнозировать развитие потенциально опасных видов вредителей, подобрать необходимый ассортимент пестицидов и определить оптимальные сроки и нормы их применения (Балыкина и др., 2015).

Статистический анализ 37-летних данных по сезонной динамике численности яблонной плодовой жоржки позволил установить, что поврежденность плодов яблонной плодовой жоржкой напрямую зависит от урожайности (коэффициент корреляции 0,9) и мало зависит от динамики лета (коэффициент 0,56). Поврежденность урожая прямо пропорциональна суммарному количеству гусениц вредителя, уходящих в зимнюю диапаузу (коэффициент корреляции 0,68). Полевая оценка эффективности регулирования скорости роста популяции яблонной плодовой жоржки методами токсикологии (по поврежденности плодов) и демографии (по изменению биотического потенциала) показала, что для контроля численности вредителя целесообразно использовать регуляторы роста и развития насекомых. Оценка их применения токсикологическими методами позволила установить 92,0–98,0% биологическую эффективность в съемном урожае. Демографическая оценка показала снижение плотности популяции вредителя в каждом последующем поколении в среднем в 1,5 раза и увеличение процента паразитирования гусениц, уходящих в зимнюю диапаузу, с 23,9 до 35,6%. При этом в садовом агроценозе сохраняются трофические связи типа «паразит-хозяин» (Балыкина, Черный, 2018).

В парковых ценозах наряду с аборигенными фитофагами ежегодно фиксируются ранее не встречавшиеся виды. Динамика инвазии составляет 2–3 ранее не выявленных вида в год. В таксономической структуре инвазивных видов преобладают равнокрылые, вторую позицию занимают полужесткокрылые, третью равнокрылые. Только в текущем году обнаружены три новых инвазивных вида – *Bruchidus terrenus* Sharp. из семейства Chrysomelidae на *Albizia julibrissin* Durazzini, *Corythucha arcuata* Say. семейство Tingidae обнаружена на *Quercus*; *Fagaceae* и *Ophelimus maskelli* Ashmead, на растениях рода *Eucalyptus* L'Héritier. (Трикоз, 2019). В Арборетуме и парках Никитского ботанического сада выявлено 24 вида вредителей, повреждающих 55 видов растений. У ряда фитофагов появились новые растения-хозяева: у *Corythucha arcuata* Say. – *Quercus cerris*, *Q. castaneifolia*, *Q. myrsinaefolia*, *Q. pubescens*; у *Pulvinaria floccifera* Westw. – *Ilex aquifolium*, *Cinnamomum camphora*, *Osmanthus aquifolium*; у *Euphyllura olivine* Costa. – *Osmanthus fortunei*; у листоблошки жимолостной – *Lonicera caprifolium*; у *Icerya purchasi* Mask. – *Buxus sempervirens*, *Poncirus trifoliata*, *Berberis* sp.; у *Aphis maidiradicis* Forbes – *Spartium junceum*. Снизилась распространенность и интенсивность развития вредителей: *Pulvinaria floccifera* Westw. – на 20,0–30,0%, *Euphyllura olivine* Costa. – до 30,0%, *Trioza anthrisci* Burckhardt – до 50%, *Unaspis euonymi* Comst. – на 10 %, *Forda hirsute* Mordv. – на 70,0%, *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc. – до 50,0%. Повысилась активность вредителей: *Cydalima perspectalis* Walker – на 30,0–40,0%, *Trialeurodes lauri* Sign. – до 50,0% (Исигов, Трикоз, 2019).

Учитывая тот факт, что жизнедеятельность насекомых в значительной степени обусловлена температурно-влажностным режимом вегетационного периода,

численность и, как следствие, вредоносность спрогнозирована на основе корреляционной зависимости между погодными условиями и плотностью их популяций. Нами установлена высокая корреляционная зависимость между ГТК и отловом бабочек яблонной плодожорки на феромонные ловушки и рассчитано уравнение линейной регрессии. При этом оптимальный температурно-влажностный режим для жизнедеятельности вредителя обеспечивается при показателе ГТК 0,8 – 1,0. Таким образом, определив ГТК и используя данное уравнение можно рассчитать ожидаемую плотность популяции вида на текущий вегетационный период.

Определено, что зеленая яблонная тля интенсивно размножается в первую половину вегетационного периода – апрель–июнь, чему способствует влажная погода (ГТК >1,0). Численность в яблоневых садах клещей фитофагов в жаркие и засушливые годы с показателем ГТК ниже 1, резко возрастает (Балыкина, Черный, 2018).

На основе многолетних наблюдений за динамикой лета яблонной, восточной, сливовой, грушевой плодожорок и гвоздичной листовертки с помощью феромонных ловушек и метеоданных были разработаны статистические модели прогноза численности этих вредителей. Для создания моделей использованы линейные параметрические модели авторегрессии и авторегрессии-регрессии, которые хорошо описывают динамику численности указанных видов и могут быть использованы для составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов и для других видов чешуекрылых. На основании разработанных моделей был составлен прогноз развития вредителей до 2010 года. Ошибка прогнозов составила 15,0–20,0%, оправдываемость 85,0 –90,0%. (Митрофанов, Савельев, 1999).

Разработанные модели позволяют получить сведения о колебаниях численности вредителей в природе и дают возможность установить сроки появления уязвимых фаз, против которых наиболее эффективно проведение защитных мероприятий. На основании результатов исследований составлены методические рекомендации, где систематизирована единая методика разработки статистических моделей пяти видов плодоповреждающих чешуекрылых, являющихся доминирующими в плодовых насаждениях Крыма. Разработанная методика в сочетании с автоматизированной системой сбора метеорологических данных может служить основой для создания автоматизированного места агронома (АРМ с пакетом программного обеспечения).

Акарологические исследования, начатые первым заведующим отделом защиты растений И.З. Лившицем и продолженные доктором биологических наук В.И. Митрофановым и доктором биологических наук профессором Кузнецовым Н.Н., внесли большой вклад в изучение фауны, систематики, биоэкологии растительоядных клещей и мер борьбы с ними. В.И. Митрофановым выявлено и описано более 400 новых для науки видов и проведена ревизия видового состава тетраниховых клещей на территории бывшего Советского Союза, составлены определители паутинных клещей Советского Союза и клещей-плоскотелок фауны мира.

Н.Н. Кузнецовым подведены итоги изучения фауны хищных клещей семейства Stigmaeidae (роды *Stigmaeus*, *Cheylostigmaeus*, *Storchia*). Мировая фауна этих родов насчитывает 89 видов, соответственно по родам 71, 16 и 2 вида. Фауна Крыма – 14 видов, по родам 13,0 и 1,0 (Кузнецов, Петров, 1984). В заповеднике «Мыс Мартыан» выявлено 5 видов: *Stigmaeus pilatus*, *S. pulchellus*, *S. purpurascens*, *S. nikitensis* и *Storchia robusta*. На основе исследований издана монография «Mites of the family Scutacaridae of Eastern Palearctic» (Khaustov, 2008).

Также под руководством Н.Н. Кузнецова начаты прикладные исследования по изучению и практическому использованию хищных клещей семейства фитосейид как новых агентов биологической защиты садов и виноградников Крыма. В начале 2000-х годов на базе двух научно-производственных биолaborаторий нарабатывался и

расселялся по Крыму материал для защиты от клещей-фитофагов на 5000-6000 га садов и виноградников. Метод позволял исключить акарициды из системы химических обработок, способствуя снижению пестицидной нагрузки более чем на 20,0%, повышению экологического качества урожая и восстановлению местной полезной фауны. Дополнительный доход только за счет экономии акарицидов составляет 160 долл./га.

Нашими исследованиями доказана возможность регулирования плотности популяции клещей-фитофагов при их пороговой численности с помощью хищных клещей методами «наводнения» и искусственного разведения с последующим выпуском в сад. Установлено, что в летний период при температурах от 30 °C и выше и влажности до 50,0% развитие паутиных клещей эффективно сдерживает совместное применение *A. andersoni* и *A. californicus* при норме выпуска 250-300 особей на каждое 10-е дерево. Сочетание биометода с использованием акарицидов позволяет сократить кратность обработок от клещей-фитофагов с 5-7 до 1-2 за сезон. На основе полученных данных запатентован «Способ защиты насаждений с использованием хищных клещей». (Балыкина и др., 2020).

В результате 35-летних микологических исследований в Крыму на 700 видах древесных растений было выявлено более 2,5 тысяч видов грибов (Исиков, Трикоз, 2017). Впервые в практике микологических исследований разработана методика составления микологических карт растений, изучены сукцессии грибов на побегах 50 видов древесных пород пяти жизненных форм. Всего на побегах древесных растений выявлено 187 видов грибов из 56 родов, 6 классов, 15 порядков и 27 семейств. Грибы относятся к двум отделам: Ascomycota – 184 вида (98,4%) и Basidiomycota – 3 вида (1,6%). Грибы на древесных растениях представлены в микологической системе MycoBank и Cybertruffle. Ботанические названия древесных растений приведены в современной международной классификации по The Plant List (www.theplantlist.org). Проведено распределение грибов по пяти ботанико – географическим зонам Крыма: Полынная степь (ПС), Крымская Степь (КС), Крымская Лесостепь (КЛС), Горный Крым (ГК), Южный берег Крыма (ЮБК). Создано 1500 микологических моделей, отражающих хозяино-паразитарные связи грибов с конкретными растениями-хозяевами для 23 экотопов Крыма. Подробно изучены сукцессии грибов на 50 видах древесных растений, позволяющие применить биологические методы определения устойчивости многолетних насаждений (Исиков, Трикоз, 2017).

Установлено, что видовое разнообразие патогенных организмов на древесных растениях определяется следующими факторами: а) специализацией фитопатогенных грибов по растениям-хозяевам; б) количеством выявленных пространственных и временных экологических ниш для патогенных грибов на растениях; в) сукцессионными изменениями в экологических нишах во временном континууме; г) за счет викарных видов грибов, проявляющихся при интродукции древесных растений за пределы ареала (зоны интродукции и дисконфорта).

В области фитопатологии в последнее десятилетие продолжены начатые ранее исследования по выявлению сортов и гибридных форм плодовых культур с повышенной устойчивостью к патогенам с целью их дальнейшего использования в селекции на иммунитет. На естественном и искусственном инфекционных фонах по общепринятой методике был оценен генофонд персика, нектарина, персика декоративного и абрикоса на поражаемость грибными заболеваниями. В результате были выявлены и рекомендованы для дальнейшего использования в селекционном процессе как доноры устойчивости сорта персика с повышенной устойчивостью к болезням.

Установлен видовой состав возбудителей грибных и бактериальных заболеваний на цветочно-декоративных культурах НБС – ННЦ. Определены доминирующие, типичные часто и редко встречаемые пятнистости и некрозы. Динамика развития возбудителей грибных заболеваний на *Tulipa*, *Syringa*, *Chrysanthemum*, *Clematis*, *Iris*, *Heterocallis*, *Begonia*, *Geranium* свидетельствует, о том, что доминирующими формами микробиоты пораженных растений являются грибные инфекции (73,0%), среди которых преобладают представители родов *Fusarium*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Alternaria*. Существенное значение по качественному составу возбудителей болезней занимают бактериальные инфекции (21,0%) из родов: *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, по симптомам фиксируются вирусы и фитоплазма (6,0%).

Исследованиями по степени поражаемости возбудителями грибных болезней коллекции садовых роз: *Podospaera pannosa* (Wallr.) De Bary, *Diplocarpon rosae* F.A.Wolt., *Phragmidium tuberculatum* Jul. Müll.; и определению степени вредоносности фитофагов: *Macrosiphum rosae* L., *Archips rosana* L., *Tropinota hirta* Poda, *Cetonia aurata* Linnaeus. установлено, что наиболее вредоносными грибными болезнями являются: *Sphaerotheca pannosa* (Wall.) Lev., поражено от 10,0 до 30,0% сортов; *Diplocarpon rosae* F.A. Wolt., поражено 30,0% сортов; *Phragmidium tuberculatum* Jul. Mull. – поражено до 10,0% сортов. Основными фитофагами розы из группы Ругоза *Abelzieds*, *Pink Grotendorst*, *Ritausma* являются: *Macrossiphum rosae* L., *Archips rosana* L., *Cetonia aurata* L., *Tropinota hirta* Poda., *Tetranychus urticae* Koch.

Для дальнейших селекционных исследований отобраны: 21 сорт полуплетистой садовой группы, устойчивой к грибным болезням, 7-ми сортов группы Флорибунда, по 6 сортов садовых групп Кордеса и почвопокровной и 5 сортов группы Грандифлора. Стабильная устойчивость подтверждена у 3-х сортов садовой группы Ругоза. Выделен и разработан ассортимент 46 сортов роз миниатюрной садовой группы, с повышенной устойчивостью к грибным болезням, которые будут использованы в ландшафтном озеленении Южного берега Крыма и в дальнейшей селекционной работе.

Определена зависимость распространения грибных болезней и фитофагов от метеорологических условий. Установлено, что при температуре +28°C и осадках от 0,9 мм и выше цветение роз начинается на 10 дней раньше средних многолетних показателей, что способствует появлению вредителей *Cetonia aurata* и *Tropinota hirta*, заселенность которыми в текущем году составила 30,0%

В целом результаты современных энтомологических, акарологических, фитопатологических и микологических исследований позволяют объективно оценить фитосанитарное состояние садово-паркового агробиоценоза, выявить доминирующие виды патогенов и вредителей, прогнозировать тенденции их развития и подобрать экологически безопасные, экономически рентабельные методы контроля их численности, и в дальнейшем послужат основой циклических технологий интенсивного типа, обеспечивающих устойчивое сдерживание роста и развития вредных видов на уровне, не превышающем экономических порогов численности и вредоносности с прибыльной окупаемостью затрат на проведения защитных мероприятий и обеспечением сохранности окружающей среды и соблюдения стандартов качества продукции.

Литература / References

Балыкина Е.Б. Экологические основы формирования энтомокомплекса яблоневых садов Германия: LambertAcademicaPublishing, 2012. 100 с.

[Balykina E.B. Ecological basis of the formation of entomocomplexes of apple orchards. Germany: LambertAcademicaPublishing, 2012. 100 p.]

Балыкина Е.Б. Этапы формирования энтомокомплекса яблоневого сада // Вестник защиты растений. 2012. № 2. С. 62-65.

[Balykina E.B. Stages in the formation of entomocomplexes apple orchard. *Bulletin of plant protection*. 2012. 2: 62-65]

Балыкина Е.Б., Черний А.М. Энтомоакарокомплекс и защита яблоневых садов Крыма. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 348 с.

[Balykina E.B., Cherniy A.M. Entomoacarocomplexes and protection of apple orchards of the Crimea. Simferopol: "Arial", 2018. 348 p.]

Балыкина Е.Б., Трикоз Н.Н., Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С. и др. Итоги испытаний синтетических половых феромонов чешуекрылых // Бюлл. ГНБС. 2019. № 130. С. 93-99.

[Balykina E.B., Trikoz N.N., Yagodinskaya L.P., Ribaryova T.S. et al. Results of tests of synthetic sex pheromones of Lepidoptera. *Bull. SNBG*. 2019. 130: 93-99]

Балыкина Е.Б., Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С., Корж Д.А. Важнейшие фитофаги садовых агроценозов Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. 352 с.

[Balykina E.B., Yagodinskaya L.P., Rybaryova T.S., Korzh D.A. The most important phytophages of garden agrocenoses of the Crimea. Simferopol: "ARIAL", 2020. 352 p.]

Исиков В.П., Трикоз Н.Н. Защита декоративных насаждений от вредителей и болезней в парках Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. 104 с.

[Isikov V.P., Trikoz N.N. Protection of ornamental plantings from pests and diseases in parks of the Crimea. Simferopol: "ARIAL", 2017. 104 p.]

Исиков В.П., Трикоз Н.Н. Фитосанитарный мониторинг в парковых насаждениях Крыма. Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. 296 с.

[Isikov V.P., Trikoz N.N. Phytosanitary monitoring in park plantations of the Crimea. Simferopol: "Arial", 2019. 296 p.]

Кузнецов Н.Н., Петров В.М. Хищные клещи Прибалтики (Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata). Рига: «Зинатне», 1984. 141 с.

[Kuznetsov N.N., Petrov V.M. Predatory mites of the Baltic States (Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata). Riga: "Zinatne", 1984. 141 p.]

Митрофанов В.И., Савельев В.А., Трикоз Н.Н., Смыков А.В., Балыкина Е.Б. Основы управления многолетними агропатосистемами // Сб. научных тр. ВПРС МОББ. Одесса. 1999. С. 193-198.

[Mitrofanov V.I., Savelyev V.A., Trikoz N.N., Smykov A.V., balykina E.B. Fundamentals of management of long-term agricultural systems. Coll. scientific works WPRS IOBC. Odessa, 1999, P. 193-198]

Митрофанов В.И., Манько А.В., Балыкина Е.Б. Проблемы гарантий сохранения урожая и стабильности агроценоза в садоводстве. Интегрированный захист рослин на початку 21 століття: тез. докл. Київ, 2004. С. 307-312.

[Mitrofanov V.I., Man'ko A.V., Balykin E.B. Problems of safeguards to preserve the harvest and stability of agrocenosis in horticulture. Integrated plant protection at the beginning of the 21st century: th. rep. Kiev, 2004. P. 307-312.]

Митрофанов В.И. Управление фитопатосистемами в XXI веке. Симферополь: ИТ «Ариал», 2020. 95 с.

[Mitrofanov V.I. Control of phytopathosystems in the twenty-first century. Simferopol: "Arial", 2020. 95 p.]

Плугатарь Ю.В. Никитский ботанический сад как научное учреждение. Вестник Российской Академии наук. 2016. Том 86, №2. С. 120-126.

[Plugatar Yu. V. The Nikitsky Botanical Gardens as a scientific institution. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2016. 86 (2): 120-126]

Трикоз Н.Н. Современное фитосанитарное состояние парковых ценозов Южного берега Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2019. Том 150. С. 93-101. DOI: 10.36305/2019-1-150-93-101

[Trikoz N. N. Modern phytosanitary condition of park cenoses of the Southern Coast of the Crimea. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2019. 150: 93-101. DOI: 10.36305/2019-1-150-93-101]

Gorina V., Balykina E., Korzh D., Yagodinskaya L. Comparative effectiveness of various protection systems of the pear from *Psilla pyri* L. in the Crimea // The First International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes (December 2–4, 2019). BGL, 2019. P. 33

Khaustov A.A. Mites of the family Scutacaridae of Eastern Palearctic. Київ: «Академперіодика» НААН України, 2008. 291 p.

Статья поступила в редакцию 25.10.2020 г.

Plugatar Yu.V., Balykina E.B. History and main directions of research on plant protection in the Nikitsky Botanical Gardens. Dedicated to the 100th anniversary of the founding of the Department of plant protection // *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2020. № 4 (157). P. 7-17.

The article provides information on the history of the creation and development of the Department of plant protection in the Nikitsky Botanical Gardens and the results of modern theoretical and applied research on the protection of native and introduced plants for 2000-2020. The main concepts, directions and methods in the development of integrated plant protection systems for fruit and park plantations are considered. There are five stages in solving the main task of plant protection-the rational management of the phytosanitary state of agrobiocenoses: 1. use of agrotechnical methods of control, including mechanical destruction of phytophages; 2. chemical method of plant protection using polytoxic broad-spectrum pesticides; 3. integrated control in the form of the concept of a reduced treatment scheme, taking into account the economic thresholds of abundance and harmfulness and combining all existing methods of control; 4. managing the growth of populations of harmful organisms using biologically active substances of the information type according to integrated indicators; 5. development of a post-genomic approach to limiting the number of phytophages, based on the use of fragments of natural polymers of nucleic acids, development of contact DNA insecticides based on short antisense fragments of genes, as well as preparations based on double-stranded RNA fragments. Modern research has a high theoretical and applied significance for the development of integrated protection systems for fruit, ornamental, and forest crops in the Russian Federation and Crimea. It allows us to objectively assess the phytosanitary state of the garden and park agrobiocenosis, identify the dominant types of pathogens and pests, predict their development trends, and select environmentally safe, cost-effective methods for controlling their numbers.

Key words: *Department's foundation; concept; stages; methods of protection*

УДК 635.055:504.753:712.253(477.75)
DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-18-25

ИНФОРМАЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ – ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В АМПЕЛОЦЕНОЗАХ КРЫМА

**Наталья Васильевна Алейникова, Яна Эдуардовна Радионовская, Евгения
Спиридоновна Галкина, Владимир Владимирович Андреев, Лиана Владимировна
Диденко, Сергей Юрьевич Белаш, Павел Александрович Диденко, Владимир
Николаевич Шапоренко, Елена Александровна Болотянская**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Всероссийский национальный научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»,
298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, д. 31
E-mail: plantprotection-magarach@mail.ru

Защита растений в настоящее время переживает период активной цифровизации, которая затрагивает самые различные стороны ее деятельности и предполагает формирование баз фитосанитарных данных, электронных определителей, использование искусственного интеллекта (создание и обучение нейронных сетей), разработку программного обеспечения, использование беспилотных летательных аппаратов, автоматических агрометеостанций и, в целом, создание систем поддержки принятия решений. Формирование информационных баз данных является первым и очень важным этапом в создании системы принятия решений, что позволяет с необходимой достоверностью отслеживать многолетние и сезонные изменения в структуре биоты агроценозов, прогнозировать фитосанитарные риски, разрабатывать адаптивные системы защиты, а также оперативно и обоснованно вносить в них коррективы. В 2015-2019 гг. на плодоносящих промышленных насаждениях основных виноградарских зон Крыма – Южнобережной, Горно-долинной, Юго-западной и Центральной степной, проведено изучение структур энтомо-, акаро- и патоккомплексов винограда. Наблюдения велись на типичных для каждого региона виноградниках технических и столовых сортов. Установлено развитие более 20 заболеваний грибной и бактериальной этиологии, поражающие надземные и подземные органы виноградных растений. Получены новые данные о зональных особенностях формирования и изменения патоккомплексов ампелоценозов Крыма, их структуре, значениях индексов встречаемости разных видов патогенов, интенсивности поражения вегетативных и генеративных органов виноградных растений. Таким образом, накоплен материал для формирования информационной базы данных по структуре зональных патоккомплексов ампелоценозов Крыма. По результатам исследований структуры зональных комплексов членистоногих вредителей винограда сформирована информационная база данных «Структура энтомоакарокомплексов фитофагов ампелоценозов основных зон виноградарства Крыма» (АААА-Г20-620051990003-5), в которой приведен аннотированный список 55 видов фитофагов винограда. В базе данных представлены материалы по сравнительной характеристике зональных комплексов фитофагов ампелоценозов Крыма по видовому богатству, таксономической и экологической характеристикам, а также частоте встречаемости исследуемых видов.

Ключевые слова: *цифровизация; база данных; ампелоценоз; фитофаги; патогены; видовое богатство; частота встречаемости*

Введение

Цифровизация – это внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни для повышения её качества и уровня развития. Она позволяет выполнять различные трудоемкие задачи и принимать решения без участия человека. Защита растений в настоящее время переживает период активной цифровизации, её актуальные направления сосредоточены на:

- формировании баз данных. Это направление является первым и очень важным этапом в создании системы принятия решений – генерации адаптивных агротехнологий. Электронные информационно-аналитические системы

характеризуются оперативным доступом к массивам структурированной информации, снабжённой средствами навигации и поиска (EPPO Global Database; MycoBank Database; AgroAtlas и др.);

- использовании искусственного интеллекта (создание и обучение нейронных сетей) для обнаружения, классификации и идентификации болезней и вредителей винограда, определение и подсчет урожайности, управление водными ресурсами и почвой, прогнозирование погоды (климата) (Buffara *et al.*, 2014; Gullino, Bonants, 2014; Oerke *et al.*, 2014; Knauer *et al.*, 2017; Al-Saddik *et al.*, 2019);

- разработке программного обеспечения (систем хранения данных, цифровых платформ, математических моделей развития вредных организмов в различных условиях, мобильных приложений) для рационального управления базами данных и принятия решений на их основе, создание прогнозов (Del Ponte *et al.*, 2020; Sheng Hung *et al.*, 2020; Essling, McKay, 2021);

- использование беспилотных летательных аппаратов, автоматических агрометеостанций для удаленного мониторинга и прогноза развития вредных организмов (Dadras *et al.*, 2019).

Создание цифровых технологий защиты сельскохозяйственных культур предполагает оцифровку всех составляющих её блоков – от диагностики до принятия решений. Цифровая диагностика включает различные автоматизированные источники, позволяющие более точно и быстро диагностировать вредные организмы (Санин, Ибрагимов, 2019). Однако в настоящее время более или менее полные базы данных с фотографиями и видеоклипами живых вредных организмов и растений, представляющих достоверно определённые виды вредителей, сорняков, а также симптомы болезней растений, практически отсутствуют (Гричанов, 2019).

На современном этапе основными дестабилизирующими факторами фитосанитарного состояния ампелоценозов, способствующими накоплению и распространению опасных вредных организмов (в том числе новых инвазийных), признаны несоблюдение технологий выращивания винограда, интродукция посадочного материала, изменение климата и др. (Алейникова и др., 2016). Современная концепция оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов, в том числе ампелоценозов, предусматривает биоценотический подход к построению защитных мероприятий, направленных на управление их структурно-функциональной организацией (Павлюшин и др. 2016). Такой подход делает возможным управление не только динамикой численности видов в агробиоценозах, но и их ответными реакциями на экзогенные воздействия (Юрченко и др., 2018). Многоуровневый подход обуславливает необходимость изучения ампелоценозов как единой целостной экосистемы, что на сегодняшний день актуально и востребовано. Результаты таких исследований станут основой для разработки адаптивных технологий защиты виноградных насаждений в конкретных природно-климатических зонах.

Цель наших исследований – изучение структуры комплексов вредной биоты ампелоценозов основных виноградарских зон Крыма, раскрывающие их различия по видовому богатству, плотности популяций, интенсивности поражения (повреждения) виноградных растений, и создание на основе полученных результатов информационных баз данных регионального уровня.

Объекты и методы исследования

Развитие промышленного виноградарства в Республике Крым обусловлено благоприятными почвенно-климатическими условиями, которые характеризуются значительным разнообразием. С учётом этих различий на полуострове выделены шесть зон (макрозон) выращивания винограда, для которых свойственен ассортимент сортов,

обеспечивающий их специализацию в виноградарстве и виноделии (Мельник и др., 2010).

Изучение энтомо-, акаро- и патоккомплексов проводили в 2015-2019 гг. на плодоносящих промышленных насаждениях четырёх основных виноградарских зон Крыма – Южнобережной (ГУП РК «ПАО «Массандра»), Горно-долинной (ГУП РК «ПАО «Массандра», АО «Феодосийский завод коньяков и вин»), Юго-западной (АО «Агрофирма «Черноморец», ПАО «Бурлюк», ООО «Дом Захарьиных», ООО «Агрофирма «Золотая балка», ООО «СВЗ-АГРО», ООО «Инвест Плюс») и Центральной степной (ООО «Крымские виноградники», КФХ Махотка В.И., АО «Старокрымский») (Мельник и др., 2010). Для наблюдений были выбраны типичные для каждого региона виноградники технических и столовых сортов.

По климатическим условиям зоны проведения исследований различаются по показателям тепло- и влагообеспеченности, в том числе температурным режимом зимнего периода. Южный берег Крыма (ЮБК) характеризуется умеренно жарким, засушливым климатом с очень мягкой зимой, без периодов с устойчивыми отрицательными температурами воздуха. Климат Горно-долинного Крыма (ГДК) засушливый с недостаточным количеством осадков и мягкой зимой. В Юго-западном Крыму (ЮЗК) климат умеренно-теплый, мягкий, засушливый; в отдельные годы зимой наблюдается понижение температуры воздуха до минус 22-30 °С. Климат Центрального степного Крыма (ЦСК) континентальный, засушливый и очень засушливый, зимы суровые – абсолютный минимум до минус 31-34 °С (Иванченко и др., 2010).

Работу проводили согласно методическим подходам, используемым в отечественной и международной практике микологических, эколого-фаунистических и синэкологических исследований (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992; Лебедева, Криволуцкий, 2002). Наблюдения, сбор материала и учеты вредных организмов осуществляли на надземной части виноградных растений модельных участков не менее трех раз за сезон вегетации (в периоды до цветения, роста ягод и созревания) при проведении маршрутных обследований с использованием известных и авторских методик (Радионовская, Диденко, 2010). Для установления видовой принадлежности возбудителей болезней, насекомых и клещей использовали общепринятые определители и международные базы данных (<http://www.mycobank.org>, <http://www.cabi.org>, <http://www.eppo.org> и др.).

Для создания базы данных использовалась система управления содержанием (CMS) Joomla!, написанная на языках PHP и JavaScript, применяющая в качестве хранилища базы данных СУБД MySQL. Данная система является свободным программным обеспечением, распространяемым под лицензией GNU GPL.

Результаты и обсуждение

По результатам исследований в рамках формирования баз данных регионального уровня по структуре энтомо-, акаро- и патосистем ампелоценозов Крыма, как первого этапа в создании системы принятия решений, составлены аннотируемые списки патогенов и фитофагов, зональные перечни их видового обилия; дана структурная характеристика комплексов (таксономическая, экологическая); определена фенология, особенности развития вредных организмов; установлены факторы, лимитирующие их развитие.

В 2015-2019 гг. на плодоносящих промышленных насаждениях четырёх основных виноградарских зон Крыма установлено развитие более 20 заболеваний грибной и бактериальной этиологии, поражающие надземные и подземные органы виноградных растений, а также имеющие системный характер, в том числе: эска, «черная ножка» или корневая гниль, ботриосферовое отмирание многолетней

древесины, фитоплазмоз. По таксономическому составу возбудители заболеваний грибного происхождения были представлены видами из отделов *Ascomycota*, *Chromista* и *Basidiomycota*. В трофической структуре микобиоты преобладали облигатные паразиты и факультативные сапротрофы.

При исследовании структуры патоккомплексов ампелоценозов по индексу встречаемости установлено повсеместное распространение *Erysiphe necator* Schwein (возбудителя оидиума) на насаждениях четырех основных виноградарских зон Крыма и *Plasmopara viticola* Berl. & de Toni (возбудителя милдью) на виноградниках Юго-западного Крыма. Для Южнобережной, Горно-долинной и Центрально-степной зон виноградарства частота встречаемости возбудителя милдью варьировала от редкой до повсеместной. Распространение *Alternaria* sp. (возбудитель альтернариоза) в основном характеризовалось, как частое на виноградниках ЮБК, ГДК, ЦСК и варьировало от частого до повсеместного в ЮЗК. Для микромицета *Phomopsis viticola* Sacc. (возбудитель черной пятнистости) индекс встречаемости был редким в ампелоценозах ЮБК и ГДК, варьировал от редкого до частого в ЮЗК и от частого до повсеместного в ЦСК. Распространение комплекса грибов вызывающих эску характеризовалось, как частое для насаждений ГДК и колебалось между редким и частым в ЮЗК. Для возбудителя серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. индекс встречаемости варьировал между редким и частым на виноградниках ЮБК и ГДК, был в основном частым в ЮЗК и редким в ЦСК. Термофильные грибы – возбудители плесневых гнилей характеризовались следующим индексом встречаемости: *Aspergillus niger* – частым для виноградников ЮБК и ГДК, увеличивающимся с редкого до частого для ЮЗК и варьирующим между редким и частым для ЦСК; редким для *Penicillium* spp. в ампелоценозах ЮБК, ЮЗК и ЦСК, частым и редким для ГДК, для *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link во всех зонах проведения исследований; *Rhizopus nigricans* Ehrenb. наблюдали редко, единично и редко только в ЮБК и ЮЗК соответственно. Частота встречаемости возбудителя черной гнили *Macrophoma flaccida* (Viala & Ravaz) на виноградниках ЮЗК характеризовалась, как редкая. Фитоплазму *Candidatus Phytoplasma solani* – возбудителя фитоплазмоза «почернение древесины винограда» отмечали с редким индексом встречаемости во всех зонах проведения исследований. Также было выявлено единичное распространение видов *Coniothyrium diplodiella* (Speg.) Sacc. на виноградниках ЮЗК и ГДК, *Agrobacterium tumefaciens* в ЮЗК и ЦСК, *Dotheorella viticola* A.J.L. Phillips & J. Luque, *Diplodia seriata* De Not., *Memorie della* в ЮБК, ЮЗК и ЦСК и *Cylindrocarpon* sp. в ЮЗК и ГДК.

В целом, получены новые данные о зональных особенностях формирования и изменения патоккомплексов ампелоценозов Крыма, их структуре, значениях индексов встречаемости разных видов патогенов, интенсивности поражения вегетативных и генеративных органов виноградных растений. Показано расширение видового состава патогенов, доминирование возбудителей оидиума и милдью, усиление интенсивности развития альтернариоза, черной, плесневых и кислой гнили винограда. Особенности развития и распространения фитопатогенов на виноградниках во всех зонах проведения исследований обусловлены, прежде всего, метеорологическими условиями периода вегетации, сортовым составом и возрастом насаждений, технологиями выращивания винограда. Таким образом, накоплен материал для формирования информационной базы данных по структуре зональных патоккомплексов ампелоценозов Крыма.

По результатам исследований структуры зональных комплексов членистоногих вредителей винограда сформирована информационная база данных «Структура энтомоакарокомплексов фитофагов ампелоценозов основных зон виноградарства Крыма» (АААА-Г20-620051990003-5), в которой приведен аннотированный список 55 видов фитофагов винограда, относящихся к 2 классам, 8 отрядам, 30 семействам. Из

класса Insecta отмечены представители 7 отрядов, 28 семейств; из класса Arachnida – представители 2 семейств отряда Trombidiformes. Описание каждого вида дано по схеме: предпочтительное научное название, название на русском языке, синонимы и код ЕОКЗР; систематическое положение; краткое описание и оригинальные фотографии; информация о распространении, частоте встречаемости, симптомах повреждения и вредоносности на основе известных и собственных исследований.

В базе данных представлены материалы по сравнительной характеристике зональных комплексов фитофагов ампелоценозов Крыма по видовому богатству, таксономической и экологической характеристикам, а также частоте встречаемости исследуемых видов. По результатам оценки общности видовых списков с использованием бинарных коэффициентов Жаккара, Серенсена-Чекановского и Стутрена-Радулеску, а также кластерного анализа, установлено, что наиболее обособленное положение занимает комплекс вредной фауны, приуроченный к ампелоценозам Центрального степного Крыма, при высокой степени близости видового богатства изучаемых сообществ Южнобережного, Горно-долинного и Юго-западного Крыма.

В целом, на уровне таких таксонов, как отряды и семейства, состав 4 изучаемых сообществ фитофагов одинаков, различия наблюдаются лишь в количестве видов в этих структурных единицах. Анализ соотношения фитофагов разных экологических групп позволил установить, что при равном числе видов вредителей с колюще-сосущим и грызущим ротовым аппаратом в ампелоценозах Центрального степного Крыма, в сообществах фитофагов Южнобережного, Горно-долинного и Юго-западного Крыма на 8,0–9,6 % преобладают виды с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Оценка распределения видов фитофагов по экологическим нишам на виноградных растениях показала, что в условиях Южнобережного, Горно-долинного и Юго-западного Крыма более многочисленны виды, повреждающие генеративные органы (в период от дифференциации соцветий в почках до сбора урожая), тогда как в Центральном степном Крыму наблюдается более равномерное распределение видов фитофагов, питающихся генеративными и вегетативными органами.

По многолетним данным определена амплитуда частоты встречаемости для всех выявленных фитофагов винограда. С применением кластерного анализа дана характеристика видов по частоте встречаемости в четырех зонах и трех периодах наблюдений: до цветения, рост ягод и созревание. Установлено, что на фоне проводимых защитных мероприятий наиболее распространенными видами на виноградниках Крыма являются гроздевая листовёртка *Lobesia botrana* Den. Et Schiff., комплекс растительноядных трипсов Thripidae, виноградный войлочный клещ *Eriophyes vitis* Pgst., златка узкотелая виноградная *Agrius derasofasciatus* Lac., садовый паутинный клещ *Schizotetranychus pruni* Oud., скосарь крымский *Otiorrhynchus asphaltinus* Germ., пестрянка виноградная *Theresia ampelophaga* Bayl., кузнечик зелёный *Tettigonia viridissima* L., цикадка японская виноградная *Arboridia kakogawana* Mats., хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn. В условиях ЦСК количество видов с частой и повсеместной встречаемостью в разные периоды минимально (4 вида) относительно трех других зон исследований.

Заключение

В рамках цифровизации защиты растений формирование баз данных вредной биоты ампелоценозов является важным этапом в создании системы принятия решений, использование которой позволит с необходимой достоверностью, оптимальными трудовыми и финансовыми затратами отслеживать многолетние и сезонные изменения в структуре биоты ампелоценозов, прогнозировать фитосанитарные риски, оперативно

и обоснованно вносить коррективы в адаптивные системы защиты, в целом – стабилизировать фитосанитарное состояние виноградных насаждений и экологизировать возделывание винограда.

За период 2015-2019 гг. собран и проанализирован фактический материал для информационной базы данных по структуре зональных патоккомплексов, а также сформирована информационная база данных по структуре зональных энтомоакарокомплексов фитофагов, которые в дальнейшем станут основой для разработки адаптивных систем контроля вредных организмов в ампелоценозах Крыма.

Исследования проводились в рамках выполнения Государственного задания № 0833-2019-0011 (0833-2015-0007).

Литература / References

Алейникова Н.В., Борисенко М.Н., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э. Современные тенденции развития вредных организмов в ампелоценозах Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 42 (06). С. 119-133.

[Aleinikova N.V., Borisenko M.N., Galkina E.S., Radionovskaya Ya.E. Modern trends of pests development in the ampelocenoses of the Crimea. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2016. 42 (06): 119-133]

Лебедева Н.В., Криволицкий Д.А. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 255 с.

[Lebedeva N.V., Krivolutsky D.A. Geography and monitoring of biodiversity. Section. M.: Publishing house of scientific and educational-methodical center, 2002. 255 p.]

Гричанов И.Я. Опыт фитосанитарного картирования и районирования в России // Защита и карантин растений. 2019. № 11. С. 11-13.

[Grichanov I.Ya. Experience of phytosanitary mapping and regionalization in Russia. *Plant protection and Quarantine*. 2019. 11: 11-13]

Иванченко В.И., Баранова Н.В., Корсакова С.П., Рыбалко Е.А. Оптимизация размещения столовых сортов винограда в зависимости от агроэкологических ресурсов АР Крым: Тематический сборник. Ялта: НИВиВ «Магарах», 2010. 60 с.

[Ivanchenko V.I. Baranova N.V., Korsakova S.P., Rybalko E.A. Optimization of distribution of table grape varieties depending on the agroecological resources of the Autonomous Republic of Crimea: Thematic collection. Yalta: NIV&W Magarach, 2010. 60 p.]

Мельник Ю.Ф., Мельник С.И., Агафонов М.Ф. та інші. Виноградний кадастр України / Київ, 2010. 97 с.

[Melnik Yu.F., Melnik S.I., Agafonov M.F. et al. Grape cadastre of Ukraine. Kiev, 2010. 97 p. (in Ukrainian)]

Радионовская Я.Э., Диденко Л.В. Методические рекомендации по фитосанитарному мониторингу комплекса цикадовых на виноградных насаждениях Крыма. Ялта: ГБУ РК «ННИИВиВ «Магарах», 2015. 24 с.

[Radionovskaya Ya.E., Didenko L.V. Methodical recommendations for phytosanitary monitoring of the complex of leaf-hoppers on vine plantations of the Crimea. Yalta: FSBSI Magarach, 2015. 24 p.]

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. М.: Мир, 1992. 184 с.

[Magarran E. Ecological diversity and its testing. Trans. from Eng. M.: Mir. 1992. 184 p.]

Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Тютчев С.Л., Нефедова Л.И. Новая парадигма развития защиты растений и ее концептуальное научно-практическое решение // Вестник защиты растений. 2016. Том 89, № 3. С. 126-127.

[Pavlyushin V.A., Vilkoval N.A., Sukhoruchenko G.I., Tyuterev S.L., Nefedova L.I. New paradigm of plant protection development and concept of its scientific and practical resolution. *Plant protection news*. 2016. 89 (3): 126-127]

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 287 с.

[Pesenko Yu.A. Principles and methods of quantitative analysis in faunal research. М., 1982. 287 p.]

Санин С.С., Ибрагимов Т.З. Цифровые технологии в защите растений // Защита и карантин растений. 2019. № 9. С. 3-7.

[Sanin S.S., Ibragimov T.Z. Digital technologies in plant protection. *Plant protection and Quarantine*. 2019. 9: 3-7]

Юрченко Е. Г., Якуба Г. В., Мищенко И. Г., Холод Н. А., Насонов А. И., Савчук Н.В. Изучение микопатосистем многолетних агроценозов на основе биоценотического методологического подхода // Научные труды СКФНЦБВ. 2018. Том 15. С. 79-84.

[Yurchenko E.G., Yakuba G.V., Mishchenko I.G., Kholod N.A., Nasonov A.I., Savchuk N.V. Study of mycopatosis systems of perennial agrocenoses on the basis of biocenotic methodological approach. *Scientific works of NCFSCHEV*. 2018. 15: 79-84]

Al-Saddik H., Simon, J.C. & Cointault, F. Assessment of the optimal spectral bands for designing a sensor for vineyard disease detection: the case of 'Flavescence dorée' // *Precision Agric.* 2019. Vol. 20. P.398-422. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9594-1>

Buffara, Cláudia Regina Scapin, Angelotti, Francislene, Vieira, Rafael Augusto, Bogo, Amauri, Tessmann, Dauri José, & Bem, Betina Perreira de. Elaboration and validation of a diagrammatic scale to assess downy mildew severity in grapevine // *Ciência Rural*. 2014. Vol. 44 (8). P. 1384-1391. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131548>

Dadras Javan, F., Samadzadegan, F., Seyed Pourazar, S.H. et al. UAV-based multispectral imagery for fast Citrus Greening detection // *J Plant Dis Prot.* 2019. Vol. 126. P. 307-318. <https://doi.org/10.1007/s41348-019-00234-8>.

Del Ponte EM, Pethybridge SJ, Bock CH, Michereff SJ, Machado FJ, Spolti P Standard area diagrams for aiding severity estimation: scientometrics, pathosystems, and methodological trends in the last 25 years // *Phytopathol.* 2017. Vol. 107 (10). P.1161-1174. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-17-0069-FI>.

Knauer U., Matros A., Petrovic T. et al. Improved classification accuracy of powdery mildew infection levels of wine grapes by spatial-spectral analysis of hyperspectral images // *Plant Methods*. Vol. 13. 2017. <https://doi.org/10.1186/s13007-017-0198-y>

Marcel Essling; Suzanne McKay; Paul R. Petrie. Fungicide programs used to manage powdery mildew (*Erysiphe necator*) in Australian vineyards // *Crop Protection*. 2021. Vol. 139. P. 105369. <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105369>.

Oerke EC., Mahlein AK., Steiner U. Proximal Sensing of Plant Diseases. In: Gullino M., Bonants P. (eds) Detection and Diagnostics of Plant Pathogens. Plant Pathology in the 21st Century (Contributions to the 9th International Congress), vol 5. Springer, Dordrecht First Online 19 August 2014. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9020-8_4.

Proximal Sensing of Plant Diseases. In: Gullino M., Bonants P. (eds) Detection and Diagnostics of Plant Pathogens. Plant Pathology in the 21st Century (Contributions to the 9th International Congress), vol 5. Springer, Dordrecht First Online 19 August 2014. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9020-8_4.

Sheng Hung Lee, Shiou Ruei Lin, Shih Fang Chen. Identification of tea foliar diseases and pest damage under practical field conditions using a convolutional neural network // *Plant Pathology*. 2020. <https://doi.org/10.1111/ppa.13251>.

Статья поступила в редакцию 02.11.2020 г.

Aleinikova N.V., Radionovskaia Y.E., Galkina Y.S., Andreyev V.V., Didenko L.V., Belash S.Y., Didenko P.A., Shaporenko V.N., Bolotianskaia E.A. Information databases - the basis for the formation of the adaptive pest control systems in the ampelocenoses of the Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 18-25.

Currently plant protection undergoes a period of active digitalization, which effects the most diverse aspects of its activity and involves the formation of phytosanitary databases, electronic detectors, the use of digital intelligence (creation and training of neural networks), software development, the use of unmanned aerial vehicles, automatic agrometeorological stations, etc., and in general, the creation of decision-making support systems. The development of information databases is the first and very important stage in the creation of a decision-making system, which allows tracking long-term and seasonal changes in the structure of biota of agroecosystems with the necessary reliability, predicting phytosanitary risks, developing adaptive systems of protection, as well as promptly and reasonably making adjustments to them.

In 2015-2019 on fruit-bearing industrial plantations of primary viticultural zones of the Crimea - the Southern Coast, Mountain-Valley, South-West and Central Steppe zones, the study of structures of entomo-, acar- and pathocomplexes of grapes was carried out. Vineyards of wine and table cultivars typical for each region were selected for observations.

The development of more than 20 fungal and bacterial diseases, affecting the above-ground and underground organs of grape plants was confirmed. We obtained new data on zonal features of formation and changing of pathocomplexes of Crimean ampelocenoses, their structure, different pathogen frequency index values and the intensity of damage to the vegetative and generative organs of grape plants. Thus, we accumulated the material for the formation of information database on the structure of zonal pathocomplexes of Crimean ampelocenoses.

Basing on the results of study of the structure of zonal complexes of arthropod pests of grapevine, the information database "The structure of entomoacarocomplexes of ampelocenosis phytophages of primary zones of the Crimean viticulture" (AAAA-G20-620051990003-5) was developed and contained the annotated list of 55 species of phytophages of grapes. The database includes data on the comparative characteristics of zonal complexes of ampelocenosis phytophages of the Crimea in terms of species abundance, taxonomic and ecological characteristics, as well as the frequency of occurrence of the species studied.

Key words: *digitalization; database; ampelocenosis; phytophages; pathogens; species abundance; frequency of occurrence*

УДК 632.4, 632.9, 632.981.1

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-26-33

СПОСОБЫ СДЕРЖИВАНИЯ РАЗВИТИЯ *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* RANDS НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА *ERICACEAE* В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Елизавета Андреевна Варфоломеева, Елена Олеговна Резанко

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,

197376, г. Санкт-Петербург

E-mail: varfolomeeva.elizaveta@list.ru

Статья посвящается светлой памяти Е.Г. Веденяпиной

Последние годы в оранжереях Ботанического сада Петра Великого растет поражаемость представителей семейства *Ericaceae*, рода рододендрон (*Rhododendron*) оомицетом *Phytophthora cinnamomi*. При исследовании ризосферной почвы больных и здоровых растений было обнаружено широкое распространение *Phytophthora*. Это почвообитающие, корнепоражающие виды, которые представляют опасность для представителей данного семейства. Представлена динамика распространения заболевания с 2012 года по 2019 год. Популяция *Phytophthora cinnamomi* в почвах распределена неравномерно, изменяя в соответствии с различными микро-фитоценозами свою структуру (численность, выживаемость, сезонность, жизненный цикл). Структура популяции регулируется ценотическими взаимоотношениями с почвенными микроорганизмами. Популяция *Phytophthora cinnamomi* является «пульсирующей», с максимумом численности (в мае, июне) и минимумом в ноябре, декабре. Создание супрессивных почв и факторов супрессии может служить предварительной стратегией при создании мер по защите растений Ботанического сада Петра Великого. Приведены результаты исследований влияния биопрепаратов (Витаплан, Стернифаг, Глиокладин) и удобрений (Гумат калия, Экофус) на возбудителя. Для повышения иммунитета использовались индукторы устойчивости (Иммуноцитифит, Силиплант, Хитозан).

Ключевые слова: *Phytophthora*; пораженность; *Rhododendron*; *Ericaceae*; биопрепараты; индукторы устойчивости

Введение

В настоящее время во многих странах тропическим и субтропическим растениям уделяется большое внимание, хотя они довольно трудно размножаются, требуют большего внимания при уходе. Азалии являются одной из ведущих культур защищенного грунта, цветущая в осенне-зимне-весенний период.

Азалия индийская (*Azalea indica*), или рододендрон индийский (*Rhododendron indicum*), относится к семейству Вересковых (*Ericaceae*), роду рододендрон (*Rhododendron*), который является самым многочисленным в данном семействе. Первичным центром происхождения рода являются Китай и Япония. Вересковые широко распространены по земному шару. Они не встречаются только в степях и пустынях, а в тропиках растут преимущественно в высокогорье. Весьма характерным свойством вересковых является их способность произрастать в весьма неблагоприятных условиях, на кислых почвах. Щелочных почв они не выносят. Жизнь на бедных почвах выработала у вересковых ряд приспособлений, важнейшим из которых является симбиоз с грибами в форме микоризы. Корни почти всех вересковых тесно оплетены грибными нитями, поставляющими им вещества из перегноя. Грибы в обмен получают вещества, вырабатываемые растениями.

Грибоподобные оомицеты из рода *Phytophthora* являются экологически важным компонентом почвенного микрокосма. Эти патогены поражают травянистые и древесные растения, как дикорастущие, так и культивируемые, вызывая заболевания.

Растение-хозяин – не единственная среда их жизнедеятельности; многие виды могут существовать более или менее длительное время в почве или воде, колонизируя растительные остатки. Почвообитающие фитопфторы представляют особую опасность, так как экологические и генетические механизмы превращения их из безопасного обитателя почв в опасного фитопатогена часто непонятны. Большую работу в исследовании оомицетов провела Веденяпина Е.Г. (Веденяпина 1985, 2010, 2012).

Паразитическая активность видов рода *Phytophthora* в большой степени определяется внешними факторами среды. Глобальное потепление способствует активизации оомицетов (Фирсов, 2018).

В настоящее время не существует устойчивых к фитопфторе видов или сортов растений. Устойчивость определяется многими факторами: наличие микоризного симбиоза, состояния почвы. Неправильные агротехнические мероприятия могут усугублять ситуацию.

В нашей коллекции насчитывается 29 видов и 11 сортов рододендронов, а также 84 сорта азалий.

При обследовании оранжерей Ботанического сада Петра Великого нами были обнаружены растения с симптомами фитопфтороза. Особенно много больных растений отмечено было в оранжерее №8 (Вересковые), где произрастают виды родов *Rhododendron* и *Erica*. Из ризосферы больных растений нами были выделены грибы рода *Phytophthora*. Присутствие этих оомицетов, способных поражать корни широкого круга растений-хозяев, в почве оранжерей представляет большую опасность. Многие из растений, в ризосфере которых были найдены фитопфторы, погибли.

При поражении растений *Phytophthora cinnamomi* наблюдаются характерные симптомы усыхания отдельных побегов; обесцвечивание окраски листьев. Сильно поражённые растения характеризуются редкой бледноокрашенной листвой и отсыханием отдельных ветвей. Поражается корневая шейка, наблюдается побурение, иногда выделение эксудата. При поражении корневой системы корни становятся вялыми и со временем усыхают.

Мониторинг популяций почвообитающих патогенов, является одной из самых значительных проблем фитопатологии и экологии растительных сообществ. Почвообитающие оомицеты рода фитопфтора в этом отношении представляют собой особо трудную для изучения группу, требующую специальных, часто дорогостоящих и трудоемких методов. В большинстве случаев слежение за распространением почвенных популяций фитопфтор отмечается обнаружением.

Целью данной работы является разработка относительно быстрых микробиологических методов выявления фитопфторы в почве, поиск биологических препаратов, которые можно использовать в системе биологического контроля патогена и повышения устойчивости растений в условиях оранжерей Ботанического сада Петра Великого.

Объекты и методы исследования

Работа выполнялась в оранжерее «Вересковые» Ботанического сада Петра Великого, в течение 2010–2019 гг.

Мониторинг проводился адаптированным микробиологическим методом приманок и селективных сред, разработанных Веденяпиной Е.Г. (Веденяпина, 1994).

На опытной площадке 15х20 м² в оранжерее №8 из ризосферы больных и без признаков патологии рододендронов и вересков взяты 10 образцов почвы. 20 г почвы из каждого образца помещали в стаканы и насыщали дистиллированной водой таким образом, чтобы над поверхностью почвы находилось не менее 2 см воды. По поверхности воды раскладывали приманки: листья рододендрона, эрики, азалии,

авокадо, лепестки гвоздики. Наличие патогена на приманке отслеживали визуально. Появление темных пятен гнили на листьях или же обесцвечивание пятен на лепестках указывают на возможность поражения приманки фитофторами.

Лучшей приманкой являлись лепестки гвоздики: симптомы поражения видны на 2 и 3 день при $t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$; кроме того, разложение ткани лепестков гвоздики происходит гораздо быстрее, нежели ткани листьев, что способствовало развитию в воде свободного от тканей мицелия с зооспорангиями и уже на стадии приманки позволяло выявить наличие фитофтор в почвенном образце. Для получения чистой культуры фитопатогена кусочки пораженных приманок на границе больной и здоровой ткани или же кусочки тканей с мицелием и зооспорангиями помещали на селективную среду.

Мицелий в культуре у всех изолятов очень характерен для вида *Phytophthora cinnamomi* Rands, с коралловидными вздутиями и виноградоподобными гроздьями хламидоспор. Бесполое и половое спороношение в культуре не образуется. Для индукции бесполого спороношения кусочки мицелия, вырезанные из края колоний, помещали в почвенный экстракт. Зооспорангии неопавшие, непапиллированные или полупапиллированные, образуются на длинных (10–100 мкм), простых или симподиально ветвящихся спорангиофорах (рис. 1).

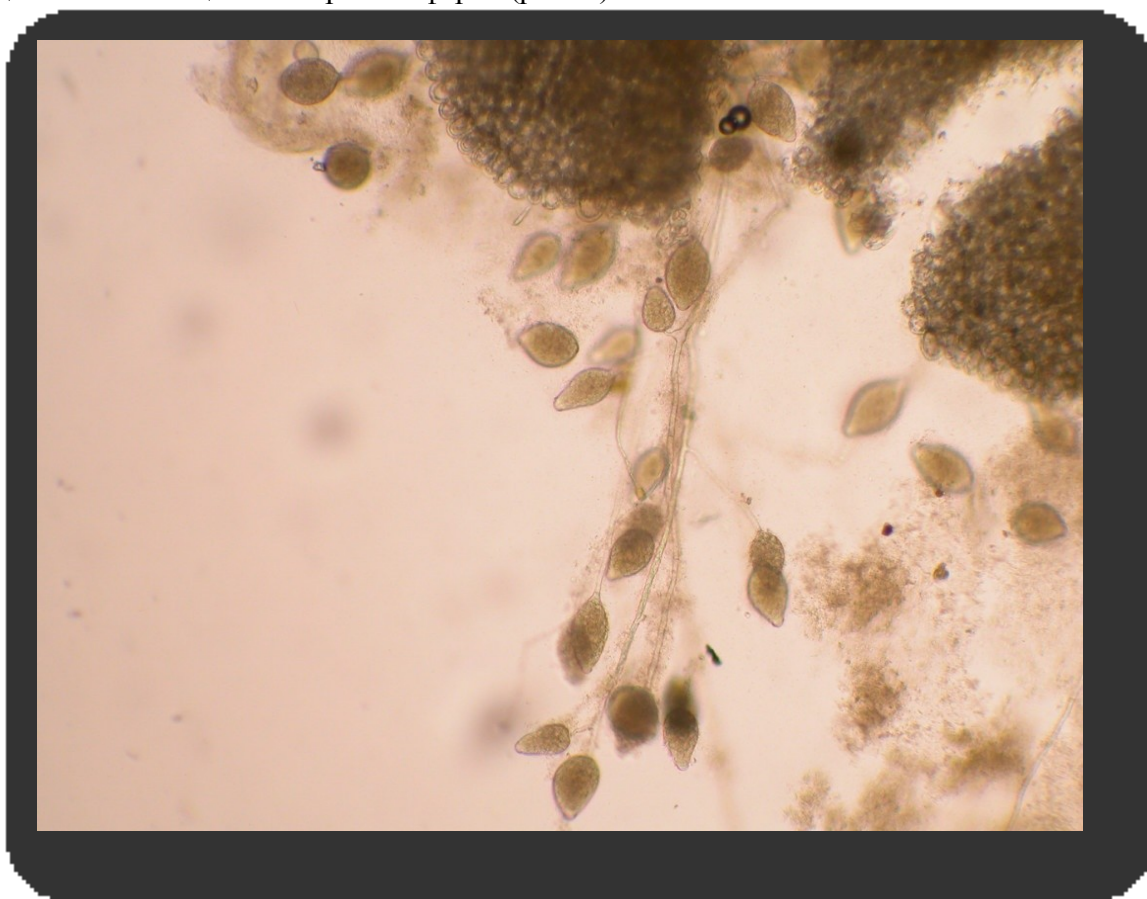


Рис. 1 Зооспорангии *Phytophthora cinnamomi* Rands на приманке (масштаб–30 мкм)

Fig. 1 Zoosporangia of *Phytophthora cinnamomi* Rands on the bait (scale is 30 μm)

Результаты и обсуждение

В течение 10 лет велись работы по наблюдению распространения *Ph. cinnamomi* в почве апельсинов и мероприятия повышению иммунитета растений.

В данной работе было выявлено количественное распространение популяций патогена, и получено представление о равномерности распределения и об очагах его максимальной численности, а также его относительной стабильности.

Результаты показали, что популяция *Phytophthora cinnamomi* в почвах распределена неравномерно, изменяя в соответствии с различными микро-фитоценозами свою структуру (численность, выживаемость, сезонность, жизненный цикл). Структура популяции регулируется ценоотическими взаимоотношениями с почвенными микроорганизмами.

Популяция *Phytophthora cinnamomi* является «пульсирующей», с максимумом численности в июне и минимумом, доходящим до неопределенных величин в ноябре, декабре.

Самая высокая встречаемость (100,0%) была обнаружена в пробах грунта, взятого из ризосферы растений с ярко выраженными симптомами заболевания: *Erica saria*, *Rhododendron fortunei*, *Rh. macronulatum*, *Rh. scabrum*, *Rh. repens*, *Rh. smirnovii*. Все эти растения погибли и удалены из оранжереи.

Интенсивность поражения рододендронов болезнями определяли по пятибальной шкале: 0 баллов – поражение отсутствует; 1 балл – поражение до 25,0%; 2 балла – поражение 26,0–50,0%; 3 балла – поражение 51,0–75,0%; 4 балла – поражение более 75,0 % поверхности листьев растений (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность поражения *Phytophthora cinnamomi* Rands

Table 1

Intensity of the lesions with *Phytophthora cinnamomi* Rands

Название растения Plant's name	Возраст, лет Age, years	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Rhododendron discolor</i>	~41	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,0	0,7
<i>Rh. insigne</i>	~19	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	0,7	0,7
<i>Rh. helmut</i>	~16	2,8	2,7	2,6	2,5	2,0	2,0	1,8	1,8
<i>Rh. delavayi</i>	~44	1,8	1,8	1,5	1,4	1,2	0,8	0,6	0,6
<i>Rh. favorite</i>	~45	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	0,7	0,85
<i>Rh. doberlug</i>	~42	2,3	2,3	2,1	1,7	1,7	1,5	1,1	1,2
<i>Rh. eclaireur</i>	~40	2,5	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3

Динамика гибели рододендронов за 10 летний период наблюдений отражена на рисунке 2.

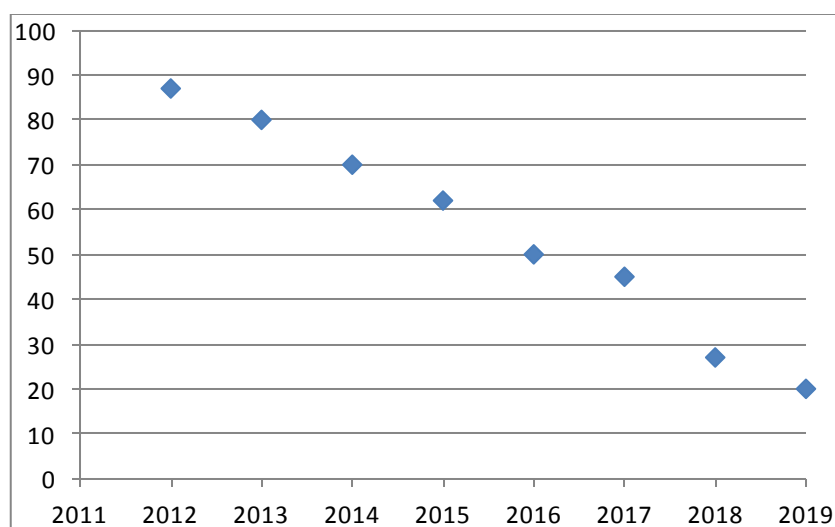


Рис. 2 Динамика гибели рододендронов от *Phytophthora cinnamomi* Rands за годы исследований (Y – количество погибших экземпляров, а шкала X – годы наблюдений)

Fig. 2 Dynamics of death of rhododendrons from *Phytophthora cinnamomi* Rands over the years of research (Y – scale is the number of dead specimens, and the X – scale is the years of observations)

Супрессивные почвы подавляют развитие болезни растений, несмотря на наличие соответствующего патогена и чувствительности хозяина (Томилин, Веденяпина, 1986; Huber, Schneider, 1982). Выявление супрессивных почв и факторов супрессии может служить предварительной стратегией при создании мер защиты. Отсюда возникают требования к почве: субстрат должен быть водопроницаемым, состоять из сфагнового торфа и полуперепревшей хвои сосны в соотношении 1:1, реакция должна быть кислой (рН 3,5-5,0). Для работы микроорганизмов рекомендуется использование листовой земли в соотношении 1:0,5.

Кондуктивность или супрессивность почв и связанное с ним изменение структуры популяции *Phytophthora cinnamomi* обусловлено аллелохимическими взаимодействиями с почвенными микроорганизмами. Микориза обеспечивает биологическую защиту против *Phytophthora*.

Для усиления работы микоризы используют гуматы, при неблагоприятных условиях они взаимодействуют с почвой, органическими, минеральными элементами, улучшая поглощательную, всасывающую способность корневой системы (Левинский, 1999).

Гумат калия обладает оптимальной кислотностью и дополнительно обогащен микроэлементами, что позволяет использовать его для стимуляции роста тонких корней. Поэтому весной после обильного цветения (апрель) проводили корневую подкормку 0,1% гуматом калия.

В качестве биологических мер борьбы использовали внесение в почву глиокладина (действующее вещество *Trichoderma harzianum*, штамм 18 ВИЗР). Экспериментальным путем установлена оптимальная норма внесения препарата – 80–120 г на растение. Для возрастных растений применяли максимальную дозу. С 2018 начали применять глиоген (мицелий и споры *Gliocladium catenulatum*) при норме расхода 1 г на растение. Для усиления действия хищных грибов, растения поливали хитозаном 1,0–5,0%. Наблюдалось пролонгированное действие грибов из рода *Trichoderma*. Полив хитозаном проводился в марте. Использование хитозана для защиты растений основано на его способности индуцировать в тканях обработанных растений устойчивость к фитопатогенам, причем проявление устойчивости в местах обработки защищает ткани всего растения.

Для усиления воздействия микоризы летом использовали полив фитоспорином 1,0%. Это живая споровая бактериальная культура *Bacillus subtilis* 26Д, которая подавляет продуктами своей жизнедеятельности размножение многих грибных и бактериальных патогенов растений, обладает свойством повышения иммунитета и стимуляции роста у растений, что важно для повышения их продуктивности и уменьшения повторных заражений. Кроме того, он обогащен биоактивированным препаратом Гуми. В 2018 году проводили обработку биопрепаратом Витаплан (действующее вещество *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D + штамм ВКМ-В-2605D) в концентрации 0,8%.

Для повышения иммунитета растений проводилась обработка иммуноцитифитом (д.в. арахидоновая кислота). Первое опрыскивание проводилось двукратно (интервал 2 недели) после цветения (май) и повторно в октябре.

В июне, июле опрыскивали растения Силиплантом 0,2% (кремний содержащее минеральное удобрение). Кремний способствует активному росту корневой системы и листового аппарата. Он участвует в нуклеиновом, белковом, углеродном, фенольном обмене, стимулирует фосфолирование и другие процессы жизнедеятельности клеток. Повышает активность ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах.

В ноябре проводилась обработка Экофусом (универсальное органоминеральное удобрение на основе бурых морских водорослей Экофуса пузырчатого (*Fucus vesicul*). Фукус пузырчатый содержит уникальный сульфатированный полисахарид с высокой антистрессовой активностью – фукоидан (Дорожкина, Мисриева, Приходько, 2014). Общая система защиты представителей *Ericaceae* от фитофтороза, применяемая в оранжереях Ботанического сада Петра Великого, отображена в таблице 2.

Таблица 2

Система защиты представителей семейства *Ericaceae* DC от *Phytophthora cinnamomi* Rands

Table 2

Protection system for members of the *Ericaceae* family from *Phytophthora cinnamomi* Rands

Наименование препарата Name of the preparation	Действующее вещество Active substance	Доза Dose	Время проведения Time of the event	Метод внесения Method of making	Цели Goals
Глиокладин	<i>Trichoderma harzianum</i> штамм 18 ВИЗР	80–120 гр	март	внесение в почву	почвенная инфекция
Глиоген	<i>Gliocladium Catenulatum</i>	1 гр	октябрь	внесение в почву	почвенная инфекция
Витаплан	<i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ В-2604D+, <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ В-2605 D	0,8%	июнь, июль	опрыскивание	профилактика заболеваний
Хитозан	лактат хитозана	1–5%	март, октябрь	пролив грунта	повышение иммунитета
Фитоспорин	<i>Bacillus subtilis</i> 26Д	1%	май, август, сентябрь	пролив грунта	повышение иммунитета
Гумат К	физиологически активные калиевые соли гуминовых кислот	0,1%	апрель, ноябрь	пролив грунта	стимуляция роста корней и микоризы
Иммуноцитифит	арахионовая кислота	0,005% повтор через 2 недели	май, октябрь	опрыскивание	повышение иммунитета
Силиплант	кремний содержащее минеральное удобрение	0,1–0,2%	июнь, июль	опрыскивание	повышение иммунитета
Экофус	бурые водоросли Фукуса пузырчатого	0,3–0,5%	ноябрь	опрыскивание	повышение иммунитета

Известно, что индуцированная устойчивость растений к группе оомицетов обеспечивается сигнальным путем, запускаемым при посредстве салициловой кислоты (Stout *et al.*, 1999). Начаты разработки по использованию салициловой кислоты в разных концентрациях на растениях рода *Rhododendron*. Салициловая кислота играет центральную роль в защите растений от биотрофных патогенов, питающихся клетками растения-хозяина. Салициловая кислота является эффективным ингибитором активности каталазы в тканях обработанных хитозаном, что приводит к накоплению перекиси водорода и индукции локальной и системной устойчивости. Совместное использование хитозана и салициловой кислоты показало, что развитие патогена заметно тормозится.

Выводы

Таким образом, применение биопрепаратов *Trichoderma harzianum* и *Bacillus subtilis* (разные штаммы) способствует созданию супрессивных почв для подавления патогенов. При использовании хитозана наблюдается усиление действия биопрепаратов.

Повышение устойчивости растений достигается путем применения регуляторов роста и удобрений (Иммуноцитифит, Силиплант, Экофус).

Исследования почвообитающих оомицетов из рода *Phytophthora* необходимо продолжать. Все предлагаемые меры носят превентивный характер.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141 – 4.

Литература / References

Веденяпина Е.Г. Популяция *Phytophthora cinnamomi* Rands в почвах различных фитоценозов // Микология и фитопатология. 1985. Том 19. Вып. 4. С. 322-329.

[Vedenyapina E.G. Population of *Phytophthora cinnamomi* Rands in soils of various phytocenoses. *Mycology and Phytopathology*. 1985. 19 (4): 322-329]

Веденяпина Е.Г. Использование методов приманок и селективных сред при изучении грибов классов *Oomycetes* и *Zygomycetes* в шампиньонном субстрате // Микология и фитопатология. 1994. Том 28. Вып. 3. С. 28-33

[Vedenyapina E.G. Use of methods of baits and selective media in the study of fungi of the *Oomycetes* and *Zygomycetes* classes in the mushroom substrate. *Mycology and Phytopathology*. 1994. 28 (3): 28-33]

Веденяпина Е.Г. Почвообитающие фитопфторы в оранжерейном комплексе БИН РАН // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2010. № 1. С. 93.

[Vedenyapina E.G. Soil-dwelling phytophthora in the greenhouse complex of the BIN RAS. *Immunopathology, Allergology, Infectology*. 2010. 1: 93]

Веденяпина Е.Г., Варфоломеева Е.А. Мониторинг почвенных популяций *Phytophthora cinnamomi* при обработке грунта оранжерей ботанического института различными биопрепаратами // Современная микология в России. Материалы III съезда микологов России. 2012. С. 322-323.

[Vedenyapina E.G., Varfolomeeva E.A. Monitoring of soil populations of *Phytophthora cinnamomi* when processing the soil of greenhouses of the Botanical Institute with various biological products. In: Modern Mycology in Russia. Materials of the III Congress of mycologists of Russia. 2012. P. 322-323]

Дорожкина Л.А., Мисриева Б.У., Приходько Е.С. Экофус—новое органоминеральное удобрение // Агрохимический вестник. 2014. №6. С. 33–36.

[Dorozhkina L.A., Misrieva B.W., Prikhodko E.S. Ecofys – a new organic-mineral fertilizer. *Agrochemical messenger*. 2014. 6: 33-36]

Левинский Б.В. Все о гуматах. Иркутск. 1999. 40 с.

[Levinsky B.V. All about humates. Irkutsk, 1999. 40 p.]

Томилин Б.А., Веденяпина Е.Б. Супрессивность почв в связи с вопросами фитопфторозной инфекции // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Москва. 1986. С. 57–58.

[Tomilin B.A., Vedenyapina E.B. Soil suppressiveness in connection with late blight infection // Microorganisms in agriculture. Moscow, 1986. P. 57-58]

Фирсов Г.А. Уровни адаптированности древесных растений и фенологическая ситуация в Санкт-Петербурге в условиях потепления климата // Ботаника в

современном мире. Тр. XIV съезда Русск. бот. общ-ва и конф. (г. Махачкала, 18–23 июня 2018 г.). Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 338-341.

[Firsov G.A. Levels of adaptation of woody plants and the phenological situation in St. Petersburg in the conditions of climate warming. *Botany in the modern world. Works of XIV Congress of Russian bot. General and Conf.* (Makhachkala, June 18-23, 2018). Makhachkala: ALEF. 2018, P. 338-341.]

Huber D.M., Schneider R.W. The description and occurrence of suppressive soils. In: Schneider R.W. ed. *Suppressive Soils and Plant Disease*. St. Paul. MN: The American Phytopathological Society. 1982. P. 1-7.

Stout M.J., Fidantsef A.L., Duffey S.S., Bostock R.M. 1999. Signal interactions in pathogen and insect attack: systemic plant-mediated interactions between pathogens and herbivores of the tomato, *Lycopersicon esculentum* // *Physiol. Mol. Plant Pathol.* Vol. 54. P. 115-130.

Статья поступила в редакцию 15.10.2020 г.

Varfolomeeva E.A., Rezanko E.O. Methods of supporting the development of *Phytophthora cinnamomi* rands on representatives of the *Ericaceae* DC family. In the orangeries of the Botanical garden of Peter the Great // *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157).* P. 26-33.

In recent years, in the orangeries of the Peter the Great Botanical Garden, the affection of representatives of the *Ericaceae* family, the genus *rhododendron* (*Rhododendron* (L.) oomycete *Phytophthora cinnamomi*, has been growing. In the study of the rhizospheric soil of sick and healthy plants, a wide distribution of *Phytophthora* was found. representatives of this family. The dynamics of the spread of the disease from 2012 to 2019 is presented. The population of *Phytophthora cinnamomi* in the soils is unevenly distributed, changing its structure (abundance, survival, seasonality, life cycle) in accordance with various micro-phytocenoses. The population structure is governed by coenotic relationships with soil microorganisms. The *Phytophthora cinnamomi* population is “pulsating,” with a maximum population (in May-June) and a minimum in November-December. The creation of suppressive soils and suppression factors may serve as a preliminary strategy when creating measures to protect plants of the Peter the Great Botanical Garden. The results of studies of the effects of biological products (Vitaplan, Sternifag, Gliokladin) and fertilizers (Potassium humate, Ecofus) on the pathogen are presented. To increase immunity, resistance inducers (immunocytophyte, sillplant, chitosan) were used.

Key words: *Phytophthora; Rhododendron; Ericaceae; biological products; resistance inducers*

УДК 582.929.4:633.8:632.4:632.9
DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-34-41

АНТАГОНИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БИОФУНГИЦИДА «ФИТОСПОРИН – М» В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ НА ИССОПЕ ЛЕКАРСТВЕННОМ (*HYSSOPUS OFFICINALIS* L.)

Ольга Владимировна Иванова, Андрей Андреевич Коростылев

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
E-mail: zaschitanbs@rambler.ru

Приводятся данные по изучению и лечебной перспективности иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) как ценной эфирномасличной культуры НБС. Определен состав возбудителей инфекций на иссопе. Проведено апробирование нескольких вариантов обработки растений биологическими препаратами, для выявления наиболее эффективного способа защиты иссопа от возбудителей болезней. На культуре иссопа лекарственного (*H. officinalis*) в области ризосферы обнаружены грибные возбудители *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wg., стеблевая зона иссопа поражается возбудителями сухой гнили – *Fusarium oxysporum* Schltdl. На верхушке стебля и на листьях доминировали возбудители вертициллезного увядания, грибы рода *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold и *V. dahliae* Kleb. Применение биофунгицида «Фитоспорин – М» оказало существенную эффективность действия относительно грибных возбудителей на иссопе лекарственном. Отмечено снижение степени развития болезни с 24,1% до 4,2%. Количество спор в нативных препаратах из вытяжки тканей пораженных растений иссопа уменьшилось в 15 раз по возбудителям фузариоза (*F. solani*), и в 17 раз по возбудителям вертициллеза (*V. albo-atrum* и *V. dahliae*). Высокая антагонистическая активность по отношению к возбудителям грибных болезней иссопа лекарственного наблюдалась в случае применения композиции из двух препаратов. Установлено, что при совместном применении биофунгицида «Фитоспорин – М» и виталайзера «НВ – 101» количество фиксируемых в тканях пораженных растений спор грибных возбудителей болезней снизилось до нуля.

Ключевые слова: *Hyssopus officinalis* L.; эфиромасличные культуры; биопрепараты; фитопатогены

Введение

Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) – полукустарник семейства яснотковые (Lamiaceae) культивируется как лекарственное, эфиромасличное и декоративное растение. Ареал простирается от Пиренейского полуострова до Гималаев в широтном направлении и от южных районов Норвегии до северного побережья Африки – Тунис, Марокко, Алжир (Akbar *et al.*, 2020). В России встречается в европейской части, на Кавказе и Алтае. Иссоп является древнейшим лекарственным растением. По своим лекарственным свойствам иссоп схож с шалфеем лекарственным. Данное растение обладает великолепными противовирусными, антисептическими, обезболивающими, ранозаживляющими, тонизирующими, противовоспалительными и отхаркивающими свойствами. Помогает улучшить обменные процессы в организме, способствует хорошему пищеварению и улучшению аппетита, выводит паразитов из организма (Гребенникова и др., 2017). Оказывает положительное действие при неврозах, стенокардии, хронических колитах, метеоризме и при заболеваниях суставов. Наружно можно применять как настои и отвары при ушибах, для промывания глаз и носоглотки, для полоскания при стоматитах и заболеваний носоглотки (Дунаевская и др., 2018). Кроме того, иссоп является великолепным медоносом (от 40-60 кг/га). Его часто используют для привлечения пчел во время роения. Однако, иссоп популярен не только из-за применения в медицине, а еще из-за широкого применения в парфюмерии,

при изготовлении косметики и даже в качестве пряности для различных блюд (рыба, мясо) и при солении: маслины, оливки, огурцы, помидоры (Барнаулов, 2015).

В результате интродукции иссопа лекарственного в условия Крыма и последующей селекционной работы, сотрудниками Никитского ботанического сада по ряду хозяйственно ценных признаков был выделен сорт Никитский Белый. В культуре к трехлетнему возрасту, он формирует компактный куст высотой 55 см и диаметром 65 см. Стебли его четырехгранные, многочисленные, у основания одревесневшие. Листья длиной 40 мм и шириной 8 мм, с обеих сторон густо опушенные, светло-зеленые, сидячие, линейно-ланцетные, супротивные, цельнокрайние. Растение формирует до 65 цветоносных стеблей. Цветки мелкие, собраны в пазухах листьев ложными полумутовками и образуют в верхней части стебля соцветие типа тирс длиной 5 см. Венчик длиной 8-10 мм, белого цвета. Чашечка трубчато-колокольчатая с пятью заостренными зубцами. Плод – орешек. Семена длиной 3 мм и шириной 1 мм, черного цвета, продолговато-яйцевидные, трехгранные. Масса 1000 семян – 1,2-1,4 г.

В условиях ЮБК начало вегетации отмечается в 1-2 декаде марта. Растения начинают цвести в 3 декаде июня – 1 декаде июля, а массовое цветение приходится на июль. Плодоношение наблюдается во 2 декаде августа – сентябре. Продолжительность цветения составляет 75-80 дней, а период от начала вегетации до созревания семян в среднем занимает 160 дней (Марко и др., 2018).

Для получения эфирного масла надземную массу растений скашивают на высоте 15-20 см от поверхности почвы в фазу начала цветения, когда выход эфирного масла максимальный. Урожайность сырья составляет 113,9 ц/га, сбор эфирного масла – 51,3 кг/га при его массовой доле 0,45% от сырой массы. Основным компонентом эфирного масла является изопинокамфон, содержание которого 71,1%. Кроме того, в составе присутствуют пинокамфон в количестве 2,2%, линалоол – 1,6% и другие компоненты (Гребенникова и др., 2017; Stappen *et al.*, 2015).

Являясь лекарственным растением, *H. officinalis* как и все другие культуры подвержен заражению фитопатогенными микроорганизмами (Ignjatov *et al.*, 2020). Экспертиза заболеваемости является необходимым условием для проведения профилактических мероприятий в борьбе с болезнями. Это имеет особую значимость для ароматических и эфирномасличных культур, которые не могут быть защищены от болезней химическими методами, так как используются для получения эфирных масел, настоек и лекарственных сборов. Альтернативой химическим средствам защиты растений от болезней являются методы органического земледелия, с применением биопрепаратов.

Целью наших исследований являлось изучение на иссопе (*H. officinalis*) схемы защитных мероприятий, включающих биопрепараты для индуцирования иммунного статуса культуры в отношении фитопатогенных инфекций.

В задачи исследований входило: определения видового состава возбудителей болезней на иссопе, выявления степени их вредоносности, а также апробирование нескольких вариантов обработки растений биологическими средствами, для выявления наиболее эффективного способа защиты.

Объекты и методы исследования

На базе лаборатории Ароматических и лекарственных растений в период с 2019 по 2020 год изучали поражаемость болезнями *H. officinalis*. Материалом для исследования являлись пораженные растения иссопа сорта Никитский Белый, проявляющие симптомы полного усыхания куста или увядания листьев и стебля. Анализ изолятов больных растений проводили с использованием общепринятых в фитопатологии методик, отбирая образцы тканей для фитопатологической

экспертизы (Кирай и др., 1974). Определение видового состава грибных возбудителей проводилось по определителям грибов (Билай и др., 1988).

Для изучения антагонистической активности биофунгицидов, а также влияния регуляторов роста в системе защиты иссопа от болезней, был проведен опыт по совместному использованию двух биопрепаратов при обработках культуры в период вегетации. Для исследования использовали биофунгицид «Фитоспорин – М», действующими объектами которого являются эндофитные бактерии вида *Bacillus subtilis*, штамм 26 Д, с титром не менее 1×10^9 КОЕ/мл, и виталайзер «НВ – 101», представляющий собой комплекс питательных веществ и микроэлементов растительного происхождения, способствующий укреплению иммунитета растений и их стрессоустойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Культура иссопа выращивалась в открытом грунте; на черноземе, насыпном на коричневые почвы, где в субстрат вносились песчаная и среднесуглинистая смесь; содержание гумуса (%): 2,1 – 4,2; pH: 7,5 – 8,6; мощность гумусированного слоя: 5 – 30 см. В агротехнике опытных участков проводились мероприятия по внесению органических удобрений, поливы, прополки сорняков и рыхление.

Схема эксперимента включала 4 варианта в 4-кратной повторности (повторность – 1 растение):

1. контроль (обработка водой, без биофунгицида и регулятора роста);
2. виталайзер «НВ – 101», концентрация 0,002%, (6 обработок);
3. биофунгицид «Фитоспорин – М», концентрация 0,2%, (6 обработок);
4. смесь: «Фитоспорин – М» и «НВ – 101», (6 обработок).

Все растения, включенные в эксперимент, находились на одинаковом инфекционном фоне, в одинаковых условиях произрастания, одного возраста, сорта и габитуса куста. Обработки проводили на поверхность растений с помощью ручного опрыскивателя Solo 425, в вечерние часы, при температуре воздуха от 25⁰ С и ниже. Препараты наносились в фенологические фазы развития культуры: I обработка – в начальный период листообразования, II – в фазу активного роста листьев, III – в период формирования цветов, IV и V – в фазу активного цветения, VI – начала формирования семян.

Оценку интенсивности проявления болезней в полевых условиях осуществляли в динамике через 7 суток после каждой обработки, по 4-балльной шкале. Степень развития болезней вычисляли по формуле, согласно методике, принятой по регистрационным испытаниям пестицидов (Методические..., 2009):

$$X = \frac{\sum(b \times p) \times 100}{n \times 5}$$

где X – степень развития болезни; б – балл поражения, р – число листьев данного балла, n – общее число учтенных листьев, 4 – высший балл поражения.

В вариантах опыта с использованием микроскопа (Levenhuk 320/D320I) через каждые 3 суток после обработок в тканях иссопа с нативных препаратов, приготовленных из вытяжки патологических тканей пораженных растений, определяли количество инфекционных единиц (по спорам грибов). Полученные данные обрабатывали методами статистического анализа в программе MS Excel.

Результаты и обсуждения

На протяжении периода исследований в результате микроскопирования материала и анализа выделяемой на питательных средах микробиоты с тканей корня был выделен почвенный гриб *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wr. Искусственное заражение иссопа штаммами данных грибов подтвердило их патогенную принадлежность (Кирай и др., 1974).

Установлено, что стеблевая зона иссопа поражается возбудителями сухой гнили – *Fusarium oxysporum* Schldl, которые активно выделяются с области корневой шейки. Параллельно с ними, высевались возбудители вертициллезного увядания, грибы рода *Verticillium* – *V. albo-atrum* Reinke & Berthold и *V. dahliae* Kleb, которые доминировали по количеству спор при выделениях на верхушке стебля и на листьях (рис. 1).



(A) (B) (C)

Рис. 1 Споры возбудителей болезней на иссопе: макроконидии *Fusarium solani* (A), *Verticillium albo-atrum* (B), *Verticillium dahliae* Kleb (C)

Fig. 1 Spores of pathogens on hyssop: macroconidia *Fusarium solani* (A), *Verticillium albo-atrum* (B), *Verticillium dahliae* Kleb (C)

Совокупность данных патогенов в период вегетации нередко проявлялась молниеносной формой вилта, при которой все листья на кусте бледнеют, скручиваются в трубочку, а затем одновременно поникают. При выкапывании такого растения обнаруживается вялый ослабленный корень, с тонкими придаточными корешками. Растение засыхает без признаков некроза в течение 2–5 дней, листья при этом не опадают. Болезнь распространяется по растению снизу вверх. Источниками инфекции являлись споры фитомикозов, сохраняющиеся в пораженных растительных остатках, семенах и почве.

В контрольном варианте опыта, без защитных обработок развитие болезней в начале эксперимента находилось на уровне 26,7%, а на период окончания опыта достигло 68,5%. Динамика увеличения количества спор и клеток бактерий в тканях больных растений иссопа постоянно нарастала, вследствие интенсивного развития инфекционного процесса (рис. 2).



Рис. 2 Развитие болезней на *Hyssopus officinalis* в контроле культуры, без обработок.

(Оригинальное фото Коростылева А.А.)

Fig. 2 The development of diseases of *Hyssopus officinalis* in the control culture without treatment.
(Original photo by A. Korostylev)

Включение в обработку иссопа виталайзера «НВ – 101» повлекло за собой положительный эффект, который выразился сдерживанием развития заболеваний по сравнению с контролем, снижением количества инфекционных единиц (по спорам грибов): в 2,7 раз по фузариуму, в 4 раза по вертициллезу (табл. 1, 2).

Таблица 1

Динамика снижения инфекционного инокулята *Fusarium* sp.
на иссопе при действии биопрепаратов

Table 1

The dynamics of reduction of the infectious inoculum of *Fusarium* sp.
on hyssop under the action of biologics

№	Варианты опыта Experience options	Количество спор / на см ² зоны просмотра, шт. (среднее значение по 4 повторностям) Number of spores / per cm ² of the viewing area, pcs (average value for 4 repetitions)						Среднее, шт. Average, pcs	Разность с контролем The difference with the control	
	№ обработки № treatment	1	2	3	4	5	6		шт. pcs	%
1	НВ – 101	19,7	20,3	17,3	13,5	11,5	10,0	15,4	-5,6	-26,7
2	Фитоспорин – М Fitosporin – M	15,2	8,5	7,5	7,7	5,3	3,7	8,0	-13,0	-62,0
3	Композиция 2-х препаратов Composition of 2 drugs	13,0	10,2	6,5	4,5	2,2	0,0	6,1	-14,9	-71,1
4	Контроль – без обработок Control – without treatments	14,4	17,7	20,2	23,5	24,2	26,0	21,0	–	–
	НСР ₀₅ LSD ₀₅								5,3	25,3

Более значительный эффект по грибным возбудителям был получен в варианте применения биофунгицида «Фитоспорин – М», при котором количество спор, в тканях пораженных растений по возбудителям фузариоза (*F. solani*) снизилось более чем в 15 раз и вертициллеза – 17 раз, по сравнению с контролем. Степень развития болезни в этом случае с 24,1% снизилась до 4,2%. При этом наблюдалось увеличение вегетативной массы побегов и улучшение декоративности кустов (рис. 3).



Рис. 3 Состояние кустов иссопа после 6-ти обработок в вариантах опыта с использованием смесей «НВ – 101» и биофунгицида «Фитоспорин – М» (средний ряд). (Оригинальное фото Коростылева А.А)

Fig. 3 The state of hyssop bushes after 6 treatments in the experimental variants using mixtures of «НВ – 101» and biofungicide «Fitosporin – M» (middle row). (Original photo by A. Korostylev)

Наилучший результат был достигнут в вариантах опыта с использованием комплекса биопрепаратов «НВ – 101» и «Фитоспорин – М» в рекомендуемых нормах применения. Установлено, что действие биофунгицида совместно с иммуноиндуктором имеет существенный защитный эффект, при котором количество фиксируемых в тканях пораженных растений спор грибных возбудителей болезней снизилось практически до нуля.

Математическая обработка результатов исследования показала, что при уровне достоверности ($HCP_{0.5}$) между вариантами опыта и контролем наблюдается существенная разница (табл. 1, 2).

Таблица 2

Динамика снижения инфекционного инокулята *Verticillium* sp.
на иссопе при действии биопрепаратов

Table 2

The dynamics of reduction of the infectious inoculum *Verticillium* sp.
on hyssop under the action of biologics

№	Варианты опыта Experience options	Количество спор / на см ² зоны просмотра, шт. (среднее значение по 4 повторностям) Number of spores / per cm ² of the viewing area, pcs (average value for 4 repetitions)						Среднее, шт. Average, pcs	Разность с контролем The difference with the control	
	№ обработки № treatment	1	2	3	4	5	6		шт. pcs	%
1	НВ – 101	20,2	20,3	16,7	15,2	15,3	14,0	17,0	-3,3	-9,8
2	Фитоспорин – М Fitosporin – M	22,0	18,5	12,7	8,5	4,0	2,5	11,4	-8,9	-43,9
3	Композиция 2-х препаратов Composition of 2 drugs	16,7	12,5	10,3	7,0	2,5	0,0	8,2	-12,1	-59,7
4	Контроль – без обработок Control – without treatments	15,5	16,7	18,2	20,0	23,5	27,7	20,3	–	–
	HCP_{0.5} LSD _{0.5}								6,9	33,8

По результатам эксперимента стало очевидно, что биофунгицид «Фитоспорин – М», штамм 26 Д, обладает выраженным антагонистическим потенциалом в отношении грибных возбудителей *H. officinalis*. Биопрепарат «НВ – 101» усиливает биоцидные свойства фунгицида. Действующие вещества регулятора роста являются активаторами устойчивости растений к некротрофным фитопатогенам, что способствует индуцированию защитных механизмов, препятствующих непосредственному развитию грибных фитопатогенов в листьях иссопа.

Выводы

1. На культуре иссопа лекарственного (*H. officinalis*) в области ризосферы обнаружены грибные возбудители *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wt., стеблевая зона иссопа поражается возбудителями сухой гнили – *Fusarium oxysporum* Schldl. На верхушке стебля и на листьях доминировали возбудители вертициллезного увядания, грибы рода *Verticillium* – *V. albo-atrum* Reinke & Berthold и *V. dahliae* Kleb.

2. Существенная эффективность действия по грибным возбудителям на иссопе была выявлена в варианте применения биофунгицида «Фитоспорин – М». Степень развития болезни с 24,1% опустилась до 4,2%. Количество спор в нативных препаратах из вытяжки тканей пораженных растений иссопа снизилось в 15 раз по возбудителям фузариоза (*F. solani*), и в 17 раз по возбудителям вертициллеза (*V. albo-atrum* и *V. dahliae*).

3. Установлено, что высокая антагонистическая активность биофунгицида «Фитоспорин – М» в защите иссопа от возбудителей грибных болезней проявилась при совместном применении с виталайзером «НВ – 101». Если в начале эксперимента степень развития болезней 28,4%, то в конце опыта – 0%. Количество фиксируемых в тканях пораженных растений спор грибных возбудителей болезней снизилось до нуля.

4. Использование биофунгицида «Фитоспорин – М», действующими объектами которого являются бактерии вида *B. subtilis*, совместно с регулятором роста «НВ – 101» могут быть рекомендованы для защиты иссопа лекарственного (*H. officinalis*) от болезней.

Литература / References

Барнаулов О.Д. Лекарственные свойства пряностей. СПб.: Информ-Навигатор, 2015. 288 с.

[Barnaulov O. D. Medicinal properties of spices. SPb.: Inform-Navigator, 2015. 288 p.]

Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / под ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1988. 552 с.

[Bilay V.I., Gvozdyak R.I., Skripal I.G. et al. Microorganisms – pathogens of plant diseases / Bilay V.I. (Ed.). Kiev: Naukova Dumka, 1988. 552 p.]

Гребенникова О.А., Палий А.Е., Хлыпенко Л.А., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Hyssopus officinalis* L. // Орбиталь. 2017. № 1. С. 21-28.

[Grebennikova O.A., Paliy A.Y., Khlypenko L.A., Rabotyagov V.D. Biologically active substances of *Hyssopus officinalis* L // Orbital. 2017. 1: 21-28]

Дунаевская Е.В., Хлыпенко Л.А., Работягов В.Д. *Hyssopus officinalis* L. сорта Никитский белый селекции Никитского сада // Перспективы лекарственного растениеводства. Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Алексея Ивановича Шретера (г. Москва, 01-02 ноября 2018 г.). Москва, 2018. С. 270-275.

[Dunaevskaya E.V., Khlypenko L.A., Rabotyagov V.D. *Hyssopus officinalis* L. of Nikitsky belyi variety of the Nikitsky botanical gardens selection // Prospects of medicinal plant science. Materials of the International scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor Alexey Ivanovich Schreter (Moscow, November 01-02, 2018). Moscow, 2018: 270-275]

Кидай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш И. Методы фитопатологии / Пер. с англ. канд. биол. наук С.В. Васильевой [и др.]; Под ред. и с предисл. д-ра биол. наук, проф. М.В. Горленко. М.: Колос, 1974. 343 с.

[Kiray Z., Klement Z., Solymosy F., Voros J. Methods in plant pathology / Transl. from eng. PhD of biological sciences S.V. Vasilyevoy [et al.]; Edited and prefixed by PhD of biological sciences, prof. M.V. Gorlenko. M.: Kolos, 1974. 343 p.]

Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под. ред. Долженко В.И. СПб: ВИЗР, 2009. 378 с.

[Methodical instructions on registration testing fungicides in agriculture / Dolzhenko V.I. (Ed.). SPb: VIZR, 2009, 378 p.]

Марко Н.В., Логвиненко Л.А., Шевчук О.М., Феськов С.А. Аннотированный каталог ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского

ботанического сада / под общ. ред., чл.-корр. РАН Плугатаря Ю.В. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 176 с.

[Marko N.V., Logvinenko L.A., Shevchuk O.M., Feskov S.A. Annotated catalog of aromatic and medicinal plants of the collection of the Nikitsky Botanical garden / under the General ed. Plugatar Yu.V. – Simferopol: "ARIAL", 2018. 176 p.]

Akbar S. *Hyssopus officinalis* L. (Lamiaceae). In: Handbook of 200 Medicinal Plants. Springer, Cham, 2020. pp. 1029-1034. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16807-0_110.

Ignjatov M., Milošević D., Nikolić Z., Tamindžić G., Stojanović M., Vera Popović, and Žarko Ivanović First Report of *Fusarium proliferatum* as the Causal Agent of Seed Rot of *Hyssopus officinalis* in Serbia. *Plant Disease*, 2020. 104:6, 1864-1864.

Stappen I., Wanner J., Tabanca N., Wedge D.E., Ali A., Kaul V.K., Lal B., Jaitak V., Gochev V.K., Schmidt E., Jirovetz L. Chemical composition and biological activity of essential oils of *Dracocephalum heterophyllum* and *Hyssopus officinalis* from Western Himalaya. *Nat. Prod. Commun*, 2015. 10 (1): 133-138.

Статья поступила в редакцию 02.11.2020 г.

Ivanova O.V., Korostylev A.A. Antagonistic potential of chemical fertilizers "FITOSPORIN – M" against the pathogens on common hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 34-41.

Data on the study and therapeutic prospects of *Hyssopus officinalis* L. as a valuable essential oil culture of the NBS are presented. The composition of infectious agents on hyssop was determined. Several variants of plant treatment with biological preparations were tested to identify the most effective way to protect hyssop from pathogens. The fungal pathogens *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wr. were found on the culture of *Hyssopus officinalis* in the rhizosphere, the hyssop stem zone is affected by dry rot pathogens – *Fusarium oxysporum* Schltdl. *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold and *V. dahliae* Kleb were the dominant pathogens of Verticillium wilt on the top of the stem and on the leaves. The use of the biofungicide «Fitosporin – M» had a significant effectiveness against fungal pathogens on hyssop medicinal. Marked reduction in the degree of development of the disease from 24.1 % to 4.2 %. The number of spores in native preparations from extracts of tissues of infected plants of hyssop decreased in 15 times for the pathogens of *Fusarium* (*F. solani*), and 17 times for the agents of verticillata (*V. albo-atrum* and *V. dahliae*). High antagonistic activity in relation to pathogens of fungal diseases of *Hyssopus officinalis* was observed in the case of using a composition of two drugs. It was found that when the biofungicide «Fitosporin – M» and vitalizer «HB – 101» were used together, the number of spores of fungal pathogens fixed in the tissues of affected plants decreased to zero.

Key words: *Hyssopus officinalis* L., essential oil crops, biological products, phytopathogens

УДК 595.754(477.62)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-42-49

К ИЗУЧЕНИЮ КЛОПОВ (INSECTA: HETEROPTERA) – ФИТОФАГОВ ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ДОНБАССЕ

Инна Сергеевна Левченко, Александр Игоревич Губин,
Владимир Викторович Мартынов

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»,
83059, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, просп. Ильича, 110
E-mail: inna_levchenko@mail.ua, helmintolog@mail.ru, martynov.v.scarab@yandex.ua

В период 2019–2020 гг. в ходе рекогносцировочного надзора за комплексом полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) – специализированных фитофагов хвойных интродуцентов на территории Донбасса впервые отмечено три вида: *Dichrooscytus gustavi* Josifov, 1981 (Miridae), *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839 (Coreidae) и *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852) (Pentatomidae). Два из них (*G. juniperi* и *C. pinicola*) приводятся впервые для юго-востока Украины, *D. gustavi* – впервые для фауны Украины. В работе представлены сведения о распространении, биологии и экологии выявленных видов. *Dichrooscytus gustavi* и *G. juniperi* трофически связаны с можжевельниками (*Juniperus* spp.), *C. pinicola* – с соснами (*Pinus* spp.). Увеличение объема комплекса фитофагов на соснах в Донбассе является следствием активной лесоустроительной деятельности. Помимо ближних вселенцев, к которым относится *C. pinicola*, на соснах в регионе зарегистрирован опасный инвазивный вредитель – сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae). Проникновение в Донбасс специализированных фитофагов можжевельников может быть следствием как массового завоза породы в виде горшечных культур из питомников, так и самостоятельного расселения фитофагов из сопредельных территорий. Увеличение количества сосущих вредителей – потенциальных переносчиков вирусных и фитоплазменных заболеваний может негативно сказаться на декоративности и санитарном состоянии насаждений хвойных в Донбассе. Для оценки вредоносности и разработки комплекса защитных мероприятий необходимо проведение контроля за появлением новых видов-фитофагов на хвойных интродуцентах и постоянного мониторинга за состоянием их популяций.

Ключевые слова: Heteroptera; Miridae; Coreidae; Pentatomidae; фитофаги; хвойные интродуценты; Донбасс

Введение

Хвойные породы на территории Донбасса традиционно широко используют для создания зеленых насаждений различного назначения. Подавляющее большинство хвойных, входящих в состав искусственных насаждений в регионе являются интродуцентами, аборигенная флора представлена одним видом – сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ее вариегатом – сосной меловой (*P. sylvestris* var. *cretacea* Kalen. ex Kom.). В городах Донбасса произрастает около 150 видов, форм и сортов хвойных интродуцентов, естественные ареалы которых в той или иной степени удалены от района интродукции (Поляков, Сулова, 2004).

Несмотря на высокие показатели плодородия степных почв и большой тепловой баланс активных температур, выращивание хвойных в Донбассе сопряжено с рядом трудностей. Помимо неблагоприятных климатических факторов (засухи, неравномерное распределение осадков в течение года, перепады температур и т.д.), все отчетливее проявляется давление вредителей, количество которых постоянно увеличивается вследствие проникновения в регион вслед за кормовыми растениями специализированных фитофагов хвойных. На примере насекомых-ксилофагов показано, что увеличение количества специализированных фитофагов на интродуцентах происходит как за счет их саморасселения, так и за счет завоза с посадочным материалом, лесоматериалом и т.д. (Никулина, Мартынов, 2017; Губин, Мартынов, 2018).

За достаточно длительную историю культивирования (начиная с XVI в.) на хвойных интродуцентах в Донбассе сформировался специфический комплекс фитофагов, состоящий из ксилофагов, хвоегрызов, галлообразователей и сосущих вредителей. Однако, если видовой состав и вредоносность хвоегрызов и ксилофагов изучены достаточно хорошо (Мешкова, Коленкина, 2014; Никулина, Мартынов, 2017; Губин, Мартынов, 2018), то комплекс сосущих вредителей – важнейших переносчиков различных заболеваний, практически не рассматривался. В период с 1995 по 2020 гг. на хвойных породах было зарегистрировано 13 специализированных сосущих фитофагов – новых для фауны региона, среди которых отмечено 4 вида хермесов (Homoptera: Adelgidae), 5 – тлей (Homoptera: Aphidoidea), 2 – ложнощитовок (Homoptera: Coccidae), 1 – трипсов (Insecta: Thysanoptera) и 1 вид клопов (Insecta: Heteroptera) (Коломоец, 1995; Putshkov *et al.*, 2012; Мартынов и др., 2019). Обращает на себя внимание практически полное отсутствие сведений о такой обширной и многочисленной группе сосущих вредителей, как клопы, в состав которой входят в том числе и виды, трофически связанные с хвойными породами. Специализированных исследований клопов-фитофагов хвойных пород на территории Донбасса до настоящего времени не проводилось. Наблюдаемая в последнее десятилетие тенденция к изменению ареалов многих видов клопов и увеличение среди них доли вредителей, связанная с активной сельскохозяйственной и лесоустроительной деятельностью, широким применением интродуцентов в озеленении городов, увеличением интенсивности транспортных потоков (Rabitsch, 2008), свидетельствует о необходимости проведения мониторинга за изменением видового состава и состоянием популяций клопов – фитофагов хвойных интродуцентов в Донбассе.

Целью работы было проведение рекогносцировочного надзора за комплексом специализированных клопов-фитофагов хвойных интродуцентов в Донбассе.

В задачи исследования входило регулярное обследование хвойных насаждений различного типа на протяжении вегетационных периодов 2019–2020 гг., сбор и идентификация клопов, оценка состояния их популяций.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований выступали полужесткокрылые насекомые (Heteroptera), впервые выявленные нами на хвойных интродуцентах в Донбассе: *Dichrooscytus gustavi* Josifov, 1981 (Miridae), *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839 (Coreidae) и *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852) (Pentatomidae). Сбор материала проводили в соответствии с общепринятыми методиками: ручной сбор, кошение энтомологическим сачком, отряхивание насекомых с побегов на полог. Плотность популяций фитофагов на растениях учитывали на 10 взмахов сачком. Собранный материал хранится в личной коллекции авторов. Фотосъемку производили при помощи камеры AxioCam ERc5S, установленной на бинокулярный микроскоп Carl Zeiss Stemi 2000-C, камеры Nikon D7200 с объективом Nikon 105mm f/2.8G IF-EDAF-S VR Micro Nikkor. Дополнительную обработку и стекинг фотоснимков проводили при помощи программ Adobe Photoshop CS5, ZEN 2012 (Blue Edition), Zerene Stacker 1.04 и Nikon Capture NX-D 1.4.7.

Результаты и обсуждение

В результате обследований насаждений хвойных пород в пределах гг. Донецк и Амвросиевка в 2019–2020 гг. нами были обнаружены три новых для Донбасса вида клопов. Два из них (*G. juniperi* и *C. pinicola*) приводятся впервые для юго-востока Украины, *D. gustavi* – впервые для фауны Украины. Видовые очерки представлены по следующей унифицированной схеме: название вида и его таксономическое положение;

этикеточные данные, распространение вида в мире и на территории Украины, биологическая и эколого-трофическая характеристики.

***Dichroscytus gustavi* Josifov, 1981 (Heteroptera: Miridae) (рис. 1).**

Материал. Донецкая обл.: г. Донецк, ДБС, 24.09.2019 (на *Juniperus sabina* L.) (1♀) Губин А.И., Левченко И.С.; там же, 26.06.2020 (на *J. sabina*) (2♀, 1♂), (на *J. chinensis* L. 'Kuriwao Gold') (4♀, 2♂), (на *J. horizontalis* Moench 'Blue Chip') (1♀), (на *J. sabina* 'Blaue Donau') (2♀, 1♂), (на *J. sabina* f. *tamariscifolia* Aiton) (1♀); там же, 02.07.2020 (на *J. chinensis* 'Kuriwao Gold') (1♀); там же, 25.09.2020 (на *J. sabina*) (1♀) Левченко И.С.

Распространение. Австрия, Бельгия, Великобритания, Венгрия, Германия, Дания, Италия, Люксембург, Нидерланды, Польша, Словакия, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция (Catalogue ..., 1999, 2013; Rabitsch, 2008; Szpryngiel, Coulianos, 2017; Gierlasiński *et al.*, 2019). Впервые приводится для фауны Украины.

Примечание. *Dichroscytus gustavi* длительное время смешивался с систематически близким *D. valesianus* Fieber, 1861 (Josifov, 1981). После описания *D. gustavi*, данные о распространении видов рода *Dichroscytus* Fieber, 1858 в Европе требовали критического пересмотра. По данным U. Göllner-Scheiding (1989) *D. valesianus* – понто-средиземноморский вид, обитающий в горных районах Швейцарии, Франции, Италии, на Балканах и в Крыму; границы естественного ареала *D. gustavi* не установлены. Существует мнение, что на данном этапе фитофаг расширяет ареал вследствие активной интродукции можжевельников в зеленые декоративные насаждения в Европе. Известны случаи обнаружения клопа в поезде, перевозившем посадочный материал (Rabitsch, 2008). Обычно вид регистрируют на интродуцированных можжевельниках в парковых зонах и декоративных насаждениях различного типа, при этом в естественных биотопах *D. gustavi* не отмечается (Rabitsch, 2008; Putshkov, 2013).

В фауне Украины род *Dichroscytus* ранее был представлен тремя видами: *D. intermedius* Reuter, 1885 – питается на *Picea* spp.; *D. rufipennis* (Fallen, 1807) – на *Pinus* spp. и *D. valesianus* Fieber, 1861 – на *Juniperus* spp., только в Крыму (Putshkov, Putshkov, 1996).

Биология. Поливольтинный вид, развивается не менее чем в двух поколениях за сезон. В Польше отмечено развитие 2-х поколений (Gierlasiński *et al.*, 2019). В Донбассе *D. gustavi* вероятно дает также 2 поколения: имаго регистрировались нами в конце июня и в конце сентября. Зимуют яйца под чешуйками коры кормового растения. Длительность эмбрионального периода и фазы личинки не известны. По нашим наблюдениям, продолжительность жизни имаго незначительна и составляет около 10 дней. После окончания яйцекладки взрослые особи, вероятно, погибают, так как не встречаются на кормовых растениях в период развития яиц и личинок, то есть в большую часть вегетационного периода. Питание *D. gustavi* проходит на различных Cupressaceae (виды родов *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Juniperus*), наиболее часто клопа отмечают на *Juniperus communis* L. (Josifov, 1981; Göllner-Scheiding 1989; Rabitsch, 2008).

В Донбассе вид был зарегистрирован только на территории Донецкого ботанического сада (далее ДБС), целенаправленные поиски в декоративных насаждениях гг. Донецк и Амвросиевка дали отрицательные результаты. Питание *D. gustavi* было отмечено нами на можжевельниках *J. chinensis* L. 'Kuriwao Gold', *J. horizontalis* Moench 'Blue Chip', *J. sabina* L., *J. sabina* 'Blaue Donau', *J. sabina* f. *tamariscifolia* Aiton. При этом плотность популяции клопов составляла 1–2 имаго на 10 взмахов сачком.

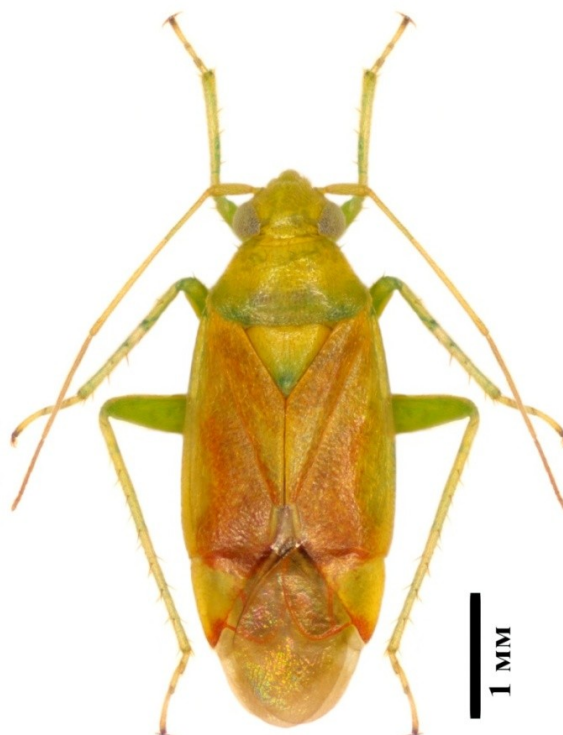


Рис. 1 *Dichrooscytus gustavi* Josifov, 1981, имаго, внешний вид

Fig. 1 *Dichrooscytus gustavi* Josifov, 1981, imago, habitus

***Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839 (Heteroptera: Coreidae) (рис. 2).**

Материал. Донецкая обл.: г. Донецк, ДБС: 12.04.2019 (1♀) Мартынов В.В., Левченко И.С.; 24.09.2019 (на *Juniperus chinensis* L. 'Stricta Variegata') (2♂1♀) Губин А.И., 10.04.2020 (на *J. sabina* L.) (1♂), 26.06.2020 (на *J. chinensis* 'Kuriwao Gold') (1♀), (на *J. × pfitzeriana* 'Hetzii') (2♀, 2 личинки), (на *J. scopulorum* Sarg. 'Skyrocket') (1♂) Левченко И.С.; г. Амвросиевка, 30.09.2020 (на *J. virginiana* L.) (2♂) Левченко И.С.; г. Донецк, парк культуры и отдыха имени Ленинского комсомола, 11.05.2020 (на *Juniperus* sp.) (3♀1♂) Мартынов В.В.

Распространение. Австрия, Азербайджан, Алжир, Армения, Бельгия, Болгария, Босния и Герцеговина, Венгрия, Германия, Греция, Грузия, Израиль, Ирак, Иран, Испания, Италия, Канарские острова, Кипр, Ливия, Македония, Марокко, Молдова, Нидерланды, Португалия, Россия (юг), Румыния, Сербия, Сирия, Словакия, Словения, Таджикистан, Тунис, Турция, Украина, Франция, Хорватия, Черногория, Чехия (Catalogue..., 2006, 2013). В Украине отмечен в Ивано-Франковской, Львовской, Закарпатской, Кировоградской, Херсонской областях и в Крыму (Putshkov, Putshkov, 1996). Впервые приводится для юго-востока Украины.

Биология. Поливольтинный вид, в Донбассе развивается до 3 поколений. Согласно нашим наблюдениям, развитие первого поколения проходит со середины мая до конца июня, второго – с первой половины июля до середины августа. При благоприятных условиях возможно развитие факультативного третьего поколения, которое проходит с начала сентября до начала октября. Зимуют взрослые особи в подстилке или под отслоившейся корой кормовых растений. Перезимовавшие имаго появляются весной, в начале апреля, откладка яиц начинается в первой половине мая. Личинки и взрослые особи высасывают плоды и молодые побеги кормовых растений (рис. 3). Трофически *G. juniperi* связан с растениями семейства Cupressaceae (виды родов *Juniperus*, *Thuja*, *Cupressus*) (Пучков, 1962). В Донбассе питание клопа было

отмечено нами на *J. chinensis* 'Kuriwao Gold', *J. chinensis* 'Stricta Variegata', *J. × pfitzeriana* 'Hetzii', *J. sabina*, *J. scopulorum* Sarg. 'Skyrocket', *J. virginiana* L.

Gonocerus juniperi встречается в городских декоративных насаждениях различного типа, однако предпочитает старые, густо покрытые плодами растения (Пучков, 1962). Плотность популяции вида в насаждениях Донбасса в 2019–2020 гг. составляла 4–7 особей (имаго и личинки) на 10 взмахов сачком.



Рис. 2 *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839, имаго, внешний вид

Fig. 2 *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839, imago, habitus

Рис. 3 *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839, личинка старшего возраста, питающаяся содержимым плодов *Juniperus chinensis* L.

Fig. 3 *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839, last-stage larva feeding of *Juniperus chinensis* L. fruits contents

***Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae) (рис. 4)**

Материал. Донецкая обл.: г. Донецк, ДБС, 12.04.2019 (на *Pinus mugo* Turra) (1♂) Мартынов В.В., Левченко И.С., там же, 22.04.2020 (2♀) Левченко И.С.

Распространение. Австрия, Албания, Беларусь, Бельгия, Болгария, Босния и Герцеговина, Великобритания, Венгрия, Германия, Грузия, Дания, Испания, Италия, Казахстан, Латвия, Литва, Люксембург, Молдова, Нидерланды, Норвегия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Турция, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, Черногория, Чехия, Швейцария, Швеция (Catalogue..., 2006; 2013). В Украине отмечен в Киевской, Черниговской, Черкасской, Полтавской и Харьковской областях (Putshkov, Putshkov, 1996). Впервые приводится для юго-востока Украины.

Биология. Моновольтинный вид, зимуют имаго под хвойным опадом или в дерновинах злаков. Выход зимующих особей начинается во второй декаде апреля. В условиях лесостепной зоны Украины первые яйцекладки появляются в конце мая. Развитие яиц длится около недели, личинок – 2 месяца. Молодые имаго выходят в конце июля – начале августа, лет длится до конца сентября, после чего взрослые особи уходят на зимовку. Трофически *C. pinicola* связан с видами родов *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Juniperus*. Личинки и имаго высасывают сок молодых побегов или хвои, часто молодые имаго питаются содержимым семян в шишках высоко в кроне кормового растения. Отмечена склонность к хищничеству (Mouquet, 2007; Пучков, 1961).

В Донбассе зарегистрирован по единичным находкам только на территории ДБС на *Pinus mugo* Turra.



Рис. 4. *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852), имаго, внешний вид
Fig. 4 *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852), imago, habitus

Заключение

Регистрация новых специализированных фитофагов на хвойных породах в Донбассе является ярким примером продолжающегося процесса формирования комплекса вредителей. Вызывает опасение увеличение количества сосущих вредителей, которые помимо механических повреждений способны выступать в качестве векторов вирусных и фитоплазменных заболеваний, что может негативно сказаться на декоративности и фитосанитарном состоянии насаждений хвойных в регионе. Для оценки вредоносности и разработки комплекса защитных мероприятий необходимо проведение постоянного контроля за появлением новых видов-фитофагов на хвойных интродуцентах и мониторинга за состоянием их популяций.

Основной лесобразующей породой в Донбассе является сосна обыкновенная. Естественный ареал вида проходит по северу Донецкой области вдоль долины р. Северский Донец, где *P. sylvestris* представлена реликтовыми островными борами, изолированными от основной части ареала. Искусственные насаждения сосны обыкновенной на территории Донбасса встречаются повсеместно в виде островных лесов и занимают 25% лесопокрытой площади (Поляков, Суслова, 2004). Рост количества сосущих фитофагов на соснах в Донбассе является следствием активной лесоустроительной деятельности и происходит за счет проникновения как ближних вселенцев из прилегающих территорий, так и дальних вселенцев – представителей фауны других континентов. К ближним вселенцам относится *C. pinicola*, проникновение которой из лесостепной в степную зону, вероятно, является результатом саморасселения по сети искусственных сосновых насаждений. К дальним вселенцам относится инвазивный североамериканский сосновый семенной клоп – *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae), активно расширяющий ареал в Европе с начала XXI века. В Донбассе *L. occidentalis* был впервые отмечен в 2011 г. (Putshkov *et al.*, 2012) и на сегодняшний день встречается повсеместно в насаждениях сосен разного типа, в сезон развивается не менее 3-х генераций. В пределах нативного ареала сосновый семенной клоп отмечен как опасный вредитель питомников, резко уменьшающий или даже блокирующий всхожесть семян сосны.

Представители рода *Juniperus* традиционно используются для создания городских декоративных насаждений. Проникновение в Донбасс видов, трофически связанных с можжевельниками может быть следствием как их массового завоза с посадочным материалом из питомников, так и самостоятельного расселения фитофагов с сопредельных территорий. Обращает на себя внимание, что отсутствие больших по площади массивов можжевельников и разреженность посадок в черте городов не являются препятствием для формирования на них комплекса фитофагов.

Литература / References

- Губин А.И., Мартынов В.В. Жуки-усачи (Coleoptera: Cerambycidae) донецкой промышленно-городской агломерации. 2. Аннотированный список видов: Lamiinae. Общий анализ // Промышленная ботаника. 2018. Вып. 18 (3). С.16-28.
[Gubin A.I., Martynov V.V. Longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of Donetsk industrial-urban agglomeration. 2. Annotated list of species: Lamiinae. General analysis. *Industrial Botany*. 2018.18(3):16-28]
- Коломоец Т.П. Вредители зеленых насаждений Донбасса. Киев: Наукова думка, 1995. 216 с.
[Kolomoets T.P. Pests of greenspace of industrial Donbass. Kiev: Naukova dumka, 1995. 215 p.]
- Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Левченко И.С. Новые и интересные находки насекомых-фитофагов в зеленых насаждениях Донбасса. Сообщение I // Промышленная ботаника. 2019. Вып. 19(1). С.9-16.
[Martynov V.V., Nikulina T.V., Gubin A.I., Levchenko I.S. New and interesting records of phytophagous insects in green spaces of Donbass. Report I. *Industrial Botany*. 2019.19(1):9-16]
- Мешкова В.Л., Коленкина М.С. Прогнозирование повреждения насаждений сосновыми пилильщиками в степной зоне Украины // Лесной вестник. 2014. Вып. 6(106). С.119-128.
[Meshkova V.L., Kolenkina M.S. Prediction of damage of stands by pine sawflies in the Steppe Zone of Ukraine. *Forestry bulletin*. 2014.6(106):119-128]
- Никулина Т.В., Мартынов В.В. Современный видовой состав и анализ путей формирования фауны жуков-короедов (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Северного Приазовья // Труды Русского энтомологического общества. 2017. Т. 88(1). С.80-93.
[Nikulina T.V., Martynov V.V. The current species composition and analysis of the formation ways of the bark beetles fauna (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the Northern Cis-Azov region. *Proceedings of the Russian Entomological Society*. 2017. 88(1):80-93]
- Поляков А.К., Суслова Е.П. Хвойные на юго-востоке Украины. Донецк: Норд-Пресс, 2004. 197 с.
[Polyakov A.K., Suslova E.P. Conifers in the south-east of Ukraine. Donetsk: Nord-Press, 2004. 197 p.]
- Пучков В.Г. Щитники // Фауна України. Київ: Видавництво Академії наук УРСР, 1961. Т. 21(1).338 с.
[Puchkov V.G. Pentatomoidea // Fauna of the Ukraine. Kiev: Published by the Academy of Sciences of the USSR, 1961. 21(1): 338.]
- Пучков В.Г. Корейди // Фауна України. Київ: Видавництво Академії наук УРСР, 1962. Т. 21(2).163 с.
[Puchkov V.G. Coreoidea // Fauna of the Ukraine. Kiev: Published by the Academy of Sciences of the USSR, 1962. 21(2):163.]
- Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region*. Vol. 3. Cimicomorpha II / B. Aukema, Chr. Rieger (eds.). Published by the Netherlands Entomological Society, 1999. 577 p.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 5. Pentatomomorpha II / B. Aukema, Chr. Rieger (eds.). Published by the Netherlands Entomological Society, 2006. 550 p.

Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 6. Supplement / B. Aukema, Chr. Rieger, W. Rabitsch (eds.). Published by the Netherlands Entomological Society, 2013. 629 p.

Gierlasiński G., Lis B., Woźniak A. *Dichroscytus gustavi* Josifov, 1981 (Heteroptera: Miridae) – pierwsze potwierdzone stanowisko w Polsce // Heteroptera Poloniae – Acta Faunistica. 2019. Vol. 13. P. 55-57.

Göllner-Scheiding U. Die europäischen Vertreter der Gattung *Dichroscytus* Fieb., unter besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Arten (Insecta: Heteroptera: Miridae) // Faunistische Abhandlungen. 1989. Vol. 17. P. 25-26.

Josifov M. Derverkannte *Dichroscytus valesianus* Fieber, 1861 und der übersehene *Dichroscytus gustavi* sp. n. aus Mitteleuropa (Heteroptera, Miridae) // Reichenbachia. 1981. Vol. 19. P. 43-45.

Mouquet C. Découverte de *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852) en Basse-Normandie (Hemiptera, Pentatomidae) // Invertébrés Armorica. 2007. Vol. 1. P. 6.

Putshkov V.G., Putshkov P.V. Heteroptera of the Ukraine: check list and distribution. St Petersburg: Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 1996. 108 p.

Putshkov P.V., Gubin A.I., Popov G.V., Kalesnik V.I., Syzhko V.V. The North American intruder *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) settled down in Ukraine // Ukrainska Entomofaunistyka. 2012. Vol. 3 (3). P. 1-3.

Putshkov P.V. Invasive true bugs (Heteroptera) established in Europe. Ukrainian Entomological Journal. 2013. Vol. 2 (7). P. 11-28.

Rabitsch W. Alien True Bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). Zootaxa. 2008. 1827. P. 1-44.

Szpryngiel S., Coulianos C-C. Några för Sverige nya ängsskinnbaggar (Hemiptera-Heteroptera: Miridae) jämte nya landskapsfynd // Entomologisk Tidskrift. 2017. –Vol. 138 (3-4). P. 171-177.

Статья поступила в редакцию 30.10.2020

Levchenko I.S., Gubin A.I., Martynov V.V. To the study of formation of phytophagous true bugs (Insecta: Heteroptera) complex on introduced coniferous in Donbass // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 42-49.

Three species of true bugs: *Dichroscytus gustavi* Josifov, 1981 (Miridae), *Gonocerus juniperi* Herrich-Schaeffer, 1839 (Coreidae) and *Chlorochroa pinicola* (Mulsant & Rey, 1852) (Pentatomidae) was firstly found during the reconnoiter surveillance of specialized phytophagous Hemiptera (Heteroptera) on introduced coniferous in the territory of Donbass for the period 2019–2020. Two species (*G. juniperi* and *C. pinicola*) are recorded for the first time for the southeast of Ukraine, *D. gustavi* - for the first time for Ukraine. The paper presents information on the distribution, biology and ecology of the recorded species. *Dichroscytus gustavi* and *G. juniperi* are trophically associated with junipers (*Juniperus* spp.), *C. pinicola* – with pines (*Pinus* spp.). The expansion of phytophagous species composition on pines in Donbass is a consequence of active forest management activities. In addition to the nearby invaders, which include *C. pinicola*, an increase in the number of dangerous alien invasive pests such as *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) has recently been observed on pines. The invasion of the sucking-feeders species on junipers into Donbass may be the result of massive import potted crops of this breed from nurseries and independent dispersal of this insects from adjacent territories. An increase of the number of sucking pests - the main vectors of viral and phytoplasmic diseases on pines and junipers can negatively affect the decorative and sanitary condition of coniferous plantations in Donbass. To develop a forecast of harmfulness and a complex of protective measures, it is necessary to control the appearance of new phytophagous species on introduced coniferous and to constantly monitor the state of their populations.

Key words: Heteroptera; Miridae; Coreidae; Pentatomidae; phytophagous; introduced coniferous; Donbass

УДК 595.753(4-015)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-50-55

***PENESTRAGANIA APICALIS* (OSBORN & BALL, 1898) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE: IASSINAE) – НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ФИТОФАГ ГЛЕДИЧИИ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ**

Владимир Викторович Мартынов, Татьяна Владимировна Никулина

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»,
83059, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, просп. Ильича, 110
E-mail: martynov.scarab@yandex.ua, nikulinatanya@mail.ru

В июле 2020 года в ходе сбора насекомых на свет на территории г. Донецка впервые для Восточной Европы была отмечена североамериканская цикадка *Penestragania apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae: Iassinidae). Этот вид является третьим специализированным фитофагом гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos* L.), занесенным в Европу. Распространение *P. apicalis* в пределах вторичного ареала не выяснено, вероятнее всего цикадка широко распространена в зоне культивирования своей кормовой породы. Основным вектором инвазии *P. apicalis* является занос с посадочным материалом, а также самостоятельное расселение имаго. Проникновение в степную зону Восточной Европы еще одного специализированного фитофага гледичии трехколючковой требует проведения работ по изучению его распространения. Обнаружение нами *P. apicalis* на значительном удалении от ранее известных районов обитания свидетельствует о его широком распространении в Европе. Поскольку обследование крон высоких деревьев затруднено, мы рекомендуем использовать светоловушки как наиболее простой и эффективный метод выявления цикадки. Степень вредоносности вида в пределах природного и вторичного ареалов не выяснена, что требует организации работ по детальному изучению его эколого-биологических особенностей. Формирование многовидового комплекса специализированных вредителей может оказать негативное воздействие на насаждения гледичии трехколючковой в зоне ее интродукции. В связи с этим состояние популяции *P. apicalis* требует постоянного мониторинга наряду с другими инвазивными фитофагами гледичии – гледичиевой листовой галлицей *D. gleditchiae* и жуком-зерновкой *M. dorsalis*.

Ключевые слова: цикадка; инвазия; *Gleditsia triacanthos* L.; контроль численности

Введение

Одним из основных факторов, лимитирующих создание и существование устойчивых древесных насаждений в условиях степной зоны, является дефицит влаги. К числу древесных пород, наиболее активно используемых для создания лесных насаждений в степной зоне Украины и России, относится североамериканский интродуцент гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), которая культивируется на территории Европы с начала XVIII века (Дерев'янка, Левон, 2007).

В практике степного лесоразведения гледичия впервые была использована В.Е. Граффом еще в 1848 г. при высадке Великоанадольского леса (Донецкая область, Волноватский район) и в дальнейшем применялась для закладки лесных массивов в степи такими известными лесоводами как Л.Г. Барк, Х.С. Полянский и др. К концу XIX века в степной зоне Украины был создан целый ряд лесных массивов (Владимировский, Бердянский, Рацинский и др.), где гледичия выступала одной из основных лесообразующих пород (Дерев'янка, Левон, 2007). К настоящему времени благодаря своей неприхотливости, биологической устойчивости и декоративности *G. triacanthos* стала неотъемлемым элементом самых различных насаждений во всех европейских странах с умеренным климатом. В степной зоне Евразии эту породу широко применяют для создания поле- и ветрозащитных лесополос, а также в декоративных насаждениях населенных пунктов.

При проектировании искусственных насаждений, помимо экологических требований древесных пород к условиям произрастания, в качестве одного из критериев их устойчивости учитывают комплекс фитофагов, способных оказать влияние на физиологическое состояние растений. В связи с этим широкое применение в практике лесного строительства нашло внедрение инорайонных древесных пород, не имеющих специализированных фитофагов в условиях интродукции. Например, достаточно устойчивый к дефициту влаги дуб черешчатый, широко использующийся в степном лесоразведении, обладает самой богатой фауной насекомых-фитофагов, на что еще в 50-е годы XX века указывал С.И. Медведев по результатам изучения энтомофауны искусственных лесонасаждений степной зоны Украины (Медведев, 1953). В этот же период на гледичии трехколючковой отмечается полное отсутствие насекомых-фитофагов (Медведев, 1959).

На территории Европы на протяжении почти трех веков культивирования *G. triacanthos* специализированных насекомых-вредителей этой породы также не регистрировали. Первым инвазивным видом-монофагом гледичии, проникшим в Европу, стала гледичиевая листовая галлица *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866) (Diptera: Cecidomyiidae), впервые зарегистрированная в 1975 г. в Нидерландах. В 1980 г. на территории Германии была выявлена зерновка *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), а в 1989 г. в Италии – второй представитель этого рода *Megabruchidius dorsalis* (Fåhraeus, 1839) (Alien ..., 2010). В 1993 г. в Югославии и Италии впервые отмечен инвазивный четырехногий клещ *Aculops gleditsiae* (Keifer, 1959) (Aranei: Trombidiformes: Eriophyidae) (Alien ..., 2010). Относительно недавно, в 2010 г., на территории Франции был выявлен еще один чужеродный вид – цикадка *Penestrangia apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Nickel *et al.*, 2013).

Целью настоящей работы было уточнение видового состава насекомых-фитофагов, связанных с гледичией трехколючковой в Донбассе. В задачи исследования входило регулярное обследование искусственных лесных насаждений с участием гледичией трехколючковой, сбор и идентификация выявленных насекомых-фитофагов, определение состояния их популяций.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступал инвазивный североамериканский вид *Penestrangia apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae: Iassinae). Сбор материала проводили в соответствии с общепринятыми энтомологическими методиками: визуальное обследование растений на наличие вредителей и вызванных ими повреждений, кошение по недревесневшей поросли гледичии и приросту текущего года энтомологическим сачком, отлов летающих насекомых при помощи светоловушки.

Материал: Донецкая область, Донецк, 10.07.2020 (на свет), 1 экз. Мартынов В.В.; Донецк, 12.07.2020 (на свет), 5 экз.; Донецк, 16.07.2020 (на свет), 1 экз.; Донецк, 20.07.2020 (на свет), 1 экз.

Собранный материал хранится в личной коллекции авторов. Фотосъемку проводили при помощи микроскопа Carl Zeiss Stemi 2000-C с фотокамерой Zeiss AxioCam Erc 5s. Дополнительную обработку фотоснимков проводили при помощи программ ZEN 2012 1.1.1.0, Adobe Photoshop CS5, Zerene Stacker 1.04 и Nikon Capture NX-D 1.4.7.

Результаты и обсуждение

В ходе сбора насекомых на свет в искусственных насаждениях г. Донецка в полевой сезон 2020 г. был выявлен новый инвазивный вид цикадок – *Penestrangia*

apicalis (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae, Iassinae). Следует отметить, что применение прочих методик сбора (визуальный поиск, кошение энтомологическим сачком) в точке первой находки и ряде других пунктов сбора материала результатов не принесло.

P. apicalis – североамериканский вид, описанный по материалам из штатов Айова и Небраска. Широко распространен в Северной Америке, отмечен в Канаде: Онтарио, Квебек и США: Алабама, Колорадо, Джорджия, Иллинойс, Индиана, Айова, Канзас, Луизиана, Миннесота, Миссури, Небраска, Нью-Йорк, Огайо, Пенсильвания, Теннесси, Юта, Вермонт, Виргиния (Valley, Wheeler 1985; Penestrangania..., 2020). Указания для Китая и Японии, вероятно, являются результатом ошибочного определения (Nickel *et al.*, 2013).

На территории Европы *P. apicalis* впервые обнаружен в 2010 г. во Франции, но в ходе дальнейших исследований был найден в 2012 г. в Германии и Швейцарии, в 2013 г. в Австрии (Callot, 2013; Nickel *et al.*, 2013), в 2016 г. в Нидерландах (Den Bieman, Belgers, 2017), в 2017 году в Бельгии (Lock, 2017). К моменту установления видовой принадлежности *P. apicalis* был зарегистрирован в 16 населенных пунктах Франции, Швейцарии, Германии и Австрии (Callot, 2013; Nickel *et al.*, 2013), что свидетельствует о существенном несовпадении времени его выявления и завоза. Вероятно, вид достаточно давно проник в Европу и имеет более широкое распространение в мире, о чем косвенно свидетельствуют и наши материалы, собранные на значительном удалении от всех ранее известных мест находок. Основным вектором инвазии *P. apicalis* является занос с посадочным материалом (Den Bieman, Belgers, 2017), а также самостоятельное расселение способных к активному полету имаго.



Рис. Общий вид имаго *Penestrangania apicalis* (Osborn & Ball, 1898): А – вид сверху; Б – вид сбоку (Фото А.И. Губина)

Fig. General view of the imago *Penestrangania apicalis* (Osborn & Ball, 1898): А – dorsal view; Б – lateral view (Foto by A.I. Gubin)

Идентификация. От европейских видов Iassinae *P. apicalis* надежно отличается по нескольким признакам: наличию трех полукруглых темных пятен на вершинах передних крыльев, хорошо заметному опушению и беловатому налету на передних крыльях (рис. А, Б), параллельным переднему и заднему краям головы (рис. А), наличию поперечных морщинок на переднеспинке (рис. А), а также строению гениталий самца (Nickel *et al.*, 2013).

Биология. *P. apicalis* – монофаг, в условиях природного ареала питание и развитие проходит на *G. triacanthos* (Valley, Wheeler, 1985). В Европе большинство находок вида также связано с *G. triacanthos*; целенаправленный поиск цикадки на азиатских интродуцентах *G. sinensis* Lam. и *G. japonica* Miq. во Франции не принес положительных результатов (Callot, 2013). Находка одного экземпляра *P. apicalis* в Швейцарии на *Betula pendula* Roth, вероятно, случайна (Nickel *et al.*, 2013).

Биология *P. apicalis* в пределах европейской части ареала изучена недостаточно. В течение года развивается одна или две генерации. Зимовка проходит в стадии яйца на побегах текущего года, нимфы встречаются с начала мая по июль, взрослые особи – с конца июня до начала октября (Nickel *et al.*, 2013). Многие авторы отмечают активный лет имаго на свет (Callot, 2013; Nickel *et al.*, 2013; Nickel, Bückle, 2014; Den Bieman, Belgers, 2017). В Донбассе все экземпляры *P. apicalis* также были отловлены в июле на светоловушку.

Хозяйственное значение. Степень вредоносности *P. apicalis* на территории природного ареала и в Европе не выяснена, экономически значимый ущерб до настоящего времени не регистрировался (Valley, Wheeler, 1985; Nickel *et al.*, 2013; Nickel, Bückle, 2014).

Заключение

К настоящему времени в европейской фауне известно 5 инвазивных видов, связанных с гледичией трехколючковой, из которых на территории Украины зарегистрировано 3 вида – *M. dorsalis*, *D. gleditchiae* (Martynov, Nikulina, 2014, 2015) и выявленный нами в 2020 г. *P. apicalis*.

Гледичиевую листовую галлицу *D. gleditchiae* и зерновку *M. dorsalis* можно отнести к вредителям, оказывающим негативное влияние на состояние насаждений гледичии трехколючковой в степной зоне Украины и юге европейской части России (Мартынов и др., 2020). Высокая степень пораженности семян гледичии зерновкой *M. dorsalis*, достигающая в некоторых насаждениях 94,0%, усложняет сбор семенного материала для лесных питомников, с чем уже столкнулись лесничества Донбасса.

Личинки *D. gleditchiae* развиваются в галлах, формирующихся на листовых пластинках гледичии и опадающих после выхода имаго галлицы. Дефолиация крон не только снижает эстетическую ценность, но и значительно сокращает фотосинтезирующую поверхность растений, приводя к их угнетению. Удельная доля пораженных листьев гледичии в насаждениях г. Донецка в период наблюдений с 2015 по 2020 гг. достигала 40,0–60,0%; особенно сильно поражались листья молодых побегов и поросли – до 90,0–100,0%.

Проникновение в степную зону Восточной Европы еще одного специализированного фитофага гледичии *P. apicalis* требует проведения работ по изучению его распространения. Обнаружение нами этого вида на столь значительном удалении от известных районов обитания, безусловно, свидетельствует о его широком распространении в Европе. Практически не вызывает сомнений тот факт, что *P. apicalis* уже присутствует в большинстве регионов, где культивируется гледичия трехколючковая.

Поскольку обследование крон высоких деревьев затруднено, мы рекомендуем использовать светоловушки как наиболее простой и эффективный метод выявления цикадки. Остается невыясненной потенциальная способность нового фитофага оказывать негативное влияние на жизнестойкость насаждений, что требует детального изучения биологии вида.

Несмотря на то, что к настоящему времени появление в Европе монофагов гледичии не оказало существенного влияния на физиологическое состояние растений, формирование многовидового комплекса вредителей в конечном итоге может оказать негативное воздействие на насаждения гледичии в зоне ее интродукции. В связи с этим, по нашему мнению, состояние популяции *P. apicalis* требует постоянного мониторинга наряду с другими специализированными вредителями – *D. gleditsiae* и *M. dorsalis*.

Литература / References

- Дерев'янюк В.М., Левон Ф.М. Гледичія на півдні України. Київ, 2007. 145 с.
[Derev'janko V.M., Levon F.M. Honey locust in the south of Ukraine. Kyiv, 2007. 145 p.]
- Мартынов В.В., Никулина Т.В., Шохин И.В., Терсков Е.Н. Материалы к фауне инвазивных насекомых Предкавказья // Полевой журнал биолога. 2020. Т. 2. № 2. С. 99-122. DOI: 10.18413/2658-3453-2020-2-2-99-122
[Martynov V.V., Nikulina T.V., Shokhin I.V., Terskov E.N. Contributions to the fauna of invasive insects of Ciscaucasia. *Field Biologist Journal*. 2020. 2(2): 99-122. DOI: 10.18413/2658-3453-2020-2-2-99-122]
- Медведев С.И. Некоторые черты фауны насекомых искусственных насаждений в степях Восточной Украины // Труды научно-исследовательского института биологии Харьковского государственного университета им. А.М. Горького. 1953. Т. 18. С. 63-112.
[Medvedev S.I. Some features of the insect fauna of artificial plantations in the steppes of Eastern Ukraine. *Trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta biologii Khar'kovskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.M. Gor'kogo*. 1953. 18: 63-112.]
- Медведев С.И. Основные черты изменения энтомофауны Украины в связи с формированием культурного ландшафта // Зоологический журнал. 1959. Т. 38. Вып. 1. С. 54-68.
[Medvedev S.I. The main features of the change in the entomofauna of Ukraine in connection with the formation of the cultural landscape. *Zoological Journal*. 1959. 38(1): 54-68.]
- Alien terrestrial arthropods of Europe // BioRisk 4(1) (Special Issue) / Eds by A. Roques, M. Kenis, D. Lees, C. Lopez-Vaamonde, W. Rabitsch, J.-Y. Rasplus, D.B. Roy. Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 2010. 570 p. DOI: 10.3897/biorisk.4.41
- Callot H. Quelques aspects de l'entomofaune des Gleditsia (Cesalpiniaceae) en Alsace: *Megabruchidius dorsalis* Fåhraeus, 1839 et *Penestragania apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae et Hemiptera, Cicadellidae, Iassinae) // Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse. 2013. Vol. 69(4). P. 63-67.
- Den Bieman C.F.M., Belgers J.D.M. Drie dwergcicaden nieuw voor Nederland: *Alebra neglecta*, *Allygus maculatus* en *Penestragania apicalis* (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) // Nederlandse faunistische mededelingen. 2017. Vol. 48. P. 55-61.
- Lock K. Fifty leafhoppers new to Belgium (Hemiptera: Cicadellidae) // Belgian Journal of Entomology. 2019. Vol. 88. P. 1-28.
- Martynov V.V., Nikulina T.V. The first finding of invasive species *Megabruchidius dorsalis* (Fåhraeus, 1839) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in the fauna of Ukraine // Vestnik zoologii. 2014. Vol. 48(3). P. 286.

Martynov V.V., Nikulina T.V. *Dasineura gleditchiae* – an invasive species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) in the fauna of Ukraine // Vestnik zoologii. 2015. Vol. 49(3). P. 286.

Nickel H., Callot H., Knop E., Kunz G., Schrameyer K., Sprick P., Turrini-Biedermann T., Walter S. *Penestrangania apicalis* (Osborn & Ball, 1898), another invasive Nearctic leafhopper found in Europe (Hemiptera: Cicadellidae, Iassinae) // Cicadina. 2013. Vol. 3. P. 5-15.

Nickel H., Bückle C. Baden-Württembergs besondere Verantwortung zum Schutz von Zikaden // Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, 2014. Vol. 77. P. 248-249.

Penestrangania apicalis // EPPO Global Database URL: <https://gd.eppo.int/taxon/PNSGAP/hosts> (дата обращения: 29.10.2020).

Valley K.R., Wheeler A.G. Leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) associated with ornamental honey locust: seasonal history, habits, and descriptions of eggs and fifth instars // Annals of the Entomological Society of America. 1985. Vol. 78(6). P. 709-716.

Статья поступила в редакцию 01.11.2020

Martynov V.V., Nikulina T.V. *Penestrangania apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae, Iassinae) – a new invasive phytophages of honey locust in Eastern Europe // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 50-55.

In July 2020, in the course of insect collection by light trapping within the city area of Donetsk, the invasive North American leafhopper *Penestrangania apicalis* (Osborn & Ball, 1898) (Hemiptera: Cicadellidae: Iassinae) was first recorded for Eastern Europe. This is the third specialized phytophagous species of honey locust (*Gleditsia triacanthos* L.) introduced to Europe. The distribution of *P. apicalis* within Europe is still not known, this species is most likely to be widespread throughout the places of honey locust cultivation. The main vector of invasion of *P. apicalis* is unintended introduction with planting material and by way of self-spread of adults. The penetration of another one specialized phytophage of honey locust into the steppe zone of Eastern Europe requires additional researching of its distribution. Registration of *P. apicalis* at a considerable distance from the previously known habitat indicates its wide distribution in Europe. Since it is difficult to survey the crowns of tall trees, we recommend using light traps as the simplest and most effective method for leafhoppers detecting. The level of species harmfulness in the territory of its natural range and in Europe has not been assessed so far; therefore, the organization of work on a detailed study of its ecological and biological characteristics is required. The formation of a multispecies complex of specialized pests can have a negative impact on the plantings of honey locust in the zone of its introduction. In this regard, the state of the *P. apicalis* population requires constant monitoring along with other invasive phytophages of *Gleditsia* – leaf gall midge *D. gleditchiae* and seed-beetle *M. dorsalis*.

Key words: leafhopper; invasion; *Gleditsia triacanthos*; population size monitoring

УДК 632.7:635.9

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИНВАЗИВНЫХ НАСЕКОМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ**Наталья Михайловна Стрюкова¹, Александр Алексеевич Стрюков²**

¹Филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») в РК, 295053, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 52
E-mail: stryukovanata@mail.ru

²ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Таврическая академия, 295007, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4
E-mail: zoostr@mail.ru

За последние годы в Крыму отмечается появление новых инвайдеров – цикадка белая, или цикадка цитрусовая *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae), индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae), южный зелёный щитник *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), *Oxycarenus lavatae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) и пальмовый мотылёк *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera: Castniidae). Своевременная информация о проникновении в энтомофауну Крыма новых чужеродных видов, повреждающих сельскохозяйственные и декоративные культуры, об их распространении, биологических особенностях, актуальна для специалистов в области защиты растений и ландшафтной архитектуры.

Численность белой цикадки за годы наблюдений возросла, а также расширился перечень растений-хозяев, что подтвердило её многоядность. В Крыму появился вредитель, способный нанести значительный ущерб плодовым, ягодным, орехоплодным и декоративным культурам.

В годы исследований нами был обнаружен ещё один чужеродный вид – индийская восковая ложнощитовка. В результате повреждений декоративных культур отмечалось усыхание отдельных ветвей и гибель некоторых растений. Предполагаем, что этот фитофаг был завезён в Крым с посадочным материалом, т.к. встречается на объектах ландшафтной архитектуры очагово.

С 2018 года на Южном берегу Крыма пальмы повреждает один из инвазивных вредителей этих растений – пальмовый мотылёк. Гусеницы повреждают проводящую систему и точку роста растения. В результате нанесённых повреждений растения погибают. С этого же года на овощных, ягодных и цветочных культурах, а также на сорной растительности проявляет вредоносность новый чужеродный вид – южный зелёный щитник, а в 2020 году впервые в Крыму в Нижнегорском районе на липе обнаружен ещё один клоп – *O. lavatae*. Сведений об этом насекомом немного. Может образовывать массовые скопления на коре липы и гибискуса.

Ключевые слова: инвазивные насекомые; карантинные насекомые; сельскохозяйственные; декоративные и лесные культуры; Республика Крым

Введение

Практически ежегодно в Крыму отмечаются случаи обнаружения новых чужеродных видов насекомых. Некоторые из них склонны к массовому размножению, многоядности и по своей вредоносности могут составить конкуренцию аборигенным фитофагам. Одним из самых ярких примеров может служить инвазия коричнево-мраморного клопа в южные регионы Российской Федерации. Следует отметить, что пока у новых фитофагов не сформировался комплекс естественных врагов, пока природно-климатические условия благоприятны для перезимовки и размножения, а видовое разнообразие растений позволяет выбрать пищу «на любой вкус», инвайдеры будут иметь все необходимые условия для наращивания численности в зоне нового ареала распространения. Так, в результате многолетнего мониторинга сельскохозяйственных, лесных и декоративных насаждений нами был обнаружен целый ряд новых для фауны Крыма видов насекомых.

Если заглянуть в историю, то на территории бывшего Советского Союза по данным С.С. Ижевского (1994) лишь в природных станциях насчитывалось свыше 80 видов завезенных фитофагов. За 30-летний период прошлого века (с 1950 по 1981 гг.) было выявлено 7 новых вредных растительноядных насекомых, в том числе виды, до настоящего времени входящие в перечень карантинных: американская белая бабочка, восточная плодожорка и картофельная моль. Некоторые адвентивные виды, не являясь активными фитофагами, не повреждающими сильно кормовые растения, представляют угрозу как переносчики возбудителей болезней растений. Так, например, в Европе обосновались североамериканские цикадки *Metcalfa pruinoza* и *Scaphoidas titan*, которые являются переносчиками возбудителей микоплазменных и вирусных болезней винограда (Ижевский, 1994).

Проникают на территорию нашей страны чужеродные виды насекомых различными путями: естественным – с помощью активных и пассивных перелётов, а также в преимагинальных стадиях с растениями-хозяевами, различными транспортными средствами, с грузами и пр. Некоторые из них представляют реальную угрозу урожаю плодовых, орехоплодных, овощных культур, а также потере декоративности древесно-кустарниковых и цветочных растений, используемых для озеленения территорий. Ряд чужеродных насекомых, обнаруженных в Крыму, на сегодняшний день внесены в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утверждённый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 с изменениями и дополнениями от 8 августа 2019 г. (Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 8 августа 2019 г. N 74): коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stål, сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, клоп платановая кружевница *Corythucha ciliata* Say, дубовая кружевница *C. arcuata* Say, тутовая щитовка *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti, японская палочковидная щитовка *Lopholeucaspis japonica* Cockerell и японская восковая ложнощитовка *Ceroplastes japonicus* Green. Одни виды, родом из Северной Америки оказались на территории европейской части Российской Федерации через европейские страны, например, кружевницы рода *Corythucha*, сосновый семенной клоп. Другие виды родом из Юго-Восточной Азии попали в Европу из Северной Америки вследствие вторичной инвазии, например, коричнево-мраморный клоп (Гапон, 2019). Пути проникновения этих видов разные, но и те, и другие успешно акклиматизируются в условиях юга России.

Инвазивные виды, не являющиеся карантинными: каштановая минирующая моль, или охридский минёр *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, самшитовая огнёвка *Cydalima perspectalis* Walker, робиниевая верхнесторонняя минирующая моль *Parectopa robinella* Clemens, азиатская божья коровка *Harmonia axyridis* Pallas, ильмовый пилильщик-зигзаг *Aproceros leucopoda* Takeuchi, галлица белоакациевая листовая *Obolodiplosis robiniae* Haldeman, галлица гледичиевая *Dasineura gleditchiae* Osten Sacken и альбициевая листоблошка *Acizzia jamatonica* Kuwayama (Стрюкова, 2016). Некоторые из вышеперечисленных не карантинных видов могут быть очень агрессивными, к примеру, самшитовая огнёвка и каштановая минирующая моль. При отсутствии грамотно организованных защитных мероприятий растения теряют свою декоративность, а нередко и жизнеспособность.

Среди прочих находок в последние годы в Крыму отмечается появление новых инвайдеров – цикадка белая, или цикадка цитрусовая *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae), индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae), южный зелёный щитник *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), *Oxycarenus*

lavaterae (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) и пальмовый мотылёк *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera: Castniidae).

Цель исследований – изучить чужеродных насекомых, их биологические особенности и вредоносность.

В связи с регулярным обнаружением на территории Крыма новых чужеродных насекомых, представляющих угрозу сельскохозяйственным, декоративным и лесным культурам, возникает научный интерес изучения путей проникновения и распространения, адаптационных особенностей и склонности к массовому размножению.

Полученные в ходе наблюдений данные актуальны для специалистов в области защиты растений сельского, садово-паркового и лесного хозяйств.

Объекты и методы исследования

Объекты исследований – чужеродные насекомые: цикадка белая *M. pruinosa*, индийская восковая ложнощитовка *C. ceriferus*, южный зелёный щитник *N. viridula*, клоп *O. lavaterae* и пальмовый мотылёк *P. archon*. Визуальные наблюдения осуществлялись методом маршрутных обследований насаждений. Энтомологический материал собирался в пробирки и этикетировался. В лабораторных условиях насекомые помещались на несколько часов в морозильную камеру для умерщвления, после чего были идентифицированы с помощью микроскопа бинокулярного Zeiss Stemi 2000.

Результаты и обсуждение

В годы исследований с 2018 по 2020 на территории Республики Крым были обнаружены пять новых для энтомофауны полуострова видов насекомых: цикадка белая *M. pruinosa*, индийская восковая ложнощитовка *C. ceriferus*, южный зелёный щитник *N. viridula*, клоп *O. lavaterae* и пальмовый мотылёк *P. archon*. Несколько слов об истории их обнаружения.

В сентябре 2018 года от О.Г. Дроботовой поступила информация о появлении повреждений сельскохозяйственных и декоративных культур неизвестным насекомым в пригороде Симферополя в частном секторе. Вредитель был обнаружен на побегах фундука, кизила, винограда, калины, смородины, малины, роз, гортензии, плюща, гибискуса, вейгелы, калистегии, пионов, хризантем, бруннеры, рудбекии, розмарина, смородины, анемоны японской, аквилегии, базилика, традесканции, на цветоносах хост, герани, вербейника, буквицы. В местах питания личинок были видны следы их жизнедеятельности – белые ватообразные восковые выделения, покрывающие нижнюю сторону листьев и побеги. Взрослые насекомые при прикосновении прыгали и перелетали на незначительное расстояние. Они были достаточно крупные для цикадок – длиной до 10 мм, с жёлтыми глазами, направленным назад хоботком и кровлеобразно сложенными крыльями серого цвета, имеющими характерные чёрные и белые пятна. Так впервые в Крыму была обнаружена белая цикадка (Стрюкова, Стрюков, 2020). В Симферопольском районе отмечается выраженная очаговость её распространения. Проникновение этого фитофага на территорию полуострова было ожидаемо, т.к. первая находка в России была сделана В.М. Гнездиловым и Е.С. Сугоняевым в окрестностях Сочи, в пос. Лазаревское Краснодарского края ещё в 2009 году (Gnezdilov, Sugonyaev, 2009). Ближайшие очаги распространения белой цикадки отмечены в Российской Федерации в равнинных районах Краснодарского края и на Черноморском побережье Кавказа (Карпун и др., 2015) и на Черноморском побережье Украины (Popova *et al.*, 2019).

В обнаруженном очаге нами в 2019 и 2020 годах на территории парка пгт. Аграрное (г. Симферополь) проводились наблюдения за биологией цикадки белой

в естественных условиях на ряде декоративных культур: ломоносе виноградолистном *Clematis vitalba* L., шиповнике собачьем *Rosa canina* L., розе чайно-гибридных сортов рода *Rosa* L., клёне остролистном *Acer platanoides* L., бирючине обыкновенной *Ligustrum vulgare* L., свидине южной *Swida australis* (C.A. Mey.) Pojark. ex Grossh., алыче рода *Prunus* L., ясене обыкновенном *Fraxinus excelsior* L., багряннике европейском, или церцисе европейском *Cercis siliquastrum* L. Согласно литературным данным зимует белая цикадка в фазе яиц, отложенных в одревесневшие побеги кормовых растений (Карпун и др., 2015). В результате нарушения целостности коры на побегах образуются трещины (рис. 1, 2), а в случае массовых откладок яиц на побеге, которые мы наблюдали на бирючине, побеги усыхают, предположительно вследствие присоединившейся инфекции. На протяжении двух лет в условиях относительно комфортной «мягкой» зимы белая цикадка благополучно перезимовывала и в третьей декаде июня-первой декаде июля появлялись первые повреждения растений личинками I возраста.



Рис. 1 Имаго и личинки цикадки белой (А), повреждения коры *Acer platanoides* L. вследствие питания на побегах (Б), скопление имаго на побегах кормовых растений (В), пгт Аграрное, г.Симферополь, 2020 г. (ориг.)

Fig. 1 Imago and larvae of the mealy lantern fly (A), damage to the bark of *Acer platanoides* L. due to feeding on shoots (Б), accumulation of imago on the shoots of forage plants (В), Agrarnoe vill., Simferopol, 2020 (orig.)

Личинки цикадки густо покрыты восковым налётом, белые с красными глазами, щетинковидными усиками и желтоватым брюшком. Ноги белые, на голени расположен ряд белых шипиков с чёрными вершинами. Такой же ряд шипиков расположен и на первом членике лапки. На конце брюшка личинки белые восковые нити образуют направленные вверх широкие пластинки, напоминающие перья птиц. Личиночных возрастов пять. Сначала личинки питаются на нижней стороне листьев кормовых растений, потом линяют и перебираются на побеги. На молодых листьях, побегах и

цветоносах в результате высасывания соков растения появляются светлые участки, подсыхание коры и, как следствие, микротрещины, таким образом, открывая ворота для инфекции (рис. 1, 2). Имаго появляются в третьей декаде июля и летают до октября. В первой декаде августа 2020 года на 0,5 п.м. побега находились 4-5 имаго и 15-24 личинки. На стволе молодого клёна остролистного было сконцентрировано максимально 54 имаго. В этот же период 2019 года на 0,5 п.м. побега насчитывалось 1-2 имаго и 6-13 личинок. Развитие в постэмбриональный период продолжалось около месяца. В годы исследований белая цикадка развивалась в одной генерации.



Рис. 2 Повреждение листа кормового растения личинками младших возрастов цикадки белой, пгт Аграрное, г.Симферополь, 2020 г. (ориг.)

Fig. 2 Damage to the leaf of the host plant by the young larvae of the mealy lantern fly, Agrarnoye vill., Simferopol, 2020 (orig.)

Отдельно нужно отметить тот факт, что из вскрытых 47 самок за период с августа по октябрь ни в одной не были обнаружены формирующиеся яйца. Кроме этого, в сентябре 2020 года нами были обследованы побеги растений с одревесневшей корой, на которых цикадка белая питалась и размножалась в течение вегетационного периода. Свежих надразов коры с отложенными яйцами мы не обнаружили. В результате проведённых исследований предполагаем, что в Крыму цикадка белая скорее всего зимует в фазе имаго. Однако эта информация требует дополнительного изучения.

В 2019 году в центре г. Симферополь на клёне дланевидном *A. palmatum* Dissectum «Viride», высаженном в ходе реконструкции и озеленения улицы Пушкинская на побегах была обнаружена индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (рис. 3). На деревьях отмечалось усыхание отдельных ветвей. Некоторые из них к 2020 году погибли и были заменены на хвойные растения. Подобная находка была сделана в том же году в г. Евпатория на штамбовой форме *Salix caprea* «Kilmarnock», произрастающей в частном подворье.

Можно смело предположить, учитывая биологию вида, что этот фитофаг был завезён в Крым с посадочным материалом, т.к. встречается очагово на объектах ландшафтной архитектуры. Также это произошло ранее в Сочи. По данным Н.Н. Карпун (2017) впервые самки *C. ceriferus* были обнаружены в апреле 2015 г. на ветвях *Liriodendron tulipifera* L., и уже осенью вредитель отмечен по всей территории Олимпийской деревни на *Photinia* × *fraseri* Dress, *Laurus nobilis* L. и *Rosa* spp. cult. В 2016 г. Круг растений-хозяев расширился, вредитель обнаружен на *S. babylonica* L., *Laurus nobilis* L., *Morus alba* L., *Laurocerasus officinalis* L., *Pyrus communis* L., *Mahonia bealei* (Fortune) Carrière, *Weigela* × *vagneri* L. H. Bailey, *Magnolia grandiflora* L.

Учитывая то, что растения произрастают в центре города на оживлённых пешеходных улицах, организовать защитные мероприятия не представляется возможным. Остаётся механически уничтожать вредителя, снимая имаго и личинок с повреждённых побегов. По данным Н.Н. Карпун с соавторами ручной сбор имаго индийской восковой ложнощитовки *C. ceriferus* оказался единственным эффективным способом локализации очагов и снижения численности популяции вредителя (Карпун и др., 2018).

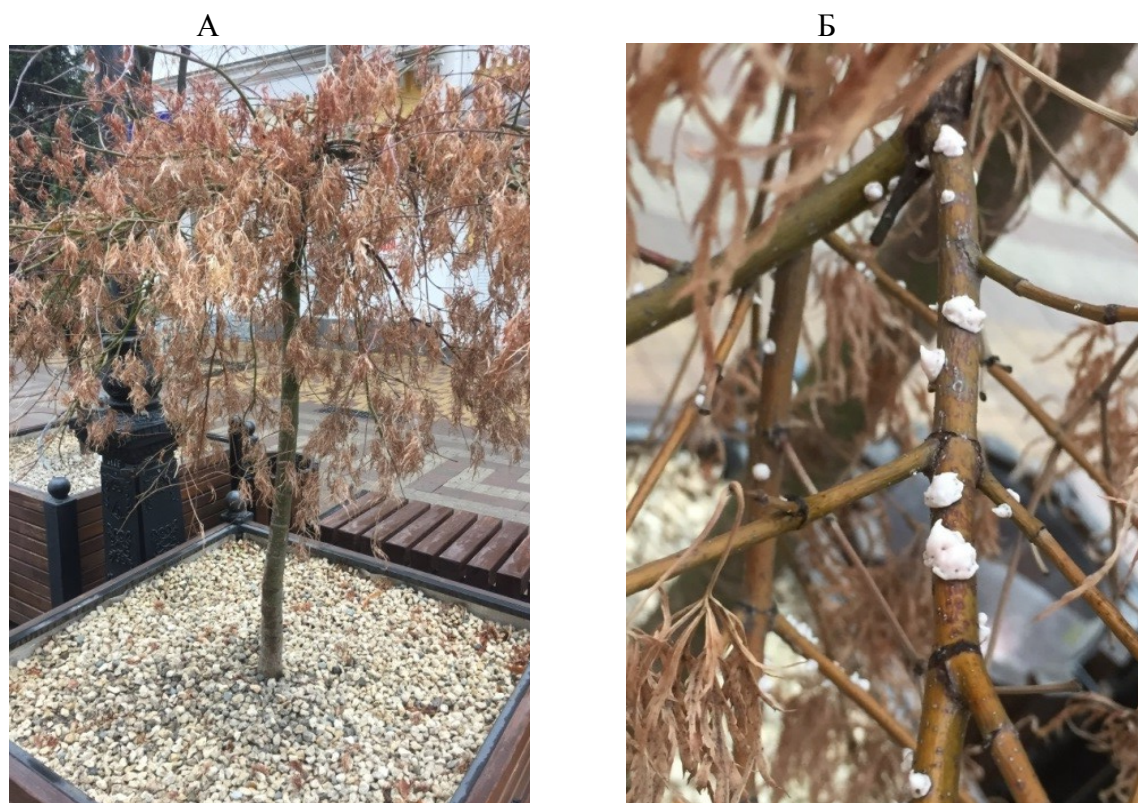


Рис. 3 Индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius) на клёне дланевидном *Acer platanoides* L. Dissectum «Viride», г. Симферополь, 2019 г. (ориг.)
 Fig. 3 Indian wax scale *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius) on palm-shaped maple *Acer platanoides* L. Dissectum «Viride», Simferopol, 2019 (orig.)

С 2018 года проявляет свою вредоносность в Крыму ещё один инвайдер – южный зелёный щитник *N. viridula*. Повреждения отмечены на томатах, огурцах, малине, на ряде цветочных культур, а также на сорной растительности. В условиях предгорного Крыма на зимовку стремится проникнуть как некоторые другие клопы (коричнево-мраморный клоп, сосновый семенной клоп) в неотапливаемые помещения. На рисунке 4 изображён южный зелёный щитник в зимней окраске. В летний период он ярко зелёный с тремя белыми точками в основании щитка.

В Крыму клопа *O. lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) впервые обнаружил глава администрации Нижнегорского района в Республике Крым А.А. Кравец 09 апреля 2020 г., а определили начальник отдела по защите растений филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Крым Н.В. Абибуллаева и агроном отделения АО «Солнечная долина» Б.А. Погадаев. Скопления клопов были обнаружены в апреле текущего года в Нижнегорском районе на стволах липы (рис. 5), а в ноябре – в ботсаду им. Н.В. Багрова на гибискусах.



Рис. 4 Южный зелёный щитник *Nezara viridula* (Linnaeus) (ориг.)
Fig.4 Southern green stink bug *Nezara viridula* (Linnaeus) (orig.)



А



Б

Рис. 5 Скопления клопов *Oxycaenus lavaterae* (Fabricius) на стволах липы (фото А.А. Кравец)
Fig. 5 Clusters of stink bug *Oxycaenus lavaterae* (Fabricius) on lindens trunks (photo by A.A. Kravets)

Высокая численность клопа *O. lavaterae* была отмечена также весной 2020 года в городе Краснодар на липе *Tilia platyphyllos* Scop (Нейморовец и др., 2020). Этот вид указывался на территории России впервые, что согласно с другими литературными данными подтверждает расширение его ареала на восток.

Пальмовый мотылёк *P. archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera: Castniidae) (рис. 6) родом из Южной Америки, где питается древесиной многих видов пальм (Карпун и др., 2019; Трикоз, 2019; Khokhlov *et al.*, 2019). В России впервые обнаружен в Сочи в 2014 году на *Trachycarpus fortune*, а в 2015 распространился по всем административным районам Сочи, повреждая *T. fortune*, *Washingtonia filifera* и *W. robusta*, *Chamaerops humilis* (Карпун и др., 2015), а в Крым был завезён с посадочным материалом в 2018 году (Трикоз 2020).



Рис. 6 Пальмовый мотылёк, г. Ялта, 2020 г. (Фото В.А. Безматерных)
Fig. 6 Palm moth, Yalta, 2020 (Photo by V.A. Bezmaternykh)

Самка откладывает яйца преимущественно на вершине пальм, ближе к зоне роста. Гусеницы прогрызают круглое отверстие в ещё не раскрывшихся листьях. Когда веер листа раскрывается, то становится заметным характерный признак повреждения гусеницей пальмового мотылька – ряд круглых отверстий, расположенных примерно на одной линии (рис. 7). Повреждения гусеницами древесины приводят к засыханию листьев и впоследствии к гибели растений.



Рис. 7 Повреждения, наносимые *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl. гусеницей пальмового мотылька, г. Ялта, 2020 г. (Фото В.А. Безматерных)
Fig. 7 Damage caused by *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl. the caterpillar of the palm moth, Yalta, 2020 (Photo by V.A. Bezmaternykh)

Появление этого вредителя в Воронцовском парке г. Алушка привело к гибели целой аллеи трахикарпусов в течение одного сезона. Все очаги распространения

пальмового мотылька сконцентрированы на Южном берегу Крыма в пределах городского округа Ялты. К примеру, в г. Алушта этот вредитель в настоящее время не обнаружен.

Заключение

В годы исследований с 2018 по 2020 на территории Республики Крым были обнаружены пять новых для энтомофауны полуострова видов насекомых: цикадка белая *M. pruinosa*, индийская восковая ложнощитовка *C. ceriferus*, южный зелёный щитник *N. viridula*, клоп *O. lavaterae* и пальмовый мотылёк *P. archon*.

Численность белой цикадки *M. pruinosa* за годы наблюдений возросла и расширился круг растений-хозяев, что подтвердило её многоядность. В Крыму появился вредитель, способный нанести значительный ущерб плодовым, ягодным, орехоплодным и декоративным культурам. Следующим этапом исследований будет изучение эффективности современных средств защиты растений от опасного фитофага.

Индийская восковая ложнощитовка *C. ceriferus* была обнаружена в 2019 году на побегах клёна дланевидного *A. palmatum* Dissectum «Viride» и на штамбовой форме *S. caprea* «Kilmarnock». На деревьях отмечалось усыхание отдельных ветвей и гибель некоторых растений. Предполагаем, что этот фитофаг был завезён в Крым с посадочным материалом, т.к. встречается на объектах ландшафтной архитектуры очагово.

На овощных, ягодных и цветочных культурах, а также на сорной растительности был обнаружен южный зелёный щитник *N. viridula*. Впоследствии этот клоп может создать конкуренцию местным аборигенным клопам-щитникам.

В 2020 году впервые в Крыму в Нижнегорском районе на липе обнаружен клоп из сем. Lygaeidae *O. lavaterae*. Сведений об этом насекомом немного. Может образовывать массовые скопления на коре липы и гибискуса. Предстоит выяснить его пищевую специализацию и вредоносность.

На ЮБК пальмы повреждает один из инвазивных вредителей этих растений – пальмовый мотылёк *P. archon*. Гусеницы повреждают проводящую систему и точку роста растения. В результате нанесённых повреждений растения погибают.

Литература / References

Гапон Д.А. Мраморный щитник *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae): расширение ареала в европейской части России, описание имаго, личиночных стадий и диагностика вида // Кавказский энтомологический бюллетень. 2019. Т. 15. № 2. С. 241-247.

[Gapon D.A. Marble bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae): expansion of the range in the European part of Russia, description of adults, larval stages and diagnosis of the species. Caucasian entomological bulletin. 2019. 15(2): 24-247]

Ижевский С.С. Прогноз появления новых вредителей – основа для планирования интродукции // Защита растений. 1994. №7. С. 8-9.

[Izhevsky S.S. Forecast of the appearance of new pests - the basis for planning the introduction. Plant Protection. 1994. 7: 8-9]

Карпун Н.Н. Экологизация защиты растений от новых инвазионных видов вредителей на Черноморском побережье Кавказа // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Матер. Международ. науч.-практ. конф. (г. Краснодар, 11-13 сентября 2018 г.). Краснодар, 2018. С. 405-409.

[Karpun N.N. Ecologization of plant protection against new invasive pest species on the Black Sea coast of the Caucasus. Biological plant protection - the basis for agroecosystem

stabilization. Materials of the International scientific and practical conf. (Krasnodar, September 11-13, 2018). Krasnodar, 2016. P. 405-409]

Карпун Н.Н., Айба Л.Я., Журавлёва Е.Н., Игнатова Е.А., Шинкуба М.Ш. Руководство по определению новых видов вредителей декоративных древесных растений на Черноморском побережье Кавказа. Сочи-Сухум, 2015. С. 46-48.

[Karpun N.N., Ayba L.Ya., Zhuravleva E.N., Ignatova E.A., Shinkuba M.Sh. Guidelines for the identification of new species of pests of ornamental wood plants on the Black Sea coast of the Caucasus. Sochi-Sukhum, 2015. P. 46-48]

Карпун Н.Н., Журавлёва Е.Н., Волкович М.Г., Проценко В.Е., Мусолин Д.Л. К фауне и биологии новых чужеродных видов насекомых-вредителей древесных растений во влажных субтропиках России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 220. С. 170-171. DOI: 10.21266/20794304.2017.220.169-185.

[Karpun N.N., Zhuravleva E.N., Volkovich M.G., Protsenko V.E., Musolin D.L. To the fauna and biology of new alien species of insect-pests of wood plants in the humid subtropics of Russia. Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy. 2017. 220: 170-171. DOI: 10.21266/20794304.2017.220.169-185]

Карпун Н.Н., Журавлева Е.Н., Айба Л.А., Балыкина Е.Б. Рекомендации по выявлению стволовых вредителей пальм и мерам борьбы с ними. Сочи-Сухум, 2019. 43 с. [Karpun N.N., Zhuravleva E.N., Aiba L.A., Balykina E.B. Recommendations for the identification of stem pests of palm trees and measures for their control. Sochi-Sukhum. 2019 43 p.]

Нейморовец В.В., Щуров В.И., Замотайлов А.С. Сообщение о находках клопа *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) в России // Энтомологическое обозрение. 2020. Т. 99. №2. С. 330-337. DOI: 10.31857/S0367144520020094

[Neimorovets V.V., Shchurov V.I., Zamotailov A.S. Report on the finds of the stink bug *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) in Russia. Entomological Review. 2020. 99 (2): 330-337. DOI: 10.31857 / S0367144520020094]

Стрюкова Н.М. Аборигенные и инвазивные членистоногие и их естественные враги в парках Республики Крым // Сборник научных трудов ГНБС. 2016. Т. 142. С. 186-193.

[Stryukova N.M. Aboriginal and invasive arthropods and their natural enemies in the parks of the Republic of Crimea. Collection of scientific works of GNBS. 2016. 142: 186-193]

Стрюкова Н.М., Стрюков А.А. Новый вид для энтомофауны Крыма – цикадка белая, или цитрусовая *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Flatidae) // Актуальные проблемы и перспективы интегрированной защиты плодовых, декоративных и лесных культур». Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию отдела энтомологии фитопатологии и защиты растений Никитского ботанического сада ФГБУН «НБС-ННЦ» (г. Ялта, 12-16 октября 2020 г. Симферополь: ИТ «Ариал», 2020. С. 70-73.

[Stryukova N.M., Stryukov A.A. A new species for the entomofauna of Crimea - mealy lantern fly *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Flatidae). Actual problems and prospects for integrated protection of fruit, ornamental and forest crops. Materials of the international scientific-practical conf., dedicated to the 100th anniversary of the department of plant pathology and plant protection entomology of Nikitsky Botanical Garden (Yalta, October 12-16, 2020) Simferopol: IT "Ariall", 2020. P. 70-73]

Трикоз Н.Н. О распространении инвазивных видов вредителей в парках Южного берега Крыма // Актуальные проблемы и перспективы интегрированной защиты плодовых, декоративных и лесных культур». Матер. междунар. науч.-практ. конф.,

посвящённой 100-летию отдела энтомологии фитопатологии и защиты растений Никитского ботанического сада ФГБУН «НБС-НИЦ» (г. Ялта, 12-16 октября 2020 г. Симферополь: ИТ «Ариал», 2020. С. 46.

[*Trikoz N.N.* On the distribution of invasive pests in the parks of the Southern coast of Crimea. Actual problems and prospects for integrated protection of fruit, ornamental and forest crops. Materials of the international scientific-practical conf., dedicated to the 100th anniversary of the department of plant pathology and plant protection entomology of Nikitsky Botanical Garden (Yalta, October 12-16, 2020) Simferopol: IT "Ariall", 2020. P.46]

Трикоз Н.Н. Современное фитосанитарное состояние парковых ценозов Южного берега Крыма // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2019. Т. 150. С. 93-101. DOI: 10.36305/2019-1-150-93-101.

[*Trikoz N.N.* The modern phytosanitary state of park cenoses on the southern coast of Crimea. Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2019. 150: 93-101. DOI: 10.36305 / 2019-1-150-93-101]

Popova L.V., Bondareva L.M., Polozhenets V.M. et al. Formation of Persistent Population of Invasive Species *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Flatidae) in the South of Ukraine // Russ J Biol Invasions. 2019. Vol. 10. P. 48-51. <https://doi.org/10.1134/S2075111719010132>

Gnezdilov V.M., Sugonyaev E.S. First record of *Metcalfa pruinosa* (Homoptera: Fulgoroidea: Flatidae) from Russia // Zoosystematica Rossica. 2009. Vol. 18(2). P. 260-261. Электронный ресурс: http://zin.ru/journals/zsr/content/2009/zr_2009_18_2_Gnezdilov.pdf

Khokhlov S., Melnykov V., Panyushkina E.S., Balykina E.B. Invasive organisms in the persimmon collection at Nikita Botanical Gardens / Acta Hort. 2019. Vol.1255. P.179-181.

Статья поступила в редакцию 11.11.2020

Stryukova N.M., Stryukov A.A. New data on invasive insects in the republic of Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 56-66.

In recent years, the emergence of new invaders has been discovered in Crimea – the mealy lantern fly *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae), the indian wax scale *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Coccoidea: Coccoidea), the southern green stink bug *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), the stink bug *Oxycarenus lavatae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) and palm moth *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera: Castniidae). Timely information on the penetration of new alien species that damage agricultural and ornamental crops into the entomofauna of Crimea, their distribution, biological characteristics that are relevant for specialists in the field of plant protection and landscape architecture.

The number of mealy lantern fly has increased over the years of observations, and the list of host plants has also expanded, which has confirmed its polyphagia. In Crimea, a pest has appeared that can cause significant damage to fruit, berry, nut-bearing and ornamental crops.

During the years of research, we discovered another alien species – the indian wax scale. As a result of damage to ornamental crops, individual branches dried out and some plants died. We assume that this phytophage was brought to the Crimea with planting material, because it occurs focally on objects of landscape architecture.

Since 2018, palm trees have been damaged by the palm moth – one of the invasive pests of these plants on the southern coast of Crimea. Caterpillars damage the vascular system and the plant's growth point. As a result of the damage caused, the plants die. Since the same year, a new alien species, the southern green stink bug, has shown harmfulness on vegetable, berry and flower crops, as well as on weeds, and in 2020, for the first time in the Crimea, in the Nizhnegorsk region, another stink bug, *O. lavatae*, was found on a linden. There is little information about this insect. It can form massive clusters on linden and hibiscus bark.

Key words: *invasive insects; quarantine insects; agricultural; ornamental and forest crops; Republic of Crimea*

РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.4:581.33:582.78(477.75)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-67-72

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЁРЕН СОРТОВ
ЗИЗИФУСА (*ZIZYPHUS JUJUBA* MILL.) СЕЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО
БОТАНИЧЕСКОГО САДА****Евгения Сергеевна Панюшкина, Сергей Юрьевич Хохлов,
Владимир Анатольевич Мельников**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита
298648 Россия, Республика Крым, Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: aynehz.25@inbox.ru

В настоящей статье приведены результаты изучения пыльцы трёх сортов зизифуса (*Zizyphus jujuba* Mill.) Конфетный, Коктебель и Ялита, произрастающих в генофондовой коллекции Никитского ботанического сада. Исследования проводились в течение 2019-2020 гг. Контролем служил сорт зизифуса Конфетный, включенный в реестр охраняемых селекционных достижений РФ. Изучены морфологические характеристики пыльцы. Размер пыльцевых зёрен в зависимости от сорта изменялся в пределах 7-24 мкм. Выявлено, что очертание пыльцевых зерен в экваториальной проекции округлое у сортов зизифуса Коктебель и Конфетный и продолговато-округлое у сорта Ялита. Форма зёрен – сфероидальная (Конфетный, Коктебель) и эллипсоидальная (Ялита). По характеру апертур пыльцевые зёрна зизифуса меридиально-3-бороздно-апертурные. Зрелые пыльцевые зёрна одиночные, очень мелкие. Для получения более полного представления о свойствах пыльцы была определена ее способность к прорастанию на искусственной питательной среде в двух вариантах: в водном растворе сахарозы концентрацией 15 и 20% и в растворе сахарозы концентрацией 15 и 20% с добавлением стимулятора роста пыльцевых трубок – борной кислоты. Пыльца на искусственной питательной среде в обоих вариантах не прорастает. Количество аномальной пыльцы сравнительно высоко у всех анализируемых сортов: Конфетный и Ялита 54,2-60,5%, Коктебель - 65,7%, что позволяет заключить, что данные генотипы нецелесообразно использовать в качестве исходной отцовской формы в селекционном процессе.

Ключевые слова: пыльцевое зерно; экзина; апертюра; зизифус

Введение

Субтропические плодовые культуры имеют ряд биологических особенностей, определяющих специфику агротехнических приемов их возделывания, что стало основой для выделения отдельной отрасли сельскохозяйственного производства РФ – субтропическое плодоводство (Хохлов и др., 2018). Природные условия Крыма весьма благоприятны для произрастания многих плодовых субтропических культур, в том числе и для зизифуса. Зизифус или унаби (*Zizyphus jujuba* Mill.) – перспективная культура для выращивания не только в Крыму, но и в ряде областей южного региона России. В Никитский ботанический сад культура была завезена в 1953 г. из Китая (Yezhov *et al.*, 2005; Смыков и др., 2018). Произрастает в районах с субтропическим и тропическим климатом, на самых разнообразных почвах. Промышленное возделывание культуры возможно практически во всех районах Крыма (Плугатарь и др., 2017).

Зизифус является энтомофильной культурой, которая привлекает пчёл, ос, мух и других мелких насекомых, переносящих пыльцу с цветка на цветок, сильным приятным запахом и нектаром. В условиях Южного берега Крыма начало процесса бутонизации у растений зизифуса приходится на конец апреля - начало мая, цветение – на июнь-июль.

В самом начале своего развития, цветковая почка имеет вид небольшого бугорка, который становится более заметным через два-три дня, а через пять дней на удлинившейся цветоножке развиваются одно-два разветвления с бутонами. На плодonoсном побеге бутоны раскрывают постепенно: от основания к вершине, аналогично закладке соцветий (рис. 1). Массовое цветение наступает на десятый-одиннадцатый день от начала наступления фазы (Литвинова, Синько, 2012). Следует отметить, что зизифусу присущ особый механизм цветения и опыления, выражающийся в наличии двух типов обоеполюх цветков с различной ритмичной суточной цветения (Шевченко, 2009).



Рис. 1 Побег с цветками

Fig. 1 Shoot with flowers

Создание высокоурожайных сортов, адаптированных к условиям конкретной почвенно-климатической зоны возделывания, является важнейшей задачей селекции любой сельскохозяйственной культуры. Длительность данного процесса, в основном, обусловлена отсутствием простых и надёжных методов отбора и оценки создаваемых генотипов на различных этапах. Перспективные сорта и формы, являющиеся источниками ценных хозяйственно-биологических признаков, используют в качестве родительских пар. Поэтому, знание особенностей морфологического строения пыльцевых зёрен, процессов опыления и оплодотворения зизифуса поможет сделать правильный выбор в решении этого сложного вопроса.

Цель работы: выявить особенности морфологического строения и жизнеспособности пыльцы некоторых сортов зизифуса селекции Никитского ботанического сада.

Объекты и методы исследования

Исследование проводили в 2019-2020 гг. в коллекционных насаждениях Никитского ботанического сада в почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма. Объект проводимых исследований - три высокоурожайных сорта зизифуса, селекции НБС-ННЦ (Конфетный, Коктебель, Ялита), отличающиеся между собой сроками созревания плодов.

Морфологию пыльцы изучали с помощью микроскопа Микмед-5 (ЛОМО) в лаборатории южных плодовых и орехоплодных культур ФГБУН «НБС-ННЦ» РАН.

Измерение длины большей оси и ранжирование пыльцевых зёрен на группы выполнено по методике Г. Эртсмана (1956). Форму пыльцевых зерен описывали по стандартной классификации, основанной на отношении длины полярной оси к длине экваториального диаметра зерна (P/E) (Эртсман, 1956; Hesse *et al.*, 2009).

Способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок пыльцевых зёрен на искусственной питательной среде изучали по методу Д.А. Транковского (Паушева, 1980; Голубинский, 1974). Пыльцу проращивали в двух вариантах: первый - искусственная питательная среда (15-ти и 20% водный раствор сахарозы); второй - 15-ти и 20% водный раствор сахарозы с добавлением борной кислоты (0,001%) в качестве стимулятора роста пыльцевых трубок.

Посевы пыльцы на влажном фильтре в чашках Петри помещали на 24 часа в камеру при температуре +25 °С.

Результаты и обсуждение

Морфологически нормальное пыльцевое зерно зизифуса трехпоровое, имеет пирамидообразную форму, диаметр 14-16 мкм; экзина гладкая; интина тонкая, ровная, несколько утолщена у вершин пирамиды, где находятся поры. Прорастание пыльцевого зерна в пыльцевую трубку происходит через одну из пор (Романова и др., 1985).

Определяющее значение в диагностике пыльцевых зерен имеет скульптура поверхности экзины в сочетании с формой и размерами (Батыгина, Васильева, 1999). Визуальный анализ микрофотографий пыльцы показал, что пыльцевые зерна изучаемых сортов одиночные, радиально-симметричные, мелкие по размеру, трехапертурные, апертуры расположены симметрично (в трех плоскостях симметрии). Полярная ось (P) во всех образцах больше экваториального диаметра (E). Средние размеры P и E различаются (табл.1).

Таблица 1

Морфологические характеристики пыльцевых зерен зизифуса

Table 1

Morphological characteristics of pollen grains of ziziphus

Сорт Cultivar	Величина Size			Форма Shape
	Полярная ось P, мкм Polar axis P, μm	Экваториальная ось E, мкм Equatorial axis E, μm	P/E	
Конфетный Konfetny	12,19-23,5	11,02-22,98	1,05	Сфероидальная, округлая Spheroidal, round
Коктебель Koktebel	12,19-22,32	11,47-17,65	1,07	Сфероидальная, округлая Spheroidal, round
Ялита Yalita	9,9-22,66	7,37-19,72	1,18	Эллипсоидальная, продолговато-округлая Ellipsoidal, oblong-rounded

Полученные данные свидетельствуют о том, что очертание пыльцевых зёрен сортов Коктебель и Конфетный в экваториальной проекции округлое, а у сорта Ялита – продолговато-округлое. Форма зерен – сфероидальная у сортов Конфетный и Коктебель, эллипсоидальная у сорта Ялита. По характеру апертур пыльцевые зерна изучаемых сортов меридионально-3-бороздно-апертурные. Поры округлые.

Размер пыльцевых зёрен изменялся в зависимости от сорта. Значения полярной оси и экваториального диаметра пыльцевых зёрен варьировали от 9,9 мкм до 22,66 мкм и от 7,37 мкм до 22,98 мкм соответственно (табл. 1). В общей массе морфологически

нормальных пыльцевых зёрен было выделено незначительное количество с ярко выраженными отклонениями в размерах: мелкие и крупные (сорт Ялита). Мелкие пыльцевые зёрна диаметром менее 7 мкм недоразвитые, одноклеточные. В анализируемых образцах всех сортов обнаружены аномальные пыльцевые зерна, имеющие вид плотных сгустков цитоплазмы. Такая пыльца, как правило, нежизнеспособна.

Изучаемые сорта зизифуса имеют большое количество аномально развитой пыльцы, которое существенно варьирует в зависимости от особенностей анализируемых генотипов: 54,2-60,5% у сортов Конфетный и Ялита, 65,7% - сорт Коктебель (табл. 2).

Деформация пыльцевых зерен зизифуса, %

Таблица 2

Table 2

Deformation of ziziphus pollen grains, %

Сорт Cultivar	Количество пыльцевых зерен, шт. Number of pollen grains, PCs	Нормальные пыльцевые зерна, % Normal pollen grains, %	Аномальные пыльцевые зерна, % Abnormal pollen grains, %
Конфетный Konfetny	100	45,8	54,2
Коктебель Koktebel	100	34,3	65,7
Ялита Yalita	100	39,5	60,5

Изучение гетерогенности анализируемых образцов пыльцы сортов зизифуса показало, что ни в одном из вариантов опыта при проращивании посевов на водных 15-ти и 20 % растворах сахарозы с добавлением и без добавления борной кислоты (0,001 %) у морфологически нормальных пыльцевых зёрен не выявлена способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок.

Пыльца изученных генотипов характеризуется значительным количеством аномальных пыльцевых зёрен, что при прочих оптимальных условиях развития растений определяет степень мужской стерильности сортов зизифуса.

Выводы

На основании результатов проведённых исследований морфологических особенностей и гетерогенности пыльцы сортов зизифуса определено:

Пыльцевые зерна изученных генотипов зизифуса в зависимости от сорта относятся к категории мелкие и очень мелкие (диаметр от 7 до 24 мкм).

Диапазон варьирования размера пыльцевых зёрен по экваториальному диаметру у сортов Ялита, Коктебель и Конфетный лежит в пределах от 7,37 до 22,98 мкм, а по полярной оси от 9,9 до 23,5 мкм, соответственно.

Пыльцевые зерна изучаемых сортов одиночные, радиально-симметричные, трехапертурные, апертуры расположены симметрично.

Морфологически нормальные пыльцевые зёрна анализируемых генотипов во всех вариантах опыта не проявили способность к прорастанию и образованию пыльцевых трубок.

Большое количество аномально развитых и дефектных пыльцевых зёрен определяет степень мужской стерильности изученных сортов, что ограничивает их использование в качестве отцовской формы в селекционном процессе. Однако, учитывая наличие довольно большого количества морфологически нормальных

пыльцевых зерен и высокую урожайность сорта Конфетный (более 45%), его можно считать перспективным для дальнейшей селекционной работы.

Литература / References

Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений. СПб.: Санкт-Петерб. ун-та, 1999. 102с.

[Batygina T.B., Vasilyeva V.E., The Reproduction of plants. SPb.: St. Petersburg UN-TA, 1999. 102 p.]

Голубинский И.Е. Биология прорастания пыльцы. Киев: Наук. думка, 1974. 368 с.

[Golubinsky I.E. Biology of pollen germination. Kiev: Nauk. Dumka, 1974. 368 p.]

Литвинова Т.В., Синько Л.Т. Зизифус // Субтропические плодовые и орехоплодные культуры. Симферополь: «Ариал», 2012. С. 38 - 71

[Litvinova T.V., Sinko L.T. Zizyphus. In: Subtropical fruit and nut crops. Simferopol: «Arial», 2012. P. 38-71]

Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва: «Колос», 1980. 304 с.

[Pausheva Z.P. Practicum on plant Cytology. Moscow: "Kolos", 1980. 304 p.]

Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Опанасенко Н.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Митрофанова И.В., Шоферистов Е.П., Горина В.М., Комар-Темная Л.Д., Хохлов С.Ю., Чернобай И.Г., Лукичева Л.А., Федорова О.С., Баскакова В.Л., Литченко Н.А., Шишкина Е.Л., Литвинова Т.В., Балыкина Е.Б. К созданию промышленных садов плодовых культур Крыма. Симферополь: ИТ "АРИАЛ", 2018. 212 с.

[Plugatar Yu.V., Smykov A.V., Opanasenko N.E., Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Mitrofanova I.V., Shoferistov E.P., Gorina V. M., Komar-Temnaya L.D., Khokhlov S.Yu., Chernobay I.G., Lukicheva L.A., Fedorova O.S., Baskakova V.L., Litchenko N.A., Shishkina E. L., Litvinova T.V., Balykina E.B. To the creation of industrial orchards of fruit crops of the Crimea. Simferopol: LLC Printing House "Arial", 2017. 212 p.]

Романова Г.С., Синько Л.Т., Литвинова Т.В. Характеристика пыльцы различных сортов зизифуса // Бюл. ГНБС. 1985. Вып. 58. С.54-60

[Romanova G.S., Sinko L.T., Litvinova T.V. Characteristics of pollen of various varieties of zizyphus. Bull. BNSS. 1985.58: 54-60]

Смыков А.В., Комар-Темная Л.Д., Горина В.М., Хохлов С.Ю. и др. Каталог признаков коллекций плодовых культур Никитского ботанического сада. Симферополь: «АРИАЛ», 2018. 68 с.

[Smykov A., Komar-Tyomnaya L.D., Gorina V. M., Khokhlov S.Yu. et. al. Catalog of feature collections of fruit crops of the Nikita Botanical Gardens. Simferopol: "ARIAL", 2018. 68 p.]

Смыков А.В., Комар-Темная Л.Д., Горина В.М., Хохлов С.Ю. и др. Атлас сортов плодовых культур коллекции Никитского ботанического сада. Симферополь: «АРИАЛ», 2018. 400 с.

[Smykov A., Komar-Tyomnaya L.D., Gorina V.M., Khokhlov S.Yu. et. al. Atlas of fruit crops of the Nikita Botanical Gardens collection. Simferopol: "ARIAL", 2018. 400 p.]

Хохлов С.Ю., Панюшкина Е.С., Мельников В.А. Оценка показателей качества плодов зизифуса // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. № 128. С. 133-136. DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.17

[Khokhlov S.Yu., Panyushkina E.S., Melnikov V.A. Evaluation of qualitative indicators for zizyphus fruits. Bull. of the State Nikita Botanical Gardens. 2018. 128: 133-136. DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.17]

Шевченко С.В. Репродуктивная биология декоративных и субтропических плодовых растений Крыма. Киев: Аграрная наука, 2009. 336 с.

[Shevchenko S.V. Reproductive biology of ornamental and subtropical fruit plants of the Crimea. Kiev: Agrarian science, 2009. 336 p.]

Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений (введение в палинологию). Москва: Изд-во иностр. лит., 1956. 486 с.

[Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy (introduction to palynology). Moscow: Izd-vo Inostr. lit., 1956. 486 p.]

Hesse M., Halbritter H., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A., Ulrich S., Zetter R. Pollen terminology. Wien: Springer-Verlag, 2009. 266 p. DOI: 10.1007/978-3-211-79894-2 DOI: 10.1007/978-3-211-79894-2

Yezhov V.N., Khokhlov S.Y., Smykov A.V., Smykov V.K. et al. Genetic resources of temperate and subtropical fruit and nut species at the Nikita Botanical Gardens // Hortscience. 2005. Vol. 40. P. 5-9. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.1.5>

Статья поступила в редакцию 01.11.2020

Panyushkina E.S., Khokhlov S.Yu., Melnikov V.A. Morphological characteristics of pollen grains of zizyphus (*Zizyphus jujuba* Mill.) cultivars bred in the Nikita Botanical Gardens // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 67-72.

This article presents the studying results of the pollen of three zizyphus cultivars (*Zizyphus jujuba* Mill.) Konfetny, Koktebel and Yalita, growing in the gene collection of the Nikita Botanical Gardens. The studies were carried out during 2019-2020. The control was zizyphus cultivar Konfetny, included in the register of protected breeding achievements of the Russian Federation. The morphological characteristics of pollen were studied. The size of pollen grains, depending on the cultivar, varied within 7-24 μm . It was revealed that the form of pollen grains in the equatorial projection is rounded for zizyphus cultivars Koktebel and Konfetny and oblong-rounded for the cultivar Yalita. The shape of the grains is spheroidal (Konfetny, Koktebel) and ellipsoidal (Yalita). By the nature of the apertures, the pollen grains of zizyphus are meridional-3-furrow-aperture. Ripe pollen grains are single, very small. To obtain a more complete understanding of the properties of pollen, its ability to germinate on an artificial nutrient medium was determined in two versions: in an aqueous solution of sucrose with a concentration of 15 and 20% and in a solution of sucrose with a concentration of 15 and 20 % with the addition of a stimulator of pollen tube growth - boric acid. Pollen on artificial nutrient medium does not germinate in both variants. The amount of abnormal pollen is relatively high in all analyzed varieties: Konfetny and Yalita 54,2-60,5%, Koktebel – 65,7%. It is inappropriate to use these genotypes as initial parental forms in the breeding process.

Key words: pollen grain; exin; apertura; zizyphus

УДК 582.929.2:577.19:658.231(477.75)
DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-73-82

MELOTHRIA SCABRA NAUDIN - ПЕРСПЕКТИВНАЯ ДЛЯ КРЫМА ОВОЩНАЯ КУЛЬТУРА - ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Елена Викторовна Дунаевская, Екатерина Николаевна Кравченко

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский
E-mail: agroecology2019@mail.ru

Изучены особенности роста и развития *Melothria scabra* Naudin - новой для Южного берега Крыма овощной и лекарственной культуры, источника биологически активных веществ, в том числе цитруллина и аргинина, эссенциальных макро- и микроэлементов. Установлено, что в условиях ЮБК культура проходит полный вегетационный цикл и дает жизнеспособные семена; устойчива к грибковым болезням и вредителям; прекращает вегетацию при снижении среднесуточной температуры до 8-9 °С, дает самосев. Определено содержание эссенциальных элементов (калия 12270 ± 131 мг/кг, кальция 2951 ± 61 мг/кг, магния $3101 \pm 53,5$ мг/кг, железа $104,5 \pm 4,5$ мг/кг, цинка $39,7 \pm 0,8$ мг/кг, меди $13,2 \pm 1,0$ мг/кг и марганца – $0,8 \pm 0,01$ мг/кг) в плодах *Melothria scabra*. Полученные результаты позволяют отнести мелотрию к ценным функциональным овощным культурам – источникам ценных биологически активных веществ.

Ключевые слова: *Melothria scabra* Naudin; Южный берег Крыма; эссенциальные макро- и микроэлементы; нормы суточного потребления

Введение

Одной из важных задач растениеводческой науки является создание новой ресурсной базы, так как во всем мире, в связи с интенсификацией производства сельскохозяйственных культур происходит истощение почв и, как следствие, обеднение биохимического состава выращенной продукции (Davis, 2004; Битюцкий, 2011). Для её решения необходима мобилизация новых культур, богатых биологически активными веществами (БАВ), в том числе эссенциальными макро- и микроэлементами, снижение потребления которых резко увеличивает риск различных заболеваний, влияя на продолжительность жизни (Рудаков, Скальный, 2004). Так, по данным М.И. Мамедова, в Японии, занимающей первые места по показателю активного долголетия и продолжительности жизни, потребляют 180-200 видов овощных культур, привлекая генетические ресурсы из самых разных стран. При этом в РФ, находящейся на 109 месте по продолжительности жизни, шесть видов овощных культур (капуста, томаты, огурцы, морковь, свекла и лук репчатый) обеспечивают свыше 90% продукции товарного овощеводства (Мамедов, 2015). Таким образом, в настоящее время вместо валового сбора и объемов, необходимо руководствоваться схемой: ресурсы – питание – здоровье – качество и продолжительность жизни (Литвинов, 2008).

Для решения данных задач на основе методических подходов к интродукции теплолюбивых растений были выбраны виды и формы новых для РФ овощных культур, с высоким содержанием БАВ и важными потребительскими качествами, которые могут стать основой системы функциональных продуктов питания в стране (Фотев и др., 2018).

С 2016 г. проводится сравнительное изучение особенностей развития в условиях сухого субтропического климата средиземноморского типа (Южный берега Крыма, Никитский ботанический сад), в условиях умеренно континентального климата (Москва, ВНИИСОК) и в условиях резко континентального климата (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН) 16 функциональных пищевых растений, характеризующихся высоким содержанием БАВ (Фотев и др., 2019).

Среди этих культур представлена *Melothria scabra* Naudin (мелотрия шершавая; синоним *Melothria donnell-smithii* Cogn. ex Donn.Sm., семейство Cucurbitaceae, впервые описана в 1866 г. французским ботаником Charles Victor Naudin (Спиридонова, 2016), известная на западно-европейском и американском рынке как Perquinos (Быковский, 2015). *M. scabra* в природе – многолетняя лазящая травянистая лиана с ареалом в Центральной Америке. Является одним из основных продуктов латино-американской кухни, используется в народной медицине (Kaiser, Ernst, 2016). Как и другие представители семейства Cucurbitaceae, мелотрия обладает тонизирующим, общеукрепляющим, противовоспалительным, антиоксидантным действием; нормализует давление, уменьшает содержание холестерина, стимулирует сердечную деятельность (Быковский, 2015). Культивируется ради маленьких съедобных плодов, напоминающих по вкусу огурцы. Однако, нашим растениеводам она пока малоизвестна, сведения в русскоязычной литературе о ней малочисленны (Спиридонова, 2016). В отечественном бахчеводстве практически не задействованы декоративные тыквенные, тогда как опыт других стран (США, Китай, Западная Европа) указывает, что промышленное выращивание этих культур может представлять коммерческий интерес (Быковский, 2015; Kaiser, Ernst, 2016).

Современные исследования мелотрии шершавой указывают на способность растительного экстракта листьев снижать содержание глюкозы в крови, что является подтверждением противодиабетических свойств данной культуры (Anusha *et al.*, 2019). Кроме того, установлено, что из семейства Cucurbitaceae, наряду с арбузом и дыней, плоды мелотрии шершавой содержат наибольшее количество цитруллина в сырой массе и могут быть источниками аргинина (Jordan *et al.*, 2019). Цитруллин является предшественником незаменимой аминокислоты аргинина и обладает сосудорасширяющими свойствами (Jordan *et al.*, 2019).

В условиях влажных субтропиков Черноморского побережья Кавказа мелотрия шершавая характеризуется как быстро разрастающаяся лиана, развивающая плети до 3 метров в длину. При этом ее боковые побеги очень быстро укореняются, подавляя всевозможные сорняки, что позволяет выращивать это экзотическое растение не только как овощную, но и как декоративную культуру для озеленения стен, изгородей, неудобий. Очень ценные качества мелотрии – устойчивость к вредителям и болезням. Кроме того, она в большей степени, чем огурцы, устойчива к засухе (Спиридонова, 2016). Летом и осенью в пазухах листьев мелотрии шершавой образуются небольшие, до 3 см, съедобные светло-зелёные плоды. Обладая низкой калорийностью – 15 ккал в 100 г, плоды вызывают чувство насыщения, снижая и нормализуя вес (Anusha *et al.*, 2019).

Целью наших исследований было изучение особенностей развития *Melothria scabra* и содержания эссенциальных элементов в плодах в условиях открытого грунта на Южном берегу Крыма.

Объекты и методы исследования

Интродукционное изучение мелотрии шершавой в 2016-2019 г. проводили по общепринятой методике, разработанной в лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада (Исиков и др., 2009). Семена получены в

2015 г. из Центрального сибирского ботанического сада. В последующие годы высевали семена собственной репродукции. Растения выращивали на опытно-экспериментальном участке, посев семян осуществляли непосредственно в почву в начале мая. Состав почво-смеси с нейтральной pH, был следующим: чернозем, торф и песок в пропорции (3:1:1). Осуществлялся регулярный поливной режим с частотой полива 3 раза в неделю до стадии стеблевания и два раза в неделю в остальной вегетативный период до середины сентября включительно. Учет и оценка урожая проводился в период массового плодоношения культуры.

Южный берег Крыма (ЮБК), где расположен Никитский ботанический сад (НБС), находится в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа. Жаркое сухое лето, относительно теплая зима. Среднегодовая температура составляет +12,5 °С. Средняя температура зимнего периода +3,2 °С, летнего +23,4 °С. Среднегодовое количество осадков для данного района – 589 мм, большая их часть выпадает в осенне-зимний период (Плугатарь и др., 2015).

Минеральный состав спелых плодов определяли методом сухого озоления (Стальная, 2007) в 2017 и 2019 гг. В полученном солянокислом растворе на атомно-абсорбционном спектрофотометре Квант 2МТ определяли содержание семи эссенциальных элементов: в режиме эмиссии – калий, в режиме абсорбции – кальций, магний, железо, марганец, медь и цинк. Полученные данные сравнивали с утвержденными диетологией нормами суточного потребления макро- и микроэлементов, представленными от минимально необходимого (min НСПЧ) до максимально допустимого количества (max НСПЧ) (Скальный, 2004). А также с литературными данными по содержанию исследуемых элементов в культурах семейства Cucurbitaceae: арбузах – *Citrullus lanatus* и огурцах – *Cucumis sativus* (Скурихин, Тютельян, 2002).

Статистическая обработка данных осуществлена при помощи компьютерной программы «STATISTICA 6».

Результаты и обсуждение

В условиях ЮБК мелотрия шершавая - однолетняя лиана, формирующая за вегетативный период несколько побегов длиной до 3 м (рис.1).



Рис. 1 Листья, цветки, плоды и семена *Melothria scabra* Naudin

Fig. 1 Leaves, flowers, fruits and seeds *Melothria scabra* Naudin

При посеве семян в первой декаде мая, всходы появляются в среднем через 10-14 дней. Цветение отмечается в середине июля и продолжается 9-10 дней. Листья мелотрии, в отличие от огуречных, остаются зелеными до глубокой осени. Плодоношение наступает на 63-69 день после появления всходов и продолжается с середины июля до начала ноября (рис. 2). Периоды плодоношения мелотрии шершавой в условиях Черноморского побережья Кавказа (Спиридонова, 2016) и ЮБК совпадают.

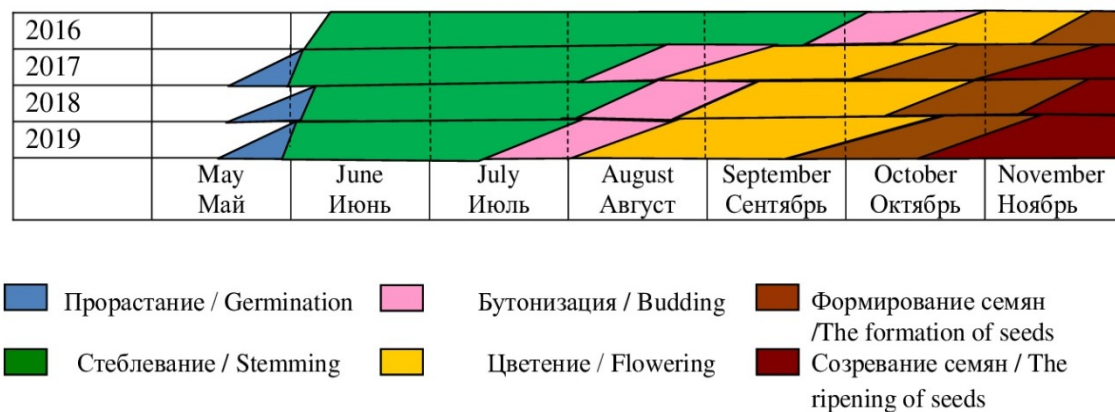


Рис. 2 Фенологический спектр *Melothria scabra* Naudin
 Fig. 2 Phenologicals pectrum of *Melothria scabra* Naudin

По литературным данным, на одном растении *Melothria scabra* может образовываться до 105 плодов на три волны плодоношения; средний вес плода 3,83 гр, длина вызревшего плода 2-3,2 см, а ширина 1,5-2 см (Клебошина, Варивода, 2016). Однако, в условиях сухого климата ЮБК и без внесения удобрений, количество плодов на 1 растении формируется, в среднем, в 3 раза меньше; длина плодов колеблется от 2,15 до 3,25 см, ширина - до 2 см, вес плодов 3-4 г (максимальным вес 6,92 г, минимальным – 1,88 г (табл. 1). В каждом плоде 70-75 семян. Урожайность плодов с 1 растения колеблется от 120 до 140 г.

Таблица 1

Морфология плодов *Melothria scabra* Naudin

Table 1

The morphology of the fruit of *Melothria scabra* Naudin

Год исследования Year of research	Длина, см Length, cm	Ширина, см Width, cm	Вес плода, г Fruit weight, g	Количество на 1 растении Quantity per 1 plant	Урожайность, г с 1 растения
2017	3,25±0,75	1,74±0,21	3,21±0,38	42±3,7	134,82±2,11
2018	3,76±0,98	1,73±0,19	3,68±0,52	34±4,2	125,12±1,17
2019	3,23±0,2	1,75±0,20	3,66±0,49	35±5,1	128,1±2,1
2020	3,81±0,71	1,80±0,23	4,45±0,72	28±4,2	126,6±3,3

При снижении среднесуточной температуры до 8-9 °С, растение прекращает вегетацию. Наступают сроки сбора последнего урожая. Окончательное отмирание надземной части наступает после первых заморозков (конец ноября). В условиях ЮБК мелотрия шершавая не повреждается вредителями и на растениях не отмечено грибковых болезней, хотя, в целом, для этой культуры отмечены случаи поражения мучнистой росой (Rennderger *et al.*, 2017).

Таким образом, в условиях субтропического климата Южного берега Крыма мелотрия шершавая проходит полный вегетационный цикл и характеризуется стабильной урожайностью.

Изучая особенности содержания микро-и макроэлементов в плодах мелотрии, выращиваемой в условиях ЮБК, руководствовались тем, что «элемент считается жизненно необходимым (эссенциальным), если при его отсутствии или недостаточном поступлении организм перестает развиваться, не может осуществлять свой биологический цикл, в частности, не способен к репродукции. Введение недостающего элемента устраняет признаки его дефицита и возвращает организму жизнеспособность» (Скальный, 2004). К таким элементам относятся К, Са, Mg, Fe, Zn, Cu и Mn.

Калий является одним из важнейших макроэлементов для работы сердечнососудистой системы, образуя совместно с натрием «калий-натриевый насос». Он необходим для питания клеток, деятельности мышц, в том числе миокарда, поддержания водно- солевого баланса, работы нейроэндокринной системы. Дефицит калия снижает работоспособность, замедляет заживление ран, ведет к нарушению нервно-мышечной проводимости и репродуктивной функции (Скальный, Рудаков, 2004). В связи с этим растения, богатые калием, представляют большой интерес для профилактического питания и оздоровления человека.

Выявлено, что плоды *Melothria scabra*, при выращивании на ЮБК, характеризуются высоким содержанием калия – 12270 ± 131 мг/кг, что превышает максимальную норму суточной потребности человека (max НСПЧ) в 4 раза (рис. 3).

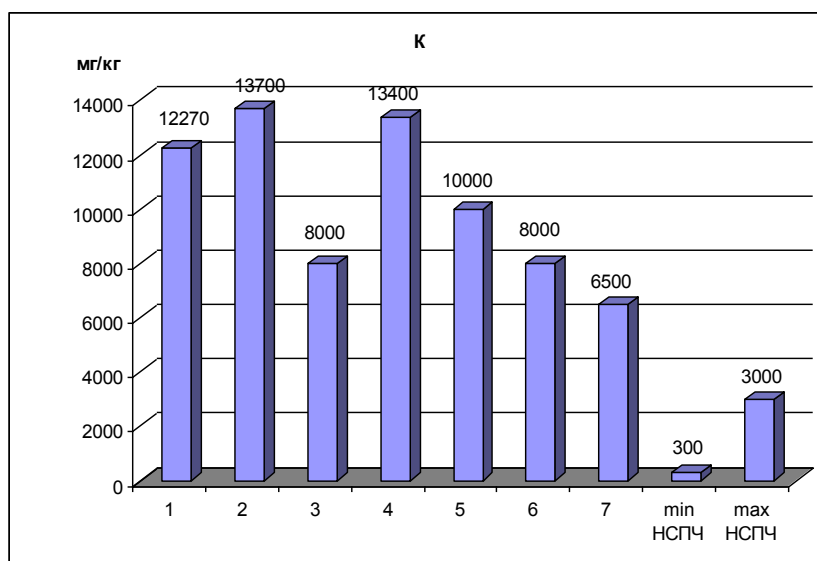


Рис. 3 Содержание калия в рекомендованных диетологии источниках и плодах *Melothria scabra* Naudin

1- *Melothria scabra* Naudin, 2 - абрикос, 3 - изюм, 4 - персик, 5 - ежевика, 6 - фейхоа, 7 - инжир
НСПЧ – норма суточной потребности человека в элементе: min – минимальная, max – максимальная

Fig. 3 Potassium content of dietary recommended sources and *Melothria scabra* Naudin fruits

1- *Melothria scabra* Naudin fruits, 2 - apricot, 3 - raisins, 4 - peach, 5 - blackberries, 6 - feijoa, 7 - figs
min daily use rate, max use rate

По этому показателю плоды мелотрии незначительно уступают общепризнанным источникам К: абрикосам – на 10,4%, персикам – на 8,4%. При этом превосходят в 1,2 раза ежевику, в 1,5 раза – изюм и фейхоа; в 1,9 раза – инжир (рис. 3). Также плоды мелотрии шершавой значительно превосходят по содержанию калия других представителей семейства Cucurbitaceae: арбузы и даже тепличные огурцы (рис.4).

Магний, как и калий, улучшает кислородное обеспечение сердечной мышцы, принимает участие в регуляции нейрохимической передачи и мышечной возбудимости, нормализует состояние нервной системы, поэтому является крайне важным элементом для поддержания здоровья. Дефицит Mg в организме человека приводит к гипертонической болезни, утомляемости, повышает риск онкологических заболеваний (Скальный, Рудаков, 2004). Магния в плодах *Melothria scabra* содержится более четыре максимальных суточных нормы max НСПЧ – $3102 \pm 53,5$ мг/кг, что в 2 раза больше, чем в арбузе, и в 1,2 раза – чем в тепличных огурцах (рис. 4). По данному показателю плоды мелотрии превосходят орехи кешью (2670 мг/кг) и незначительно уступают семенам кунжута (3470 мг/кг).

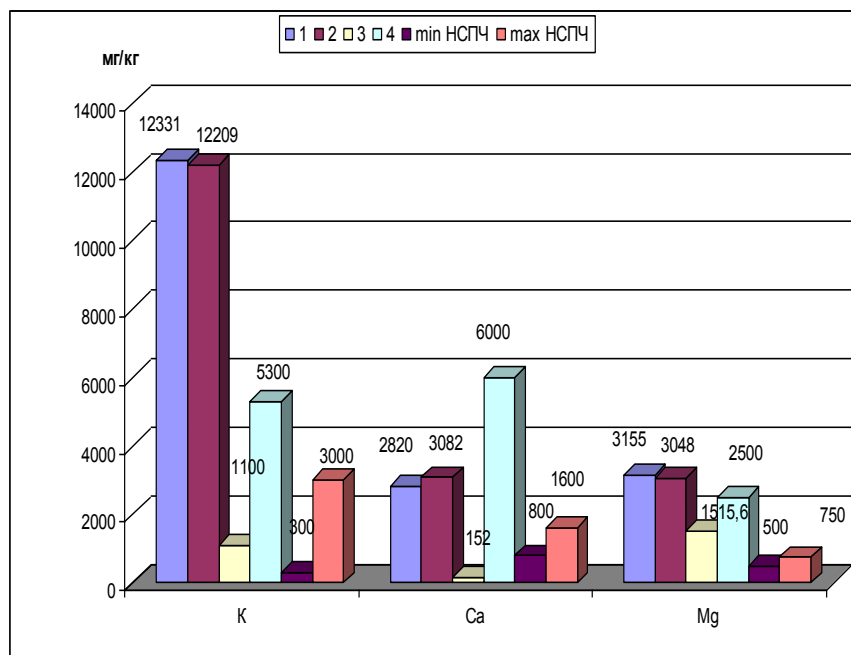


Рис. 4 Содержание калия, кальция и магния в плодах *Melothria scabra* Naudin, *Citrullus lanatus* и *Cucumis sativus*

1- *Melothria scabra* (2017 г.), 2 - *Melothria scabra* (2019 г.), 3- *Citrullus lanatus*, 4- *Cucumis sativus*
НСПЧ – норма суточной потребности человека в элементе: min – минимальная, max – максимальная

Fig. 4 Content of potassium, calcium and magnesium in *Melothria scabra* fruits, *Citrullus lanatus* и *Cucumis sativus*

min daily use rate, max use rate

Сравнивая полученные нами данные по количеству кальция в плодах *Melothria scabra* (2951 ± 61 мг/кг) с данными литературы в других овощных культурах, видим, что в арбузах Ca в 19 раз меньше, а в тепличных огурцах – в 2 раза больше (рис. 4). Из распространенных культур наиболее близки по этому показателю к мелотрии шершавой соевые бобы (2500 мг/кг) и горошек сахарный (3100 мг/кг).

Железа в плодах *Melothria scabra* накапливается до 5-ти max НСПЧ – $105 \pm 4,6$ мг/кг (рис. 5). По содержанию этого эссенциального элемента плоды мелотрии шершавой близки к семенам мака (94 мг/кг), кунжута (100 мг/кг) и тыквы (112 мг/кг). В арбузах железа меньше в 2,9 раза, в тепличных огурцах – в 1,3 раза.

Железо входит в состав гемоглобина, обеспечивающего поступление с кровью кислорода ко всем органам и тканям, поэтому при дефиците железа нарушаются их функции, развивается анемия, снижается иммунитет, концентрация внимания и память.

Происходят изменения в сердечной и скелетных мышцах, воспалительные изменения слизистой носоглотки, заболевания пищевода (Скальный, Рудаков, 2004).

Вероятно, высокое содержание калия, магния и железа в плодах мелотрии шершавой объясняет их использование в народной медицине Латинской Америки.

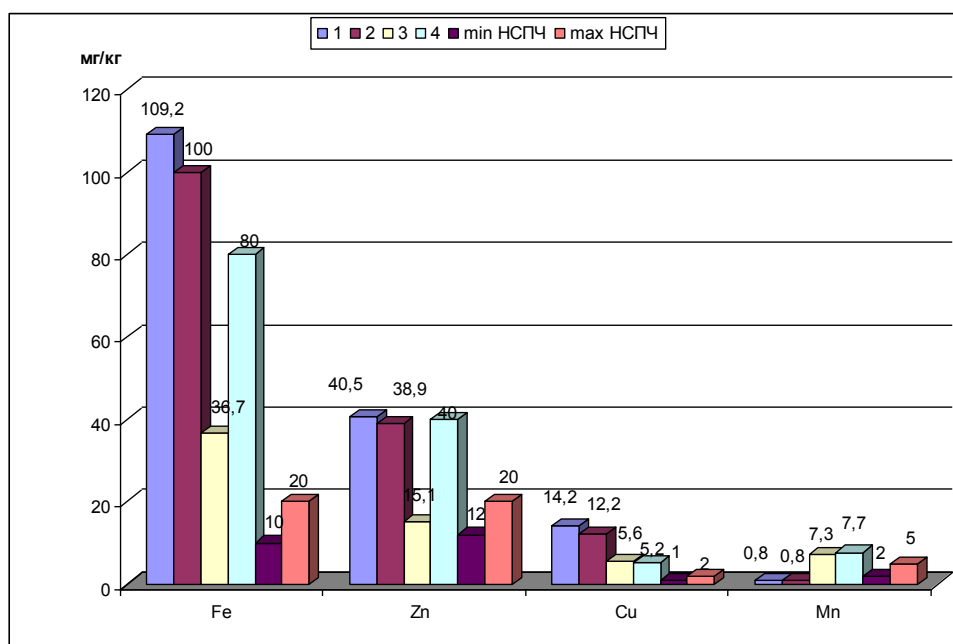


Рис. 5 Содержание железа, цинка, меди и марганца в плодах *Melothria scabra* Naudin, *Citrullus lanatus* и *Cucumis sativus*

1- *Melothria scabra* (2017 г.), 2 - *Melothria scabra* (2019 г.), 3- *Citrullus lanatus*, 4- *Cucumis sativus*
НСПЧ – норма суточной потребности человека в элементе: min – минимальная, max – максимальная

Fig. 5 Content of ferrum, zinc, cuprum and manganese in *Melothria scabra* fruits, *Citrullus lanatus* и *Cucumis sativus*

min daily use rate, max use rate

Цинка в плодах *Melothria scabra* накапливается до двух max НСПЧ – $39,7 \pm 0,8$ мг/кг (рис. 5), что в 2,6 раза больше, чем в арбузах и столько же, сколько в тепличных огурцах. По данному показателю мелотрия близка к зеленому горошку (38 мг/кг) и пшенице (41 мг/кг).

Медь стимулирует выработку тироксина – основного гормона щитовидной железы, необходима для образования соединительной ткани: хрящей, связок, стенок сосудов. Это микроэлемент, обладающий выраженным противовоспалительным действием и являющийся необходимым компонентом для нормальной работы нервной и иммунной систем (Скальный, Рудаков, 2004).

Мелотрия шершавая, накапливая до семи max НСПЧ ($13,2 \pm 1,0$ мг/кг (рис. 5), является концентратором меди, что характерно и для такой лекарственной культуры из коллекции НБС как иссоп лекарственный, в то время как в сырье бессмертника и лавандина, культивируемых на этом же коллекционном участке в одинаковых почвенных и микроклиматических условиях, данного микроэлемента меньше в 12-13, а в сырье эльсгольции – в 1,5-2 раза (Дунаевская, Работягов, 2015; Хлыпенко и др., 2016).

При одновременном содержании в достаточных количествах Cu, Zn и Fe в сырье или плодах, что характерно для исследуемой культуры, увеличивается фармакологическая активность лекарственного сырья, т.к. медь усиливает действие цинка и способствует усвоению железа (Попов, Дементьев, 2014),

В плодах *Melothria scabra* меньше других исследованных элементов содержится марганца – 0,16 max НСПЧ. Это ниже в 9,1 раза, чем в арбузах и в 9,6 раза, чем в тепличных огурцах. Столь незначительное содержание марганца объясняется отличительной особенностью культуры, поскольку в сырье растений, культивируемых на этом же коллекционном участке в одинаковых почвенных и микроклиматических условиях, данного микроэлемента значительно больше: в эльсгольции – в 6-7 раз, в бессмертнике и лавандине – в 10-12 раз соответственно, а листьях мирта – в 25 раз (Дунаевская и др., 2015).

Заключение

Проведенные исследования свидетельствуют, что в условиях ЮБК мелотрия шершавая проходит полный вегетационный цикл; устойчива к грибковым болезням и вредителям; прекращает вегетацию при снижении среднесуточной температуры 8-9 °С; характеризуется стабильной урожайностью.

Плоды мелотрии характеризуются высоким содержанием шести эссенциальных элементов (калия, кальция, магния, меди, цинка и железа), синергизм которых усиливает их оздоровительное воздействие на организм.

По нормам РФ, если в 100 г продукта содержится более 10% суточной потребности минеральных веществ, он относится к группе «Продукты с высоким содержанием», а если от 5% до 10% – «Удовлетворительным содержанием» эссенциальных элементов (Скурихин, Тутельян, 2002). Исходя из этого, плоды *Melothria scabra* можно отнести к группе «Продукты с высоким содержанием» меди, железа, калия, магния и к группе «Продукты с удовлетворительным содержанием» кальция и цинка.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования данной культуры в функциональном питании.

Литература / References

- Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. СПб., 2011. 368 с.
[Bityutsky N.P. Trace elements in higher plants. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2011. 368 p.]
- Быковский Ю. А., Колебошина Т.Г. Пути развития бахчеводства в Волгоградском Заволжье / Картофель и овощи. 2015. №7. С.2-7.
[Bykovsky Yu. A., Koleboshina T.G. Ways of development of melon growing in the Volgograd Zavolzhye / Potatoes and vegetables. 2015. 7: 2-7.]
- Дунаевская Е.В. Работягов В. Д. Содержание некоторых эссенциальных элементов в сырье лавандина (*Lavandula hybrida* Rever.) коллекции Никитского ботанического Сада. Бюллетень ГНБС . Ялта. 2015 . Вып.115. С. 37-44.
[Dunaevskaya E.V. Rabotyagov V.D. Content of some essential elements in raw materials of lavandin (*Lavandula hybrida* Rever.) of the collection of the Nikitsky Botanical Gardens. Bulletin of the SNBG. Yalta 2015. 115: 37-44.]
- Дунаевская Е.В., Хлыпенко Л.А., Работягов В. Д. Сравнительная характеристика сортов ВИМ и Кристалл цмина итальянского (*Helichrysum italicum* G. Don). Молодые ученые и фармация XXI века. Сб. науч. трудов третьей научно-практической конференции. ВИЛАР. 2015. С. 30-34.
[Dunaevskaya E.V., Khlypenko L.A., Rabotyagov V.D. Comparative characteristics of VIM and Kristall cultivars of Italian cumin (*Helichrysum italicum* G. Don). Young scientists and pharmacy of the XXI century. Collection of scientific works of the third scientific-practical conference. VILAR. 2015. P. 30-34.]
- Колебошина Т.Г., Варивода Е.А. Первичное семеноводство арбуза, дыни и тыквы и его роль в получении качественного, семенного материала // Сборник научных трудов

по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 7 Квасниковским чтениям «Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур». 2016. С. 71-77.

[*Koleboshina T.G., Varivoda E.A.* Primary seed production of watermelon, melon and pumpkin and its role in obtaining high-quality seed material // Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 7 Kvasnikovsky readings "Breeding, seed production and varietal agrotechnics of vegetable, melon and flower crops". 2016. P. 71-77.]

Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства // М.: РАСХН – ВНИИО, 2008. 776 с.

[*Litvinov S.S.* Scientific foundations of modern vegetable growing // Moscow: RASKHN-VNIO, 2008. 776 p.]

Мамедов М.И. Овощеводство в мире: производство основных овощных культур, тенденция развития за 1993-2013 годы по данным FAO // Овощи России. 2015. № 2. С. 39.

[*Mamedov M.I.* Vegetable growing in the world: production of main vegetable crops, development trend for 1993-2013 according to FAO data // Vegetables of Russia. 2015. 2: 39.]

Методологические и методические аспекты / В.П. Исигов, В.Д. Работягов, Л.А. Хлыпенко, И.Е. Логвиненко, Л.А. Логвиненко, С.П. Кутько, Н. Н. Бакова, Н. В. Марко. Ялта, НБС–ННЦ, 2009. 110 с.

[*Methodological and methodological aspects / V.P. Isikov, V.D. Rabotyagov, L.A. Khlypenko, I.E. Logvinenko, L.A. Logvinenko, S.P. Kutko, N.N. Bakova, N.V. Marko.* Yalta, NBS-NSC, 2009. 110 p.]

Попов А.И., Дементьев Ю.Н. Химические элементы минеральных веществ листьев голубики (*Vaccinium Uliginosum* L.) из семейства Вересковые (*Ericaceae* Juss.) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (120). С. 69 - 73.

[*Popov A.I., Dementiev Yu.N.* Chemical elements of mineral substances of blueberry leaves (*Vaccinium Uliginosum* L.) from the heath family (*Ericaceae* Juss.) // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2014. 10: 69-73.]

Скальный А.В., Рудаков И.Ф. Биоэлементы в медицине. М.: Мир, 2004. 272 с.

[*Skalny A.V., Rudakov I.F.* Bioelements in medicine. M.: Mir, 2004. 272 p.]

Спирidonova И.А. Выращивание редких тыквенных культур. // Сборник трудов конференции XXI международный и межрегиональный Биос-форум и XXI молодежная Биос-олимпиада, Санкт-Петербург, 14-20 сентября 2016 г. СПб., 2016. С. 476–481.

[*Spiridonova I.A.* Cultivation of rare pumpkin crops. // Proceedings of the conference XXI International and interregional Bios-forum and XXI youth Bios-Olympiad, Saint Petersburg, September 14-20, 2016. SPb., 2016. P. 476–481.]

Стальная М.И. Исследование элементного состава растений // Новые технологии. 2007. №3. С. 91-94.

[*Stalnaya M.I.* Investigation of the elemental composition of plants // New technology. 2007.3: 91-94.]

Фотев Ю.В., Кукушкина Т.А., Наумова Н.Б., Шевчук О.М. Методологические аспекты интродукции овощных растений с высокой пищевой и биологической ценностью в условиях Сибири. // Известия ФНЦО. 2019. № 1. С. 122-127.

[*Fotev Yu.V., Kukushkina T.A., Naumova N.B., Shevchuk O.M.* Methodological aspects of introduction of vegetable plants with high food and biological value in Siberia. // Proceedings of FNCO. 2019. 1: 122-127.]

Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

[Chemical composition of Russian food products: reference book / I.M Skurikhin, V.A. Tutelyan (Eds.) M.: DeLi print, 2002. 236 p.]

Хлыненко Л.А., Дунаевская Е.В., Орёл Т.И. Эльсгольция – ценное лекарственное растение // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине. Сб. науч. трудов Междунар. конф., посвящ. 85-летию ВИЛАР 23-25 июня 2016 г. Москва. С. 173-177.

[Klymenko L.A. Dunaevskaya, E.V., Oryol T.I. Elsholtzia – a valuable medicinal plant // Biological characteristics of medicinal and aromatic plants and their role in medicine. SB. scientific. the proceedings of the international. Conf. internat. To the 85th anniversary of VILAR on June 23-25, 2016, Moscow. P. 173-177.]

Anusha G., Sanayana R., Ponnamm M., Kumar B. A. Phytochemical Investigation and in vitro antidiabetic activity of *Melothria scabra* // Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development. 2019. P. 43-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.22270/ajprd.v7i4.553>.

Davis D.R., Epp M.D., Riordan H.D. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999 // J.Amer.Coll.Nutr. 2004. No.6. P.669-682;

Fotev Y.V., Syso A.I., Shevchuk O.M. Introduction in Siberia (Russia) of new vegetable species with a high biochemical value // Current Challenges in Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology Proceedings of the Fifth International Scientific Conference PlantGen2019. 2019. C. 12-14.

Jordan L. Hartman, Todd C. Wehner, Guoying Ma, Penelope Perkins-Weaze. Citrulline and Arginine content of Taxa of Cucurbitaceae // Horticulturae. 2019. Vol.5(22). - P. 1-11. doi: 10.3390/horticulturae5010022.

Kaiser C., Ernst M. Ethnic Vegetables: Hispanic // University of Kentucky college of agriculture, food and environment "Center for Crop Diversification". 2016. P.1-5.

Rennderger G., Kousik C. S., Keinath A. P. First Report of Powdery mildew on *Cucumis zambianus*, *Cucurbita digitata* and *Melothria scabra*, Caused by *Podosphaera xanthii* in the United States // Plant Disease. 2017. DOI: 10.1094/PDIS-06-17-0916-PDN

Статья поступила в редакцию 10.10.2020

Dunaevskaya E.V., Kravchenko E.N. *Melothria scaraba* L. – a promising vegetable crop as a valuable source of biologically active substances // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 73-82.

The features of growth and development of *Melothria scabra* Naudin - a new vegetable and medicinal crop for the Southern Coast of the Crimea (SCC), a source of biologically active substances, including citrulline and arginine, essential micro - and macronutrients. It is established that in the conditions of the SCC, the crop passes a full growing cycle and gives viable seeds; it is resistant to fungal diseases and pests; it stops growing when the average daily temperature decreases to 8-9 ° C, and gives self-seeding. The content of essential elements (potassium 12270 ± 131 mg/kg, calcium 2951 ± 61 mg/kg, magnesium 3101 ± 53.5 mg/kg, ferrum 104.5 ± 4.5 mg/kg, zinc 39.7 ± 0.8 mg/kg, cuprum 13.2 ± 1.0 mg/kg and manganese – 0.8 ± 0.01 mg/kg) in *Melothria scabra* fruits was determined. The results obtained allow us to attribute melothria to functional vegetable crops - sources of valuable biologically active substances. and recommend the spread of the culture not only on the SCC, but also in other regions suitable for its cultivation.

Key words: *Melothria scabra* Naudin; Southern Coast of the Crimea; essential macro-and microelements; daily use rate

УДК 665.327.3:543.635.3

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-83-93

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЛИВКОВОГО МАСЛА ПОЛУЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Александра Владимировна Паштетская, Надежда Николаевна Бакова,
Анфиса Евгеньевна Палий, Анна Николаевна Карпова

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: pashtetskaia@gmail.com

Оливковое масло – растительное масло, получаемое из плодов оливы европейской (*Olea europaea* L.). По жирнокислотному составу представляет собой смесь триглицеридов жирных кислот с очень высоким содержанием эстеров олеиновой кислоты. Имеет цвет от буровато-желтого до зеленовато-желтого и привкус легкой горчинки. Полезные свойства оливкового масла определяются содержанием олеиновой кислоты, которая обеспечивает низкую окисляемость продукта и способствует снижению уровня холестерина в крови. Важным является качество масла и его соответствие требованиям ГОСТов. Целью данного сообщения является изучение органолептических и физико-химических характеристик оливкового масла разных производителей, в том числе и получаемого ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», соответствие их утвержденным нормам Российских и Европейских стандартов и требованиям, регламентам, а также определение класса производимого масла. В работе использованы общепринятые методы исследования органолептических и физико-химических показателей масла. Дан анализ существующих систем классификации оливкового масла. Представлены химические показатели состава оливковых масел НБС и ведущих производителей, представленных на российском рынке. Освещены вопросы органолептической оценки масла и его физико-химических показателей, проанализирован состав жирных кислот оливкового масла, полученного в условиях Южного берега Крыма и проведен его сравнительный анализ с оливковым маслом других производителей, а также нормами соответствия стандартам, кодексам и техническим регламентам. Доказано, что масло НБС, благодаря природно-климатическим условиям произрастания маслины, обладает высоким качеством и соответствует требуемым нормам масла Extra Virgin.

Ключевые слова: оливковое масло; Extra Virgin; экспертиза качества; безопасность, органолептический анализ; физико-химические параметры; перекисное число; кислотное число

Введение

Растительное масло – один из наиболее популярных продуктов питания, который используется как в нативном виде, так и для приготовления различных блюд. Традиционно на потребительском рынке растительного масла выделяют четыре сегмента: подсолнечное, кукурузное, оливковое и другие растительные масла (Пилипенко и др., 2011). Оливковое масло – масло, полученное только из плода оливы (*Olea europaea* L.) методом прессования, в отличие от других масел, получаемых с использованием растворителей и процессов переэтерификации, или путем смешения с любыми другими видами масел (Закревский, 2010). Оливковое масло представляет собой смесь из триглицеридов жирных кислот (98,0-99,0%) – веществ, образованных химической комбинацией глицерина с различными жирными кислотами, которые подразделяются на насыщенные и ненасыщенные. Только 10,0-18,0% жирных кислот оливкового масла являются насыщенными. К ним относятся миристиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Ранее считалось, что насыщенные жирные кислоты вредны для здоровья человека, поскольку способствовали развитию болезней сердца, сосудов. Благодаря же переоценке роли соединений сегодня установлено, что в умеренном количестве они не представляют угрозы для здоровья, а наоборот,

благоприятно влияют на организм человека, участвуют в терморегуляции организма, улучшают состояние волос и кожи.

Ненасыщенные кислоты, представленные в оливковом масле (олеиновая кислота (65,0-80,0%), линолевая кислота (5,0-20,0%), пальмитиновая кислота (10,0-20,0%), относятся к группам Омега-3, 6 и 9, что определяет данное масло как естественный антиоксидант и объясняет его способность снижать уровень холестерина (Visioli *et al.*, 2005; Benedetto, 2017; Воловик и др., 2019).

Подобно большинству других растительных масел, в оливковом масле образуется больше ненасыщенных жирных кислот в холодном климате при раннем созревании плодов, поэтому содержание олеиновой кислоты зависит от места произрастания маслины. Высокое содержание олеиновой кислоты и низкое линолевой повышают устойчивость оливкового масла к окислению, а дополнительное повышение окислительной стабильности обеспечивают, содержащиеся в нем хлорофиллы, которые разлагаются на феофитины (CODEX STAN 33-1981, 2015).

Среди второстепенных, но не менее важных компонентов, помимо бета-каротина (провитамин А) и токоферолов (включая, прежде всего, витамин Е), оливковое масло содержит ряд антиоксидантов (фенольных соединений), чрезвычайно важных не только для продления срока годности масла, но и для замедления старения человеческого организма, а именно предотвращения образования свободных радикалов и повреждение ими клеток (Visioli *et al.*, 2005).

Качество растительного масла, в том числе и оливкового масла, оценивают согласно требований нормативных документов и ТР ТС 024/2011 Технический регламент Таможенного союза "Технический регламент на масложировую продукцию" (с изменениями на 23 апреля 2015 г.), по органолептическим, химическим и физическим показателям, а идентификацию проводят по жирнокислотному составу, влияющему на основные показатели масла (Закревский, 2010), от которых зависит его классовое определение. Согласно международным нормам масло разделяют на несколько классов (табл. 1) и в дальнейшем присваивают соответствующее наименование.

Таблица 1

Классификация оливкового масла

Table 1

Olive oil classification

Наименование Name	Характеристика Characteristic
1	2
По методу производства (CODEX STAN 33-1981, 2015) / According to the method of production	
Первого прессования	масла, полученные из плода оливы под воздействием механических или других физических воздействий, в частности температурных, которые не ведут к изменению масла и которые не были подвергнуты другим воздействиям, кроме как отмыжкой водой, декантированием, фильтрованием и центрифугированием, а также без применения химических и биохимических добавок. (https://www.oliveline.es)
Из выжимок	масла, полученные путем обработки выжимок растворителями или другими физическими процедурами, за исключением масел, полученных в процессе перэтерификации или путем смешения с другими видами масел.
По качеству (ТР ТС 024/2011, 2015) / According to the quality	
Нерафинированное высшего качества (Extra virgin olive oil)	масло первого прессования (отжима) с кислотным числом не более 1,6 миллиграмм гидроксида калия на грамм или кислотностью, составляющей не более 0,8 грамма на 100 грамм в пересчете на олеиновую кислоту, перекисным числом не более 20 мэкв/кг

Продолжение таблицы 1

1	2
Нерафинированное (Vergin olive oil)	масло первого прессования (отжима) с кислотным числом не более 4,0 миллиграмм гидроокиси калия на грамм или кислотностью, составляющей не более 2,0 грамма на 100 грамм в пересчете на олеиновую кислоту, перекисным числом не более 20 мэкв/кг
Рафинированное с добавлением масел оливковых нерафинированных (Olive oil)	масло, представляющее собой смесь рафинированного оливкового масла и оливковых масел первого прессования 85%/15%, с кислотным числом смеси не более 2,0 миллиграмм гидроокиси калия на грамм или кислотностью, составляющей не более 1,0 грамм на 100 грамм в пересчете на олеиновую кислоту, перекисным числом смеси не более 15 мэкв/кг
Из выжимок рафинированное (Refined olive-pomace oil)	масло, полученное из сырого оливкового масла из выжимок, прошедшее процесс рафинации, но не подвергнутое процессам, которые ведут к изменениям исходной триглицеридной структуры, с кислотным числом не более 0,6 миллиграмм гидроокиси калия на грамм или кислотностью, составляющей не более 0,3 грамм на 100 грамм в пересчете на олеиновую кислоту, перекисным числом не более 5 мэкв/кг
Из выжимок рафинированное с добавлением масла оливкового нерафинированного (Olive-pomace oil)	масло, представляющее собой смесь рафинированного оливкового масла из выжимок и оливковых масел первого прессования, с кислотным числом смеси не более 2,0 миллиграмм гидроокиси калия на грамм или кислотностью, составляющей не более 1,0 грамм на 100 грамм в пересчете на олеиновую кислоту, перекисным число смеси не более 15 мэкв/кг, в нем используются органические растворители и высокие температуры, а после экстракции полученное масло смешивается с “Extra Virgen” для понижения кислотности и повышения качества конечного продукта (https://www.oliveline.es).
По содержанию пищевых добавок (CODEX STAN 33-1981, 2015) / According to the content of food additives	
Без пищевых добавок	для оливковых масел первого отжима содержание пищевых добавок не допускается
С пищевыми добавками	масла с добавлением α -токоферола для восстановления природного α -токоферола, потерянного при рафинировании. Концентрация α -токоферола в конечном продукте не должна превышать 200 мг/кг.

Мировыми лидерами по производству оливкового масла являются Испания (около 900 тыс. тонн в год), Италия ($\approx$ 650 тыс. тонн), Греция ($\approx$ 440 тыс. тонн), Тунис (до 320 тыс. тонн), Португалия, Турция, Алжир, Марокко и др. (Цюпка, 2019; Атлас..., 2018).

На Южный берег Крыма (ЮБК) маслина интродуцирована из Греции и Малой Азии. В ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (НБС) собрана коллекция маслины, насчитывающая 267 сортов, являющаяся базой по разработкам основ культивирования маслины на ЮБК, как промышленной культуры для получения масла высшего качества (Шолохова, Мязина, 1987), а также для селекции новых сортов (Атлас..., 2018). Из имеющейся коллекции маслин НБС для получения масла наиболее пригодны сорта Кореджоло, Леччино, Ломашенская, Мелколистная, Мисхорская 1, Мисхорская 3, Никитская 3, Рацо, Тавлинская, Тлемсен, Наджвийская и др. (Казас и др., 1990; Атлас..., 2018).

В 2019 г. были разработаны и введены в действие технические условия ТУ 10.41.23-001-01579640-2019 «Масло оливковое нерафинированное», технологическая инструкция и рецептура, которые распространяются на оливковое масло нерафинированное, предназначенное для непосредственного употребления в пищу, производства пищевых продуктов, промышленной переработки и позволяют производить оливковое масло высшего качества в НБС.

Целью наших исследований было выявление органолептических и физико-химических характеристик оливкового масла разных производителей для оценки их соответствия утвержденным нормам Российских и Европейских стандартов, требованиям, регламентам.

Объекты и методы исследования

Объектами были взяты оливковое масло НБС и торговых марок Borges, Maestro de Oliva, MONINI Classico и ALTERO, которые являются ведущими производителями, представленными на рынке Российской Федерации.

Предметом исследования является анализ органолептических, физико-химических показателей и состава жирных кислот оливкового масла, соответствие его качества требованиям ТР ТС 005/2011, ТР ТС 022/2011, ТР ТС 024/2011, CODEX STAN 33-1981, ГОСТ РФ и другим нормативным документам.

Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 5472-50.

Кислотное число определяли по ГОСТ 31933-2012, перекисное число – по ГОСТ Р 51487-99, эмпирическим методом, нормируемым ИСО 3960:2017 «Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа. Йодометрическое (визуальное) определение по конечной точке» и ГОСТ ISO 3960-2013 «Жиры и масла животные и растительные. Определение перекисного числа. Йодометрическое (визуальное) определение по конечной точке».

Жирнокислотный состав определяли методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ), что дает возможность определять соотношения отдельных видов масла в жировых смесях. Отбор проб оливкового масла проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 32190-2013, подготовка проб для определения токсичных элементов — по ГОСТ 26929. При оценке качества продукции применяли термины согласно ГОСТ 18848-2019.

К основным показателям безопасности растительного масла относят токсичные элементы, микотоксины, пестициды, радионуклиды и показатели окисления – кислотное и перекисное числа. (Пилипенко и др., 2011).

Физико-химические характеристики оливкового масла нерафинированного, маркировки «ФГБУН «Никитский ботанический Сад-Национальный Научный Центр», получены лабораториями компаний ООО «ТПК «Леко Стайл» г. Санкт-Петербург и ООО «Лаборатории ВЕССЛИНГ» г. Люберцы, Московской области. Анализ образцов других марок проводился на основании материалов экспертиз сайта Сетевого издания «РОСКОНТРОЛЬ» (<https://roscontrol.com>).

Результаты и обсуждения

С целью определения качества оливкового масла, полученного в условиях ЮБК, был проведен сравнительный анализ его органолептических, физико-химических показателей и жирокислотный состав, а также сравнение с аналогами других торговых марок и соответствие международным и государственным стандартам. Органолептические показатели оливкового масла регламентируются международным нормативным документом CODEX STAN 33-1981 «Стандарт кодекса для оливковых масел и оливковых масел из выжимок. Кодекс Алиментариус «Жиры, масла и производные продукты». Вкус натурального оливкового масла высшего качества – насыщенный, интенсивный, может быть горьковатым, сладким, соленым или кислым. Дефектами же считаются водянистость, уксусный привкус, металлический привкус и прогорклость. Цвет масла – это самый переменчивый признак с большим диапазоном показателей: от светло-золотого до темно-зеленого, зависящий от сорта оливок и способа их обработки. Зеленый цвет дает использование, в качестве сырья, незрелых оливок, что является признаком низкосортного масла (Бурмистров, Бурмистрова, Наумова, 2019). Результаты органолептической оценки масла представлены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические характеристики оливковых масел класса Extra Virgin

Table 2

Organoleptic characteristics of Extra Virgin olive oils

Показатель Indicator	Метод контроля Control method	Требования CODEX STAN 33-1981 для масла оливкового CODEX STAN 33-1981 requirements for olive oil	Результаты для масла оливкового нерафинированного Extra Virgin				
			НБС, Республика Крым NBG, Republic Of the Crimea	Borges, Испания* Borges, Spain	Maestro de Oliva, Испания* Maestro de Oliva, Spain	MONINI Classico, Италия* MONINI Classico, Italy	ALTERO, Испания* ALTERO, Spain
Внешний вид при 20 °C (24 ч) Appearance at 20 °C (24 h)	ГОСТ 5472 / GOST 5472	прозрачный, без мути и взвешенных хлопьев	прозрачная, мутнеющая при температуре около 10 °C	прозрачное (без мути и взвешенных хлопьев)	прозрачное (без мути и взвешенных хлопьев)	прозрачное (без мути и взвешенных хлопьев)	прозрачное (без мути и взвешенных хлопьев)
Запах Flavor		отличный, медиана дефектов должна быть равна 0, $m_e = 0$	насыщенный аромат свежесжатого оливкового масла, без посторонних запахов	растительно-травянистый, свойственный оливковому маслу, без посторонних запахов	растительно-травянистый, свойственный оливковому маслу, без посторонних запахов	растительно-травянистый, свойственный оливковому маслу, без посторонних запахов	растительно-травянистый, свойственный оливковому маслу, без посторонних запахов
Цвет Color		насыщенный желтый с зеленоватым оттенком	от светло-желтого до желто-зеленого цвета	насыщенный желтый с зеленоватым оттенком	насыщенный желтый с зеленоватым оттенком	насыщенный желтый с зеленоватым оттенком	насыщенный желтый с зеленоватым оттенком
Вкус Taste	Органолептический / Organoleptic	отличный, медиана результатов оценки плодового вкуса $m_e > 0$	с характерной горчинкой	свойственный оливковому маслу (текстура – мягкая, обволакивающая, послевкусие – с небольшой горчинкой, после проглатывания горчинка не остается)	свойственный оливковому маслу (текстура – мягкая, обволакивающая, послевкусие – с небольшой горчинкой, после проглатывания горчинка не остается)	свойственный оливковому маслу (текстура – мягкая, обволакивающая, послевкусие – с небольшой горчинкой, после проглатывания горчинка не остается)	свойственный оливковому маслу (текстура – мягкая, обволакивающая, послевкусие – с небольшой горчинкой, после проглатывания горчинка не остается)

Примечание: * – материалы экспертиз образцов взяты с официального сайта Сетевого издания «РОСКОНТРОЛЬ» (<https://roscontrol.com>)

Note: * - materials of expert examinations of samples taken from the official website of the online publication "ROSKONTROL" (<https://roscontrol.com>)

Из таблицы 2 видно, что оливковое масло нерафинированное маркировки НБС соответствует всем требованиям, предъявляемым к нерафинированному маслу высшего качества класса Extra virgin и по вкусовым качествам схоже с органолептическими показателями оливкового масла торговой марки ALLTERO, производимого в Испании.

Однако, согласно результату экспертизы, масло НБС является более ароматным, обладает насыщенным желтым цветом с зеленоватым оттенком и имеет отличные органолептические свойства с медианой фруктовой составляющей (Me) > 0.

Свободная кислотность является важным показателем качества продукта на каждой стадии производства масла. Высокое содержание свободных жирных кислот сопровождается насыщенным цветом и появлением окисленного вкуса. Содержание свободных жирных кислот выражается в пересчете на олеиновую кислоту. Уровень кислотности оливкового масла означает содержание олеиновой кислоты в 100 г продукта.

Чем ниже естественная кислотность нерафинированного оливкового масла, тем выше его качество. Для каждого вида оливкового масла предусмотрен свой уровень кислотности. Кислотность оливкового масла экстра вирджин не должна превышать 0,8%, масла вирджин – 2,0%, рафинированного оливкового масла – не более 1,5%. При титровании свободных жирных кислот определяются все кислотные соединения, содержащиеся в масле (О'Брайен, 2007; <http://darygretsii.ru>).

Концентрация перекисей выражается в виде перекисного числа, является мерой окисления или прогорклости на ранних стадиях. Как правило, высокие значения перекисного числа означают низкую оценку вкуса и запаха, но низкое перекисное число не всегда является признаком хорошего вкуса и запаха. (О'Брайен, 2007; Закревский, 2010).

Для оценки качества оливкового масла НБС, был определен его жирнокислотный состав, проведен анализ физико-химических показателей, а также произведен сравнительный анализ с аналогами других торговых марок. Результаты оценки физико-химических показателей исследуемых проб масла представлены в таблице 3.

Анализ представленных в таблице 3 физико-химических показателей и жирнокислотного состава оливкового масла НБС, показал, что исследуемый образец соответствует всем требованиям и нормам CODEX STAN 33-1981 и Технических регламентов. В сравнении же с показателями аналогов – оливковое масло НБС по основным показателям является лучшим.

Так, показатель кислотности является наименьшим среди представленных образцов, а диапазон разницы с другими аналогами составил от 0,13 г/100 г до 0,2 г/100 г. Аналогичная тенденция и у показателя перекисного числа, его разница с другими маслами составила от 0,35 ммоль/кг до 6,85 ммоль/кг. Это свидетельствует о высоком качестве масла НБС и выгодно отличает его от других оливковых масел.

Содержание миристиновой кислоты, которая обладает самым мощным холестерином повышающим действием, наименьшее по сравнению с другими маслами и составляет 0,01%. Наименьшее количество пальмитиновой кислоты, которая в большом количестве опасна для здоровья человека, у марки ALLTERO составляет 10,4%, на втором месте – масло НБС с показателем 11,0%. Количество стеариновой кислоты в масле НБС составляет 3,7%, в других образцах оно варьируется в диапазоне от 2,2% до 3,6%.

Таблица 3

Жирынокислотный состав оливкового масла и его физико-химические показатели

Table 3

Fatty acid composition of olive oil and its physical and chemical characteristics

Показатель Indicator	Метод контроля Method of the control	Требования CODEX STAN 33-1981 для масла оливкового / CODEX STAN 33- 1981 requirements for olive oil	Результаты для масла оливкового нерафинированного Extra Virgin / Results for extra Virgin unrefined olive oil				
			НБС, Республика Крым / NBG, Republic Of the Crimea	Borges, Испания* Borges, Spain	Maestro de Oliva, Испания* Maestro de Oliva, Spain	MONINI Classico, Италия* MONINI Classico, Italy	ALTERO, Испания* ALTERO, Spain
Влаги и летучих веществ, % / Moisture and volatile substances, %	ГОСТ 11812-66	0,2	0,05	0,06 ±0,005	0,08 ±0,005	0,07 ±0,005	0,05 ±0,005
Кислотность в пересчете на олеиновую кислоту, г/100 г / Acidity in terms of oleic acid, g/100 g	ГОСТ Р 50457-92	Не более 0,8	0,10	0,26 ± 0,03	0,22 ±0,02	0,23 ±0,02	0,30 ±0,03
Перекисное число, ммоль/кг / Peroxide number, mmol/kg	ГОСТ 26593-85, ГОСТ ISO 3960-2013	<40 ммоль/кг или ≤ 20 мэкв/кг	5,15 ±0,36	7,0±0,1	5,5±0,1	8,9±0,1	12,0±0,1
Жирынокислотный состав, % / Fatty acid composition, %							
миристиновая C14:0 / myristic acid C14:0	ГОСТ 31663- 2012	0,0-0,05	0,01	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
пальмитиновая C16:0 / palmitic acid C16:0		7,5-20,0	11,0	12,0±2,2	12,6±2,2	15,4±2,2	10,4±2,2
пальмитолеиновая C16:1 / palmitoleic acid C16:1		0,3-3,5	1,0	1,1±0,4	1,0±0,4	1,3±0,4	0,7±0,4
стеариновая C18:0 / stearic acid C18:0		0,5-5,0	3,7	3,1±0,4	3,0±0,4	2,2±0,4	3,6±0,4
олеиновая C18:1 / oleic acid C18:1		55,0-83,0	75,4	77,1±2,2	76,1±2,2	70,4±2,2	77,7±2,2
линолевая C18:2 / linoleic acid C18:2		3,5-21,0	7,0	5,5±2,2	6,1±2,2	9,4±2,2	6,2±2,2
линоленовая C18:3 / linolenic acid C18:3		0,4-1,5	0,7	0,7±0,4	0,7±0,4	0,6±0,4	0,6±0,4
арахиновая C20:0 / arachidic acid C20:0		0,0-0,6	0,4	0,3±0,4	0,3±0,4	0,4±0,4	0,5±0,4
гондоиновая C20:1 / gondoic acid C20:1		0,1-0,4	0,3	0,2±0,4	0,2±0,4	0,2±0,4	0,3±0,4
бегеновая C22:0 / behenic acid C22:0		0,0-0,2	0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
лигноцериновая C24:0 / lignoceric acid C24:0		0,0-0,2	следы	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1

Примечание: * – материалы экспертиз образцов взяты с официального сайта Сетевого издания «РОСКОНТРОЛЬ» (<https://roscontrol.com>)

Note: * - materials of expert examinations of samples taken from the official website of the online publication "ROSKONTROL" (<https://roscontrol.com>)

Среди ненасыщенных кислот в жирнокислотном составе масел преобладает олеиновая кислота, которая является главным представителем кислот группы Омега-9. Содержание данной кислоты в масле НБС равно 75,4%, наибольшее – у образца торговой марки ALLTERO – 77,7%. Относительное содержание линолевой кислоты – самой важной среди жирных кислот группы Омега-6 – составляет у масла НБС 7,0%. Лидером же по ее содержанию является масло марки MONINI Classico с показателем 9,4%.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что все представленные образцы являются качественными и соответствуют требованиям CODEX STAN 33-1981, а качество масла НБС по исследуемым показателям позволяет отнести его к классу Extra Virgin.

Оливковое масло должно соответствовать показателям безопасности, установленными ТР ТС 021/2011, и не превышать допустимые уровни содержания токсичных элементов и радионуклидов, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание токсичных элементов, радионуклидов, пестицидов, ПАУ в оливковом масле, полученного в условиях Южного берега Крыма

Table 4

Content of toxic elements, radionuclides, pesticides, PAHs in olive oil obtained in the conditions of the Southern Coast of the Crimea

Наименование показателей Name of indicators	Метод контроля Method of the control	Допустимый уровень, мг/кг Acceptable level, mg / kg	Оливковое масло НБС NBG's olive oil
Свинец (Pb) / Lead (Pb)	ГОСТ 33824, ГОСТ 26932, ТРТС 021/2011, МУК 4.1.986-00	0,1	<0,02
Мышьяк (As) / Arsenic (As)	ГОСТ Р 51766, ГОСТ 26930, ТРТС 021/2011	0,1	<0,01
Железо (Fe) / Iron (Fe)	ГОСТ 26928, ТРТС 021/2011	5	<4,0
Медь (Cu) / Copper (Cu)	ГОСТ 33824; ГОСТ 26931, ТРТС 021/2011	0,4	<0,04
Кадмий (Cd) / Cadmium (Cd)	ГОСТ 33824, ТРТС 021/2011, МУК 4.1.986-00	0,05	<0,01
Ртуть (Hg) / Mercury (Hg)	ГОСТ Р 56931, ТРТС 021, ГОСТ Р 53183-2008	0,03	<0,002
Афлатоксин В1 / Aflatoxin B1	ГОСТ 30711, ТРТС 021/2011	0,005	<0,003
Радионуклиды / Radionuclides			
Cs-137, Бк/кг (л) / Cs-137, Bq/kg (l)	ГОСТ 32164, ТРТС 021, МУК 2.6.1.1194-03	40	<4,27
Sr-90, Бк/кг (л) / Sr-90, Bq/kg (l)	ГОСТ 32164, ТРТС 021, МУК 2.6.1.1194-03	80	<6,45
Пестициды / Pesticides			
ГХЦГ (β, α γ - изомеры) / HCHH (β, α γ -isomers)	ГОСТ 32122, ТРТС 021/2011, МУ 2142-80	0,2	<0,005
ДДТ и его метаболиты / DDT and its metabolites	ГОСТ 32122, ТРТС 021/2011, МУ 2142-80	0,2	<0,005
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) / Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)			
Бенз(а)пирен / Benz (a)pyrene	ГОСТ 32123, ТРТС 024/2011, ГОСТ Р 51650-2000	Не допускается (менее 0,002)	<0,0002

Согласно протокола проведенного испытания масла оливкового нерафинированного, маркировки «ФГБУН «Никитский ботанический Сад – Национальный Научный Центр», упакованного в бутылки стеклянные, массой нетто 250 мл испытательной лабораторией ООО «Лаборатории ВЕССЛИНГ» установлено, что изучаемый образец соответствует критерию радиационной безопасности, не превышает требуемых показателей ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 024/2011.

Выводы

Сравнительный анализ органолептических, физико-химических показателей и жирнокислотного состава пяти образцов оливкового масла показал, что производимое НБС оливковое масло соответствует требованиям международных, государственных стандартов, а также показателям технических регламентов Таможенного союза и ничем не уступает оливковому маслу ведущих мировых торговых марок.

Согласно классификации оливкового масла, оливковое масло НБС является нерафинированным маслом первого отжима высшего качества Extra Virgin olive oil без пищевых добавок. По органолептической оценке, является ароматным и обладает насыщенным желтым цветом с зеленоватым оттенком с медианой фруктовой составляющей больше 0. Показатели кислотности (0,1 г на 100 г олеиновой кислоты) и перекисного числа (5,15 ммоль/кг) у масла НБС являются наименьшими среди представленных образцов, подтверждая его высокое качество.

В жирнокислотном составе масла НБС преобладают ненасыщенные кислоты – олеиновая кислота (75,4%) и линолевая (7%), стабилизирующие обменные процессы в организме человека; среди насыщенных – пальмитиновая (11,0%).

Масло НБС соответствует критерию радиационной безопасности, не превышает требуемых показателей ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 024/2011 и может реализовываться в розничной торговле и на предприятиях общественного питания. При производстве оливкового масла, маркировки «ФГБУН «Никитский ботанический Сад – Национальный Научный Центр» соблюдаются все требования технологического производства и хранения, с установленным сроком годности с даты изготовления 1 год.

Литература/ References

Атлас сортовых плодовых культур коллекции Никитского ботанического сада / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю. В. Плугатаря. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 400 с.

[Atlas of varietal fruit crops of the collection of the Nikitsky Botanical Gardens / Under total ed. Corr. RAS Yu.V. Plugatar (Eds.). Simferopol, "ARIAL", 2018. 400 p.]

Бурмистров Е.А., Бурмистрова О.М., Наумова Н.Л. Анализ ассортимента и качество оливкового масла // Аграрный вестник Урала. 2019. №10 (189). С. 54-68.

[Burmistrov E.A., Burmistrova O.M., Naumova N.L. Analiz assortimenta i kachestvo olivkovogo masla. Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. 10 (189): 54-68. DOI: 10.32417/article_5db430d777b612.09424240.]

Воловик В.Т., Леонидова Т.В., Коровина Л.М., Блохина Н.А., Касарина Н.П. Сравнение жирнокислотного состава различных пищевых масел // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 5. С. 147-152.

[Vолоvik V.T., Leonidova T.V., Korovina L.M., Blokhina N.A., Kasarina N.P. Comparison of fatty acid composition of different edible oils. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2019.5:147-152]

Закревский В. Жиры и масла. Лечебные свойства продуктов. Санкт-Петербург: Издательство «Амфора», 2010. 48 с.

[Zakrevsky V. Fats and oils. Medicinal properties of products. St. Petersburg: Publishing house "Amphora", 2010. 48 p.]

Казас А.Н., Литвинова Т.В., Мязина Л.Ф., Синько Л.Т., Хохлов С.Ю., Чернобай И.Г., Шишкина Е.Л., Шолохова В.А., Ядров А.А. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры // Научно – справочное издание. 1990. С.38 - 168.

[Kazas A.N., Litvinova T.V., Myazina L.F., Sinko L.T., Khokhlov S.Yu., Chernobay I.G., Shishkina E.L., Sholokhova V.A., Yadrov A.A. Subtropical fruit and nut crops // Scientific reference edition. 1990. P. 38 - 168]

О'Брайен Р. Жиры и масла. Санкт-Петербург: Издательство «Профессия», 2007. 751 с.

[O'Brien R. Fats and oils. St. Petersburg: Professiya Publishing House, 2007. 751 p.]

Пилипенко Т.В., Нилова Л.П., Мехтиев В.С., Науменко Н.В. Актуальные вопросы управления качеством растительного масла // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2011. № 28 (245). С. 183-188.

[Pilipenko T.V., Nilova L.P., Mekhtiev V.S., Naumenko N.V. Topical issues of vegetable oil quality management. Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2011. 28 (245): 183-188.]

CODEX STAN 33-1981. Стандарт Кодекса Алиментариус. Стандарт на оливковые масла и оливковые масла из жмыха //. Принят в 1981 году. Издания: 1989, 2003, 2015 гг. Изменения: 2009, 2013, 2017 гг.

[CODEX STAN 33-1981 Standard for Olive Oils and Olive Pomace Oils. - Adopted in 1981. Revision: 1989, 2003, 2015. Amendment: 2009, 2013]

ТР ТС 024/2011 Технический регламент Таможенного союза "Технический регламент на масложировую продукцию" (с изменениями на 23 апреля 2015 года)

[TR CU 024/2011 Technical Regulations of the Customs Union "Technical Regulations for Fat and Oil Products" (as amended on April 23, 2015)]

ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (с изменениями на 8 августа 2019 года)

[TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On food safety" (as amended on August 8, 2019)]

Цюпка С.Ю. Анализ состояния и мировые тенденции выращивания маслины европейской // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2019. № 1(150). С. 78-84. DOI: 10.36305/2019-1-150-78-84

[Tsyupka S.Yu. Analysis of the state and global trends in the cultivation of European olives. Plant biology and gardening: theory, innovations. 2019. 1 (150): 78-84. DOI: 10.36305 / 2019-1-150-78-84]

Шолохова В.А., Мязина Л. Ф. Интродукция и селекция маслины на Южном берегу Крыма // Труды Никитского ботанического сада. 1987. Т. 102. С. 17-35.

[Sholokhova V.A., Myazina L.F. Introduction and selection of olives on the southern coast of Crimea. Works of the Nikitsky Botanical Garden. 1987. 102:17-35]

Benedetto N. Olive oil and human health: focus on the Mediterranean diet // Башкирский химический журнал. 2017. Т. 24. № 1. С. 3-6.

[Benedetto N. Olive oil and human health: focus on the Mediterranean diet. *Bashkir Chemical Journal*. 2017. 24 (1): 3-6]

Boskou D. Olive and Olive Oil Bioactive Constituents. Illinois: Academic Press and AOCS Press, 2015. 422 p.

Visioli F., Bogani P., Grande S., Galli C. Mediterranean food and health: building human evidence // J. Physiol. Pharmacol. 2005. Vol. 56 (S1). P. 37.

Интернет ресурс <https://www.oliveline.es/ru/classification-olive-oil> (дата обращения 08.08.2020 г.).

[Online resource <https://www.oliveline.es/ru/classification-olive-oil> (accessed on 08.08.2020)]

Интернет ресурс <http://darygretsii.ru/sorta-olivkovogo-masla> (дата обращения 25.09.2020 г.).

[Online resource <http://darygretsii.ru/sorta-olivkovogo-masla> (accessed on 25.09.2020)]

Интернет ресурс https://roscontrol.com/category/produkty/rastitelnoe_maslo/olivkovoe_maslo (дата обращения 10.10.2020 г.).

[Online resource https://roscontrol.com/category/produkty/rastitelnoe_maslo/olivkovoe_maslo (accessed on 10.10.2020)]

Статья поступила в редакцию 10.10.2020

Pashtetskaya A.V., Bakova N.N., Paliy A.E., Karpova A.N. Organoleptic and physico-chemical characteristics of olive oil obtained in the conditions of the Southern Coast of the Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 83-93.

Olive oil is a vegetable oil obtained from the fruits of the European olive (*Olea europaea* L.). In terms of fatty acid composition, it is a mixture of triglycerides of fatty acids with a very high content of oleic acid esters. It has a color from brownish-yellow to greenish-yellow and has a slight bitterness aftertaste. The beneficial properties of olive oil determined by the content of oleic acid, which ensures low oxidizability of the product and helps to reduce blood cholesterol levels. The quality of the oil and its compliance with GOST requirements are important. The purpose of this report is to study the organoleptic and physicochemical characteristics of olive oil from different manufacturers, including that obtained by the Nikitsky Botanical Gardens - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, their compliance with the approved norms of Russian and European standards and requirements, regulations, as well as determining the class produced oil. The work uses generally accepted methods of organoleptic, physicochemical, and other research. The analysis of existing systems of olive oil classification is given. The chemical indicators of the composition of olive oils from NBS and leading manufacturers on the Russian market are presented. The issues of the organoleptic assessment of the oil and its physical and chemical indicators are highlighted, the composition of fatty acids of olive oil obtained in the conditions of the Southern Coast of the Crimea is analyzed and its comparative analysis with olive oil from other manufacturers, as well as the norms of compliance with standards, codes and technical regulations. It has been proven that the NBS's oil, due to the natural and climatic conditions of olive growth, is of high quality and meets the required Extra Virgin oil standards.

Key words: olive oil; Extra Virgin; quality examination; safety; organoleptic analysis; physicochemical parameters; peroxide number; acid number

ФИТОЦЕНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.9:630*232:630*524

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-94-113

ВЫСШИЕ ЕДИНИЦЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ РОССИИ В СВЯЗИ С ОБЩЕЙ
КОНЦЕПЦИЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОЙ
ЕВРАЗИИНиколай Борисович Ермаков^{1,2}¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита.

E-mail: brunnera@mail.ru

²Майкопский государственный технологический университет
385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.

Выполнен обзор классификации сосновых лесов (в которых доминируют двухигольчатые сосны подрода *Diploxylon*) России с использованием подхода Браун-Бланке. Всё разнообразие сосновых лесов включено в 9 высших категорий – классов растительности, из которых 3 класса представляют «собственно сосновые» леса (*Erico-Pinetea* Horvat 1959, *Koelerio glaucae-Pinetea sylvestris* Ermakov class nova hoc loco, *Junipero-Pinetea* Rivas-Mart. 1965). В остальных шести классах (*Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, *Carpino-Fagetea* Jakucs et Passarge 1968, *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, *Brachypodio-Beuletea* Ermakov et al. 1991, *Rhytidio-Laricetea* Korotkov et Ermakov 1999, *Quercetea mongolicae* Song ex Krestov et al. 2006) сосновые леса представлены в виде отдельных высших категорий различного ранга (союзы, порядки) наряду с другими типами зональной и незональной лесной растительности. Представлены характеристики основных высших единиц (классов, порядков и союзов), а также их диагностические признаки и обсуждены современные проблемы классификации отдельных категорий. В результате проведенной синтаксономической ревизии отвергнуто название класса *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974, поскольку союз *Cytiso-Pinion sylvestris* Krausch 1962 (единственный союз порядка *Pulsatillo-Pinetalia* Oberd. in Oberd. et al. 1967) в оригинальной статье был предложен как провизорный (3b). Предложено сосновые ксерофильные псаммофильные сосновые леса Европы и Западной Сибири рассматривать в составе нового класса *Koelerio glaucae-Pinetea sylvestris* class nova hoc loco. Номенклатурным типом класса (holotypus) выбран порядок *Koelerio glaucae-Pinetalia sylvestris* Ermakov 1999. Диагностические виды класса: *Festuca beckeri*, *Gypsophylla altissima*, *G. paniculata*, *Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*, *Oxytropis campanulata*, *Potentilla humifusa*, *Veronica spicata*, *Silene baschkirorum*, *S. chlorantha*, *Stipa pennata* subsp. *sabuletorum*, *Helichrysum arenarium*, *Centaurea arenaria*, *C. marschalliana*, *Achillea gebleri*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenica*, *C. borystenica*, *Hieracium pilosella*, *Dianthus arenarius*.

Ключевые слова: сосновые леса; фитоценообразия; классификация; продромус; метод Браун-Бланке; *Koelerio-Pinetea*; Россия

Введение

Сосновые леса (образованные видами двухигольчатых сосен подрода *Diploxylon*) представляют один из самых распространенных и экологически своеобразных типов лесов в Северной Евразии, встречающиеся в широком спектре природных зон от лесотундры до степной зоны и Средиземноморья. На географическом пространстве от Европейской части России до Дальнего Востока основными лесообразующими видами выступают *Pinus sylvestris* L., (*P. kochiana* (Klotzsch ex K. Koch, *Pinus sylvestris* var. *hamata*), *Pinus nigra* Arnold, (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana* (D. Don) Holmboe), *P. densiflora* Siebold et Zuccarini, *P. brutia* Ten (*P. brutia* ssp. *pithyusa* (Steven) Nahal). Часто эти сосны образуют физиономически похожие сообщества благодаря склонности к монодоминированию и формированию осветленных древостоев (вечнозеленые светлохвойные леса). По отношению к ведущим экологическим факторам сосновые

леса отличаются очень широкой экологической амплитудой по тепло- и влагообеспеченности. При этом на протяжении обширного евразийского ареала сосновые леса избегают длительно-мерзлотных почв с близким залеганием мерзлоты и ультраконтинентальных условий климата. В то же время они отличаются высокой толерантностью к засушливому климату, что способствует формированию их наивысшего разнообразия в подтаежно-лесостепных зонах континента и в Средиземноморье.

Общим экологическим признаком сосновых лесов выступает их олиготрофность. Практически по всему ареалу они формируют сообщества в азональных местообитаниях на бедных субстратах: в горах – маломощные щебнистые, каменистые почвы, выходы кислых и известковых коренных пород; на равнинах – песчаные и супесчаные субстраты различного происхождения, а также олиготрофные субстраты торфяного ряда. Благодаря своей олиготрофности практически повсеместно сосны «уходят» от активной конкуренции с другими древесными видами в зональных местообитаниях (за исключением юга Средней Сибири, где сосна обыкновенная при отсутствии сильных конкурентов доминирует на зональных суглинистых серых лесных почвах в подтаежной подзоне).

В отношении динамики лесных сообществ сосновые леса, как правило, формируют коренные климаксовые сообщества. Однако имеют место и длительно-производные сообщества на месте коренных темнохвойных лесов (наиболее часто – по причине периодически повторяющихся пожаров), которые обычны для таежной зоны Восточной Европы.

На территорию России приходится обширная часть ареала лесных сообществ с доминированием двухигольчатых сосен. Здесь они формируются в очень разнообразных зональных (поясно-зональных) условиях, на базе видовых составов растений различных флористических хорионов. Это обуславливает очень высокий уровень флоро-фитоценотического разнообразия сосновых лесов, существенные различия между основными эколого-географическими типами и, в конечном счете, приводит к сложности их классификации.

Цель настоящего исследования – выполнить обзор классификации сосновых лесов России в виде критически сформированного конспекта синтаксонов на основе анализа существующих концепций высших категорий, принятых в настоящее время на территории Европы, Передней Азии и Северной Евразии.

Объекты и методы исследования

В основу проведенного обобщения положены результаты сравнительного синтаксономического анализа классификационных систем сосновых лесов, разработанных с использованием метода Браун-Бланке (Westhoff, van der Maarel, 1973) для разных регионов Северной Евразии как автором настоящего исследования (Ермаков и др., 1991; Ермаков, 1999; Ermakov *et al.*, 2002; Ermakov, Morozova, 2011; Ермаков и др., 2019) на основе географически широкого ряда описаний (всего около 3000 документов), так и имеющихся в обобщающих опубликованных работах из Европы (Libbert, 1933; Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz J. 1973; Oberdorfer, 1957; Mucina *et al.*, 1993; 2016), Передней Азии (Bergmeier *et al.*, 2019; Coban, Willner, 2019), Южной Сибири (Лашинский и др., 2017; 2018) и Восточной Азии (Krestov *et al.*, 2006). Номенклатурные коррективы синтаксонов выполнены в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры (Weber *et al.*, 2000). Для синтаксонов, опубликованных до 2002 года при синтаксономической коррекции использовался Кодекс фитосоциологической номенклатуры (Barkman *et al.*, 1976). В связи с ограниченным объемом статьи в Продромусе приводятся только основные

синтаксономические категории (класс, порядок, союз, ассоциации), синонимика приведена только в отдельных случаях, которые требуют синтаксономической коррекции, а характеристика синтаксонов (списки диагностических видов) представлена только для высших категорий (класс-союз). Таксономия высших сосудистых растений принята в соответствии с С. К. Черепановым (1995), бриофитов – Ignatov et al. (2006).

Результаты и обсуждение

В результате сравнительного анализа собственных данных и литературных источников все разнообразие сосновых лесов Северной Евразии включается в состав 9 классов растительности системы Браун-Бланке. При этом признано наличие трех классов «собственно» сосновых лесов: *Erico-Pinetea* Horvat 1959, *Koelerio glaucae-Pinetea sylvestris* Ermakov class nova hoc loco, *Junipero-Pinetea* Rivas-Mart. 1965. В остальных шести классах (*Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Blet al. 1939, *Carpino-Fagetea* Jakucs et Passarge 1968, *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, *Brachypodio-Betuletea* Ermakov et al. 1991, *Rhytidio-Laricetea* Korotkov et Ermakov 1999, *Quercetea mongolicae* Song ex Krestov et al. 2006), сосновые леса представлены в виде отдельных высших категорий различного ранга (союзы, порядки) наряду с другими типами зональной и незональной лесной растительности.

Наиболее обширные пространства на континенте занимают бореальные сосновые леса. Эти интразональные сообщества, формирующиеся в олиготрофных местообитаниях таежной зоны, относятся в евразийский класс *Vaccinio-Piceetea*. Широкий ареал также занимают евросибирские сосновые и смешанные сосново-мелколиственные леса гемибореального типа (класс *Brachypodio-Betuletea*), занимающие зональные местообитания на юге лесной зоны (подтаежной подзоны) и лесостепи Южной Сибири, Южного Урала, и отмечаемые как реликтовые сообщества в горах Европы. Азональные ксерофитные псаммофитные сосновые леса, встречающиеся в составе островных боров степной зоны евросибирской области, включаются в класс *Pyrolo-Pinetea*. Ксерофильные сосновые и сосново-лиственничные леса гор юга Сибири и Забайкалья отнесены в класс *Rhytidio-Laricetea*. Высокое разнообразие горных средиземноморских и субсредиземноморских лесов отражено их положением в составе классов *Erico-Pinetea* и *Junipero-Pinetea*. Европейские смешанные широколиственно-сосновые гемибореальные леса включаются в класс *Carpino-Fagetea*, а дальневосточные сосновые и широколиственно-сосновые субнеморальные леса в состав класса *Quercetea mongolicae*.

Класс *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Blet al. 1939.

Класс представляет таежные хвойные леса Северной Евразии, в которых доминируют виды родов *Picea*, *Abies*, *Pinus*, а также флористически и сукцессионно близкие к ним сообщества мелколиственных (главным образом видов рода *Betula*) лесов. Сосновые (*Pinus sylvestris*) таежные леса представляют интразональный тип бореальной растительности, связанный с олиготрофными хорошо дренированными, а также заболоченными местообитаниями и включаются в системы двух порядков *Pinetalia sylvestris* Oberdorfer 1957 и *Vaccinio uliginosi-Pinetalia sylvestris* Passarge 1968.

Порядок *Pinetalia sylvestris* Oberdorfer 1957.

В настоящее время порядок включает олиготрофные интразональные бореальные леса Северной Евразии, произрастающие как на песчаных отложениях различного генезиса, так и на горных субстратах с маломощными почвами. Поэтому диагностический блок видов образован олиготрофными растениями, среди которых ведущая диагностическая роль отводится собственно сосне обыкновенной и ее

доминирующей роли в сообществах. Несмотря на то, что порядок был описан Обердорфером еще 1957 (Oberdorfer, 1957) году, его новая концепция, включая новые признаки и географически обоснованную систему подчиненных единиц ранга союзов, принятая в настоящее время, была обоснована позднее в статьях Ermakov et al. (2002), Ermakov, Morozova (2011). До этого олиготрофные бореальные сосновые леса Европы чаще всего рассматривали в ранге одного союза *Dicrano–Pinion* (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1967 в рамках порядка *Piceetalia excelsae* Pawlowski et al. 1928 или же вместе с сообществами эрикоидных кустарничков в порядке *Cladonio–Vaccinietalia* Kielland-Lund 1967. Современная концепция порядка основана на системе шести союзов, отражающих подзональные и секторные географические различия олиготрофных бореальных лесов: *Cladonio stellaris–Pinion sylvestris* Kielland-Lund ex Ermakov et Morozova 2011 европейско-сибирские олиготрофные сосновые леса таежной зоны, *Dicrano–Pinion sylvestris* (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962 – интразональные олиготрофные бореальные леса умеренной зоны Европы, *Brachypodio pinnatae–Pinion sylvestris* Shirokich et al. 2018 prov. – олиготрофные сосновые леса низкогорий южного Урала, *Hieracio umbellati–Pinion sylvestris* Anenkhonov, Chytry 1998 – олиготрофные сосновые леса лесостепной зоны южной Сибири, *Saxifrago bronchialis–Pinion sylvestris* Ermakov, Cherosov, Gogoleva 2002 – олиготрофные сосновые леса центральной Якутии, *Daphno glomeratae–Pinion sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 олиготрофные реликтовые бореальные сосновые леса Северного Кавказа.

Диагностические виды порядка: *Pinus sylvestris*, *Antennaria dioica*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *C. epigeios*, *Carex ericetorum*, *Chimaphila umbellata*, *Diphasiastrum complanatum*, *Hieracium umbellatum*, *H. pilosella*, *Pulsatilla patens*, *Pyrola chlorantha*, *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscular*, *C. furcata*, *Cetraria islandica*, *Hypopitys monotropa*, *Polytrichum juniperinum*.

Союз *Cladonio stellaris–Pinion sylvestris* Kielland-Lund ex Ermakov et Morozova 2011.

Союз представляет олиготрофные бореальные сосновые леса северной, средней и южной подзон таежной зоны Северной Европы и Сибири. Они произрастают в холодных или умеренно холодных климатических условиях, как правило, на влажных хорошо дренированных песчаных субстратах или щебнистых горных почвах, которые в течение вегетационного периода протаивают полностью или на значительную глубину (более 1.5. м).

Диагностические виды союза: *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Cladonia stellaris*, *C. cornuta*, *C. uncialis*, *C. deformis*, *C. coccifera*, *C. arbuscula* subsp. *mitis*, *C. crispata*, *C. pyxidata*, *Peltigera aphthosa*, *Stereocaulon paschale*, *Nephroma arcticum*, *Dicranum fuscescens*, *D. bergeri*, *D. drummondii*, *Polytrichum commune*.

Акк. *Cladonio arbusculae–Pinetum sylvestris* (Kielland-Lund 1967) Ermakov et Morozova 2011.

Акк. *Flavocetrario nivalis–Pinetum sylvestris* Morozova et al. 2008.

Акк. *Pinetum sibiricae–sylvestris* Makhatkov et Ermakov 2010.

Акк. *Linnaeo borealis–Pinetum sylvestris* (Kielland-Lund 1967) Ermakov et Morozova 2011.

Акк. *Calamagrostio lapponicae–Pinetum sylvestris* Br.-Bl. et Sissingh in Br.-Bl. et al. 1939.

Союз *Dicrano–Pinion sylvestris* (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962.

Интразональные сосновые псаммофильные леса умеренной зоны Европы (от Центральной Европы до западных предгорий Южного Урала). В отличие от предыдущего союза они характеризуются более южным распространением, и

располагаются в пределах гемибореальной подзоны, зоны широколиственных лесов и лесостепи.

Диагностические виды союза: *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Juniperus communis*, *Calluna vulgaris*, *Frangula alnus*, *Festuca ovina* agg., *Convallaria majalis*, *Veronica officinalis*, *Hieracium pilosella*, *Peucedanum oreoselinum*, *Scorzonera humilis*, *Thymus serpyllum* agg., *Anthoxanthum odoratum*, *Leucobryum glaucum*, *Pseudoscleropodium purum*, *Luzula multiflora*, *Melampyrum pratense*.

Acc. *Leucobryo–Pinetum sylvestris* W.Mat. (1962) W.Mat. et J.Mat. 1973.

Acc. *Cladonio rangiferinae–Pinetum sylvestris* Juraszek 1928.

Acc. *Empetro nigri–Pinetum sylvestris* (Libb. et Siss. 1939) Wojt. 1964

Acc. *Molinio caeruleae–Pinetum sylvestris* (Schmid. 1936) em Mat. 1973.

Acc. *Dicrano–Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdorfer 1957.

Acc. *Querco roboris–Pinetum sylvestris* (W.Mat. 1981) J.Mat. 1988).

Acc. *Platanthero bifoliae–Pinetum sylvestris* Bulokhov et Solomeshch 2003.

Acc. *Serratulo–Pinetum sylvestris* (W.Mat. 1981) J.Mat. 1988.

Acc. *Centaureo sumensis–Pinetum sylvestris* Martynenko et al. prov.

Acc. *Pulsatillo patens–Pinetum sylvestris* Solomeshch et al. 1992.

Acc. *Antennario dioicae–Pinetum sylvestris* Solomeshch et al. 1992.

Союз ***Hieracio umbellati–Pinion sylvestris*** Anenkhonov et Chytry 1998.

Союз представляет олиготрофные (главным образом псаммофильные) сосновые леса Южной Сибири. Изначально он был описан в работе Anenkhonov, Chytry (1998) как синтаксон, характеризующий гемибореальные леса класса *Rhytidio–Laricetea* (syn. *Irido–Laricetea*) в юго-восточном Прибайкалье. Однако впоследствии в работе Ermakov et al. (2002) данный союз был перемещен в состав класса *Vaccinio–Piceetea*, порядок *Pinetalia sylvestris* в соответствии с четко выраженными свойствами лесов бореального типа класса *Vaccinio–Piceetea*. В опубликованных позднее работах (Полякова, Ермаков, 2008; Лащинский и др., 2017; 2018) ареал данного союза был расширен на всю территорию южной Сибири.

Диагностические виды союза: *Carex pediformis*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Geranium pseudosibiricum*, *Hieracium umbellatum*, *Iris ruthenica*, *Kitagawia baicalensis*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Oxytropis campanulata*, *Rubus saxatilis*, *Thalictrum foetidum*, *Viola dactyloides*, *Vicia amoena*, *V. unijuga*

Acc. *Vicio nervatae–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Calamagrostio epigaei–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Spiraeo mediae–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Unal in Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Cypripedio guttati–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Spiraeo mediae–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Oxytropido campanulatae–Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Acc. *Ptilio crista-casternsis–Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Acc. *Veronico spicatae–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Acc. *Hieracio umbellati–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Acc. *Phragmito australis–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Acc. *Irido ruthenicae–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Acc. *Lycopodio annotini–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Союз *Saxifraga bronchialis*–*Pinion sylvestris* Ermakov, Cherosov et Gogoleva 2002.

Псаммофитные сосновые леса песчаных отложений подзоны средней тайги западной и центральной Якутии. Они формируются в условиях сухого, холодного, ультра-континентального климата на легких субстратах. В этих местообитаниях длительно-сезонная мерзлота оттаивает на глубину более 1 м в течение вегетационного сезона, а наличие короткого засушливого периода позволяет развиваться в одном сообществе бореальным и лугово-степным видам.

Диагностические виды союза: *Saxifraga bronchialis*, *Lychnis sibirica*, *Poa transbaicalica*, *Artemisia commutata*.

Акк. *Saxifraga bronchialis*–*Pinetum sylvestris* Ermakov, Cherosov et Gogoleva 2002.

Акк. *Pulsatillo multifidae*–*Pinetum sylvestris* Burtseva et Poiseeva 1996.

Союз *Brachypodio pinnatae*–*Pinion sylvestris* Shirokich et al. 2018 prov.

Светлохвойные ксеромезофитные олигомезотрофные травяно-зеленомошные и кустарничково-зеленомошные леса на бедных кислых почвах низкогорий Южного Урала. Они характеризуются устойчивыми переходными признаками в флористическом составе между типичными европейскими олиготрофными сосновыми зеленомошными лесами союза *Dicrano*–*Pinion* и гемибореальным светлохвойным травяным лесам класса *Brachypodio*–*Betuletea*. Сообщества данного типа были изначально описаны как подсоюз *Brachypodio pinnatae*–*Pinenion sylvestris* Shirokich et al. 2013 союза *Dicrano*–*Pinion* (Широких и др., 2013), однако позднее намечен к описанию как отдельный союз (Широких и др., 2018).

Диагностические виды союза: *Atragene speciosa* (sibirica), *Chamaecytisus ruthenicus*, *Adenophora lilifolia*, *Brachypodium pinnatum*, *Campanula glomerata*, *Euphorbia gmelinii*, *Geranium pseudosibiricum*, *Lathyrus pisiformis*, *Lilium martagon* s.l., *Lupinaster pentaphyllus*, *Pleurospermum uralense*, *Poa sibirica*, *Seseli krylovii*, *Viola collina*.

Акк. *Pleurospermum uralense*–*Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2003.

Акк. *Viola rupestris*–*Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2003.

Акк. *Seseli krylovii*–*Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2008.

Акк. *Zigadeno sibirici*–*Pinetum sylvestris* Martynenko et Zhigunova 2004.

Союз *Daphno glomeratae*–*Pinion sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019.

Реликтовые сосновые кустарничково-зеленомошные леса Северного Кавказа, фрагментарно распространенные у верхней границы лесного пояса на абсолютных высотах 1600–2350 м.

Диагностическая комбинация видов союза: *Pinus sylvestris* var. *hamata*, *Sedum oppositifolium*, *Daphne glomerata*, *Ranunculus caucasicus*, *Lapsana intermedia*, *Alchemilla caucasica*, *Astrantia maxima*, *Veratrum lobelianum*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Goodyera repens*.

Акк. *Sedo oppositifolii*–*Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019.

Порядок *Vaccinio uliginosi*–*Pinetalia sylvestris* Passarge 1968.

Заболоченные леса со сфагновыми мхами Северной Евразии, занимающие промежуточное положение между классами *Vaccinio*–*Piceetea* и *Oxycocco*–*Sphagnetes*. Располагая данный тип сообществ в классе *Vaccinio*–*Piceetea*, мы следуем последней обобщающей сводке по растительности Европы (Mucina et al., 2016), хотя до настоящего времени существуют различные мнения в отношении синтаксономического статуса заболоченных лесов, в том числе, как отдельного класса *Vaccinio uliginosi*–*Pinetea sylvestris* Passarge 1968 или союза *Pino*–*Ledion* Tx. 1955 (*Ledo*–*Pinion* Tx. 1955), который располагается в соответствии с Korotkov, Morozova (1991) в классе *Vaccinietea uliginosi* Lohm. et Tx. 1955 (порядок *Vaccinietalia uliginosi* Tx. 1955) или в соответствии

с Е.Д. Лапшиной (2010) в классе *Oxycocco–Sphagnetes* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 (порядок *Sphagnetalia magellanici* (Pawl. 1928) Kastn. et Floss. 1933).

Диагностическая комбинация видов порядка: *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum nemoreum*, а также диагностические виды классов *Vaccinio–Piceetea* и *Oxycocco–Sphagnetes*.

Союз *Vaccinio uliginosi–Pinion sylvestris* Passarge 1968.

Заболоченные сосновые леса и редколесья по окраинам олиготрофных болот.

Диагностическая комбинация видов союза: *Pinus sylvestris* (dom.), а также диагностические виды класса.

Акк. *Pino–Ledetum* Tx. 1955.

Акк. *Rubo chamaemori–Pinetum sylvestris* Passarge et Passarge 1971.

Акк. *Oxycocco quadripetali–Pinetum sylvestris* K.-Lund 1981.

Акк. *Chamaedaphno calyculatae–Pinetum sylvestris* Kustova 1987.

Акк. *Sphagno angustifolii–Pinetum sylvestris* Lapshina 2010.

Акк. *Chamaedaphno–Ledetum* Korotkov 1986.

Акк. *Sphagno–Pinetum sylvestris* Kraks 1914 em. Smagin 1998.

Порядок *Calamagrostio purpureae–Piceetalia obovatae* Lapshina 2010.

Бореальные лесные болота богатого грунтового и смешанного питания Восточной Европы и Сибири, известные под названием «согры».

Расположение данного порядка в классе *Vaccinio–Piceetea* дискуссионно, однако, мы следуем последней сводке по растительности Европы (Mucina et al., 2016). Тем не менее, в оригинальной трактовке (Лапшина, 2010) данный порядок относится в класс *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946. Сосновые лесные болота в данном порядке отнесены в ранге ассоциаций в составе двух союзов.

Союз *Carici cespitosae–Piceion obovatae* Lapshina 2010.

Сибирские лесные болота (согры) с доминированием в напочвенном покрове *Carex cespitosa*, развивающиеся в условиях местообитаний от бедных до умеренно богатых обменными основаниями и от слабо кислой до нейтральной реакцией среды.

Диагностические виды союза: *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Larix sibirica*, *Carex cespitosa*, *Orthilia obtusata*, *Calamagrostis obtusata*, *Athyrium filix-femina*, *Mnium stellare*, *Timmia megapolitan*, *Calliergon cordifolium*, *Thuidium recognitum*, *T. philiberti*, *Hypnum pretense*, *Rhizomnium punctatum*, *Plagiochilla porelloides*, *Crossogyna autumnalis*.

Акк. *Carici juncellae–Pinetum sylvestris* Lapshina 2010.

Союз *Carici appropinquatae–Laricion sibiricae* Lapshina 2010.

Лесные болота юга лесной зоны Сибири, развивающиеся в условиях богатого грунтового питания водами с высоким содержанием обменных оснований и близкой к нейтральной до слабо щелочной реакцией среды.

Диагностические виды союза: *Larix sibirica*, *Carex appropinquata*, *Thelypteris palustris*, *Angelica tenuifolia*, *Listera ovata*, *Cypripedium macranthon*, *Platanthera bifolia*, *moneses uniflora*, *Calliergonella cuspidata*. Дополнительные дифференцирующие виды союза по отношению к остальным типам лесных болот – *Carex lasiocarpa*, *C. chodorrhiza*, *C. rostrata*.

Акк. *Carici appropinquatae–Pinetum sylvestris* Lapshina 2010.

Класс *Koelerio glaucae–Pinetea sylvestris* class nova hoc loco.

Syn. *Pyrolo–Pinetea sylvestris* Korneck 1974 (2b, International code of phytosociological nomenclature, Weber et al., 2000).

Поскольку характеристика данного класса связана с его ревизией, то описание класса представлено на английском языке.

The class includes intrazonal European-Siberian xerophilous psammophilous forests of temperate zone. Typical class communities are characterized by the absolute predominance of a peculiar group of oligotrophic xerophilous plants which are its characteristic species. They occur dominantly in the forest-steppe and steppe zones (less often in the nemoral zone) on sandy deposits in regions with high climate continentality from Central and Eastern Europe (Germany, Poland) in the west to the Altai in the east. Until now, there is no consensus on the syntaxonomic position of these forests. The first detailed description of xerophilous pine forests on sandy deposits was represented by Krausch (1962). He described the association *Diantho–Pinetum sylvestris* from Germany, which was very different from other more mesic coniferous forest associations due to the participation of numerous “continental” dry-resistant species that are widespread in the forest-steppe and steppe zones of Eurasia. Krausch (1962) quite rightly notes that this plant community probably has a higher syntaxonomic status, and is characteristic of more eastern territories. He suggested that described association of xerophilous psammophilous pine forests could be included in the provisional alliance *Cytiso–Pinion* (3b). However, he was not sure of the status of this alliance (attaching a question mark to it) and pointed out that additional data was needed to make a final syntaxonomic decision. Later, Korneck (1974) proposed the class *Pyrolo–Pinetea* Korneck 1974 including the order *Pulsatillo–Pinetalia* Oberd. in Oberd. et al. 1967 and the only provisionally described alliance *Cytiso–Pinion* Krausch 1962 (3b). However, this cannot be considered a valid description of the class because in fact Krausch (1962) did not describe the alliance *Cytiso–Pinion*, but considered only the hypothetical possibility of its existence. Berg (Berg et al., 2004) holds a similar opinion about the invalid description of the alliance *Cytiso–Pinion* (3b). Therefore, we cannot agree with the opinion of L. Mucina (Mucina et al., 2016) that the class *Pyrolo–Pinetea* Korneck 1974 was described validly. According to the analysis performed by L. Mucina (Mucina et al., 2016), all other attempts for a valid description of xerophilous pine psammophilous forests in the rank of a separate class under different names were unsuccessful (*Pyrolo–Pinetea* Oberd. in T. Muller 1966 (2b), *Pulsatillo–Pinetea sylvestris* Oberd. in Oberd. et al. 1967 (2b), *Pyrolo–Pinetea sylvestris* Kornek in Oberd. et al. 1967 (2b), *Festuco–Pinetea sylvestris* Passarge 1968 (Regionalklasse) (3b), *Festuco–Pinetea sylvestris* Passarge et G. Hofmann 1968 (Regionalklasse) (3b). The situation with the description of the higher units by different authors was complicated by the fact that they analysed data from the extreme western part of the range of xerophilous psammophilous pine forests where they form a wide set of ecologically and floristically transitional communities to the alliance *Dicrano–Pinion* (the class *Vaccinio–Piceetea*) because of high humidity and low continentality of the climate. It was reflected in Berg’s opinion (Berg et al., 2004) that dry psammophilous pine forests with the participation of xerophytes represent secondary communities in Central Europe. Therefore he classified them in the rank of the alliance *Festuco–Pinion sylvestris* Passarge et G. Hofmann 1968 into the *Vaccinio–Piceetea* class system. As a result, the current situation with understanding the nomenclature, volume, content and diagnostic features of higher syntaxa (alliances, orders, and classes) of xerophilous psammophilous pine forests remains extremely confused. We see no other way out of the existing situation except for a valid description of a new class with the choice of its nomenclature type (holotypus) from typical communities widespread in the dry continental climate of the Eurasian steppe zone (as Krausch (1962) suggested).

Holotypus of the class *Koelerio glaucae–Pinetea sylvestris* class nova hoc loco is the order *Koelerio glaucae–Pinetalia sylvestris* Ermakov 1999 (Ermakov, 1999).

Diagnostic species of the class: *Festuca beckeri*, *Gypsophylla altissima*, *G. paniculata*, *Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*, *Oxytropis campanulata*, *Potentilla humifusa*, *Veronica spicata*, *Silene baschkirorum*, *S. chlorantha*, *Stipa pennata* subsp. *sabuletorum*, *Helichrysum*

arenarium, *Centaurea arenaria*, *C. marschalliana*, *Achillea gebleri*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenica*, *C. borystenica*, *Hieracium pilosella*, *Dianthus arenarius*.

Порядок ***Koelerio glaucae–Pinetalia sylvestris*** Ermakov 1999.

Континентальные ксеро-псаммофильные сосновые леса лесостепной и степной зон Восточной Европы и Западной Сибири. Это монодоминантные сосновые сообщества со средне и слабо сомкнутым древесным ярусом и разреженным травяным ярусом, состоящим преимущественно из ксерофильных облигатных и факультативных псаммофитов. Леса порядка не образуют сплошного ареала, а встречаются в составе «островных боров», разбросанных на обширном географическом пространстве лесостепной и степной зон от Украины до предгорий Алтая. Формирование сосновых лесов в экстремальном для лесного типа растительности обусловлено способностью сосны использовать специфичный гидрологический режим песчаных субстратов, а также способностью произрастать на бедных песчаных почвах.

Союз ***Koelerio glaucae–Pinion sylvestris*** Ermakov 1999.

В настоящее время союз в единственном числе представляет порядок *Koelerio glaucae–Pinetalia sylvestris*, поэтому его диагностические виды, а также эколого-географические и фитоценотические признаки те же, что и у этого порядка.

Акк. *Carici supinae–Pinetum sylvestris* Ermakov 1999.

Акк. *Artemisio scopariae–Pinetum sylvestris* Ermakov 1999.

Акк. *Scabioso ochroleucae–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy, Korolyuk et Lashchinskaya 2017.

Акк. *Antherico–Pinetum sylvestris* Lavrenko ex Ermakov 1999.

Акк. *Potentillo arenariae–Pinetum sylvestris* Lavrenko ex Ermakov 1999.

Порядок ***Festuco–Pinetalia sylvestris*** Passarge 1968.

Ксерофитные псаммофитные сосновые леса неморальной зоны центральной и восточной Европы.

Диагностические виды: *Festuca ovina* agg., *Hieracium umbellatum*, *Carex arenaria*, *Hieracium pilosella*, *Calamagrostis epigejos*, *Poa pratensis* agg., *Quercus robur*, *Jasione montana*, *Deschampsia flexuosa*, *Artemisia campestris*, *Cerastium semidecandrum*, *Festuca brevipila*, *Pulsatilla pratensis*, *Peucedanum oreoselinum*, *Stachys recta*, *Phleum phleoides*, *Astragalus arenarius*, *Pinus sylvestris*, *Medicago falcata*, *Euphorbia cyparissias*, *Asparagus officinalis*, *Helichrysum arenarium*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*, *Festuca polesica*, *Melampyrum arvense*, *Hypochaeris maculata*, *Dianthus carthusianorum*, *Trifolium alpestre*, *Falcaria vulgaris*, *Acinos arvensis*, *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Scleranthus perennis*, *Sedum rupestre*, *Helictotrichon pretense*.

Союз ***Festuco–Pinion sylvestris*** Passarge 1968.

Данный союз имеет те же самые признаки, что и порядок *Festuco–Pinetalia sylvestris*.

Акк. *Peucedano oreoselini–Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz 1962.

Акк. *Veronico incanae–Pinetum sylvestris* Bulokhov et Solomeshch 2003.

Акк. *Thymo serpylli–Pinetum sylvestris* Bulokhov et Solomeshch 2003.

Класс ***Erico carneae–Pinetea sylvestris*** Horvat 1959.

Горные термофильные субсредиземноморские леса на известняках и доломитах. Основной ареал класса охватывает южные горные системы Европы (Пиренеи, Апеннины, Южные Альпы, Балканы), а также горные системы Передней Азии. На территории России сообщества данного класса описаны в горной части Крыма и на Кавказе.

Диагностические виды класса: *Cotoneaster integerrimus*, *Berberis vulgaris*, *Carex humilis*, *C. alba*, *Teucrium chamaedrys*, *Salvia verticillata*, *Rosa pimpinellifolia*, *Leontodon*

hispidus, *Platanthera chlorantha*, *Helianthemum nummularium*, *Bromus riparia*, *Campanula bononiensis*, *Cirsium laniflorum*, *Coronilla varia*, *Cruciata taurica*, *Poa longifolia*, *Trifolium alpestre*.

Порядок ***Pinetalia pallasianae–kochianae*** Korzhenevsky 1998.

Порядок объединяет сосновые леса, образованные двумя основными видами сосен – *Pinus palassiana* и *Pinus sylvestris* var. *hamata* (*P. kochiana*), широко распространенными на южном макросклоне Крымской горной системы. Они формируются на известковых горных породах в широком диапазоне абсолютных высот – непосредственно от уровня моря до 1100 м. В оригинальной публикации (Korzhenevsky, 1998) данный порядок включал два союза сосновых лесов – *Pinion pallasianae* Korzhenevsky 1998 и *Pinion kochianae* Korzhenevsky 1998, которые различались как по доминирующим видам сосен, так и по флористическому составу и приуроченности к разным абсолютным высотам горной системы. Однако в последней сводке по растительности Европы (Mucina *et al.*, 2016) оба союза были объединены в один без проведения специального сравнительного синтаксономического анализа. Поэтому, принимая данное решение, тем не менее, мы считаем, что окончательное решение данного вопроса требует дополнительных исследований.

Диагностические виды порядка те же, что и диагностические виды союза.

Союз ***Pinion pallasianae*** Korzhenevsky 1998.

Характеристика союза совпадает с характеристикой порядка.

Диагностические виды: *Brachypodium rupestre*, *Euphorbia amygdaloides*, *Laser trilobum*, *Physospermum cornubiense*, *Pinus sylvestris* var. *hamata*.

Акк. *Pimpinello lithophilae–Pinetum kochianae* Korzhenevsky 1998.

Акк. *Orthilio–Pinetum kochianae* Korzhenevsky 1998.

Акк. *Fago–Pinetum kochianae* Korzhenevsky 1998.

Акк. *Fago–Pinetum pallasianae* Korzhenevsky 1998.

Акк. *Salvio tomentosae–Pinetum pallasianae* Korzhenevsky 1998.

Акк. *Coronillo coronatae–Pinetum pallasianae* Didukh 2003.

Акк. *Violo sieheanae–Pinetum pallasianae* Didukh 2003.

Порядок ***Alchemillo sericaceae–Pinetalia sylvestris*** Ermakov, Abdurakhmanova et Plugatar 2020.

Флористически своеобразные, благодаря высокому уровню кавказского эндемизма и участию гемибореальных видов, сосновые леса восточной части ареала класса *Erico–Pinetea* на Кавказе.

Союз ***Bupleuro polyphylli–Pinion sylvestris*** Ermakov, Abdurakhmanova et Plugatar 2020.

Союз включает типичные широко распространенные на Восточном Кавказе сосновые травяные леса, формирующиеся в средней и верхней частях лесного пояса в диапазоне абсолютных высот 1400–2500 м, преимущественно на карбонатных субстратах.

Диагностическая комбинация видов: *Astrantia major*, *Valeriana alliariifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Pyrethrum coccineum*, *Psephellus daghestanicus*, *Galium rubioides*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Primula macrocalyx*, *Anthriscus sylvestris*, *Amoria ambigua*, *Bupleurum polyphyllum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*, *Climacium dendroides*, *Abietinella abietina*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*.

Акк. *Carici albae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019.

Акк. *Ranunculo caucasicae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova et Plugatar 2020.

Acc. *Viburno lanatae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019.

Союз *Onobrichido cornutae–Pinion sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova et Plugatar 2020.

Союз включает уникальные не только для Кавказа, но и для всего субсредиземноморья криофильные леса, диагностическими видами которого выступают доминирующие подушковидные древесные растения (*Onobrychis cornuta*, *Salvia canescens*) и большая группа константных видов среди которых преобладают кавказские криофильные и ксерофильные эндемики. Они распространены исключительно во Внутригорном Дагестане по крутым склонам гор, в местообитаниях с выходами известняковых подстилающих пород, с сухими слабо развитыми почвами.

Диагностические виды союза: *Onobrychis cornuta*, *Salvia canescens*, *Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpina*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Potentilla recta*, *Teucrium polium*, *Euphorbia virgate*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Astragalus alexandri*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum dagestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*.

Acc. *Onobrichido cornutae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova et Plugatar 2020.

Класс *Junipero–Pinetea sylvestris* Rivas-Mart. 1965.

Класс включает горные сухие средиземноморские и субсредиземноморские открытые сосновые леса можжевеловые редколесья.

Порядок *Berberido creticae–Juniperetalia excelsae* Mucina in Mucina et al. 2016.

Сухие сосновые леса и можжевеловые редколесья центрального и восточного Субсредиземноморья.

Союз *Jasmino–Juniperion excelsae* Didukh, Vakarenko et Shelyag-Sosonko ex Didukh 1996.

Крымские субсредиземноморские сухие можжевеловые и сосново-можжевеловые редколесья.

Диагностические виды: *Achnatherum bromoides*, *Elytrigia nodosa*, *Juniperus excelsa*, *Jurinea sordida*, *Jasminum fruticans*, *Pistacia mutica*.

Acc. *Pinetum pityusa–tauricum* Didukh, Vakarenko et Shelyag-Sosonko 1986.

Acc. *Phleo–Juniperetum excelsae* Didukh, Vakarenko et Shelyag-Sosonko 1986.

Acc. *Linosyri–Juniperetum excelsae* Didukh, Vakarenko et Shelyag-Sosonko 1986.

Класс *Carpino–Fagetea* Jakucs et Passarge 1968.

Влажные широколиственные и смешанные хвойно-широколиственные леса Западной Палеарктики.

Диагностические виды (адаптированы под леса Восточной Европы): *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Corylus avellana*, *Viburnum opulus*, *Euonymus verrucosa*, *Lonicera xylosteum*, *Aegopodium podagraria*, *Anemonoides ranunculoides*, *Adoxa moschatellina*, *Athyrium filix-femina*, *Brachypodium sylvaticum*, *Campanula trachelium*, *Epipactis helleborine*, *Geranium robertianum*, *Lathyrus vernus*, *Lilium martagon*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Primula veris*, *Stellaria holostea*, *Viola mirabilis*.

Порядок *Carpinetalia betuli* P. Fukarek 1968.

Порядок объединяет европейские мезофитные дубово-грабовые и дубовые леса на богатых хорошо развитых почвах. До появления обобщающей работы по классификации растительности Европы (Mucina *et al.*, 2016), в которой серьезные изменения претерпела система классификации неморальной растительности, широколиственно-сосновые леса европейской части России относились в порядок *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski 1928. В настоящее время в соответствии с указанной выше работой Mucina *et al.* (2016) эти леса размещены в порядке *Carpinetalia betuli*. Однако, поскольку это мнение еще окончательно не устоялось в среде фитоценологов, в настоящей статье не приводятся диагностические виды данного порядка, которые бы обеспечили адекватный его диагноз на территории России.

Союз ***Quercus roboris–Tilion cordatae*** Solomeshch *et* Laivinsh *ex* Bulokhov *et* Solomeshch *in* Bulokhov *et* Semenishchenkov 2015.

Объединяет мезофитные хвойно-широколиственные леса Русской равнины и Прибалтики.

Диагностические виды: *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*, *Asarum europaeum*, *Convallaria majalis*, *Actaea spicata*, *Picea abies*.

Acc. *Corylo avellanae–Pinetum sylvestris* Bulokhov *et* Solomeshch 2003

Союз ***Aconito lycoctoni–Tilion cordatae*** Solomeshch *et* Grigoriev *in* Willner *et al.* 2016.

Мезофильные широколиственные и хвойно-широколиственные леса Урала.

Диагностические виды: *Tilia cordata*, *Bupleurum longifolium*, *Campanula latifolia*, *Cicerbita uralensis*, *Festuca altissima*, *Lamium album*, *Stellaria bungeana*, *Viola collina*, *Aconitum lycoctonum*, *Cacalia hastata*, *Cirsium heterophyllum*, *Crepis sibirica*, *Lathyrus gmelinii*, *Pleurospermum uralense*.

Acc. *Tilio cordatae–Pinetum sylvestris* Martynenko 2009 *prov.*

Acc. *Euonymo verrucosae–Pinetum sylvestris* Martynenko *et al.* 2007.

Acc. *Galio odorati–Pinetum sylvestris* Martynenko *et* Zhigunov *in* Martynenko *et al.* 2005.

Acc. *Carici arnellii–Pinetum sylvestris* Solomeshch *et* Martynenko *in* Martynenko 2009 *prov.*

Класс ***Quercetea pubescentis*** Doing-Kraft *ex* Scamoni *et* Passarge 1959.

Термофильные дубовые, смешанные широколиственные и разреженные сосновые леса центральной, южной Европы и Средиземноморья.

Диагностические виды (адаптированы под Крымско-Кавказский регион): *Carpinus orientalis*, *Cotinus coggygia*, *Galium album*, *Carex cuspidata*, *C. halleriana*, *Ruscus ponticus*, *Dicamnus gymnostylis*, *Aegonychon purpureo-caeruleum*, *Quercus pubescens*, *Teucrium chamaedrys*, *Hypericum perforatum*, *Inula aspera*, *Juniperus oxycedrus*, *Epipactis helleborine*, *Dactylis glomerata*, *Galium mollugo*, *Poa sterilis*, *Dianthus capitatus*, *Festuca valesiaca*, *Fragaria viridis*.

Порядок ***Quercetalia pubescenti–petraeae*** Klika 1933.

Термофильные дубовые и разреженные сосновые леса южной части неморальной зоны центральной, южной Европы и Средиземноморья.

Диагностические виды порядка те же, что и для класса.

Союз ***Campanulo sibiricae–Pinion brutiae*** Litvinskaya *et* Posternak *ex* Mucina *in* Mucina *et al.* 2016.

Диагностические виды: *Campanula logistyla*, *Hedera colchica*, *Quercus iberica*, *Seseli rupicola*, *Veronica caucasica*, *Epymedium colchicum*, *Rhus coriaria*.

Западно-Кавказские термофильные субсредиземноморские *Pinus brutia* леса на кальцефильных горных породах.

Акк. *Campanulo longistylae–Pinetum pithyusae* Litvinskaya et Posternak 2002.

Акк. *Epimedio colchici–Pinetum pithyusae* Litvinskaya et Posternak ex Mucina in Micina et al. 2016.

Акк. *Seslerio albae–Pinetum pithyusae* Litvinskaya et Posternak 2002.

Класс *Brachypodio pinnate–Betuletea pendulae* Ermakov, Koroljuk et Latchinsky 1991.

Континентальные амфиатлантические мелколиственно-светлохвойные смешанные и мелколиственные мезофильные травяные леса Южной Сибири. Для данного класса характерно преобладание лесов с доминированием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), которая, как правило, формирует в зональных местообитаниях подтаежной подзоны и зоны лесостепи смешанные с березой (*Betula pendula*) коренные сообщества. В горах и высоких плоскогорьях Южной Сибири и Южного Урала они формируют нижнюю часть лесного пояса, а также представляют типичный элемент горной лесостепи.

Диагностические виды: *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Agrimonia pilosa*, *Angelica sylvestris*, *Brachypodium pinnatum*, *Bupleurum longifolium*, *Calamagrostis arundinacea*, *Hieracium umbellatum*, *Fragaria vesca*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Pleurospermum uralense*, *Pulmonaria mollis*, *Rubus saxatilis*, *Serratula coronata*, *Thalictrum minus*, *Vicia sepium*.

Порядок *Chamaecytiso ruthenici–Pinetalia sylvestris* Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Гемибореальные светлохвойные (преимущественно сосновые) и мелколиственно-светлохвойные травяные леса Южного Урала.

Диагностические виды: *Chamaecytisus ruthenicus*, *Adenophora lilifolia*, *Carex digitata*, *C. rhizina*, *Digitalis grandiflora*, *Galium tinctorium*, *Geranium pseudosibiricum*, *Inula hirta*, *Primula macrocalyx*, *Silene nutans*, *Stachys officinalis*, *Trifolium medium*, *Trollius europaeus*, *Veronica chamaedrys*, *V. spuria*, *Viola canina*, *V. collina*.

Союз *Caragano fruticis–Pinion sylvestris* Solomeshch et al. 2002.

Остепненные сосновые и сосново-лиственничные леса Южного Урала с подлеском из степных кустарников и участием лугово-степных, степных и петрофитных видов.

Диагностические виды: *Pinus sylvestris* (dom.), *Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa*, *Aizopsis hybrida*, *Artemisia sericea*, *Aster alpinus*, *Campanula rotundifolia*, *Centaurea ruthenica*, *C. sibirica*, *Gypsophila altissima*, *Poa transbaicalica*, *Scutellaria supina*, *Thalictrum foetidum*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Viola rupestris*.

Акк. *Ceraso fruticis–Pinetum sylvestris* Solomeshch et al. 2002.

Акк. *Carici caryophylleae–Pinetum sylvestris* Martynenko in Ermakov et al. 2000.

Союз *Veronico teucrii–Pinion sylvestris* Ermakov in Ermakov et al., 2000.

Ксеро-мезофитные и мезо-ксерофитные сосновые и березово-сосновые травяные леса горных склонов Южного Урала и лесостепного Зауралья.

Диагностические виды союза: *Pinus sylvestris* (dom.), *Betula pendula* (dom.), *Cotoneaster melanocarpus*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Elytrigia repens*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *G. tinctorium*, *Inula hirta*, *Origanum vulgare*, *Phleum phleoides*, *Phlomis tuberosa*, *Poa angustifolia*, *Pulsatilla patens*, *Ranunculus polyanthemus*, *Seseli libanotis*, *Veronica spicata*, *V. teucrium*, *Vicia cracca*.

Акк. *Pyrethro corymbosi–Pinetum sylvestris* Solomeshch in Ermakov et al. 2000.

Союз *Trollio europaea–Pinion sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000.

Мезофитные и гигро-мезофитные березово-сосновые смешанные травяные леса нижних частей склонов гор Южного Урала на относительно богатых и хорошо увлажненных почвах.

Диагностические виды: *Pinus sylvestris* (dom.), *Betula pendula* (dom.), *Atragene speciosa*, *Aconitum lycoctonum*, *Aegopodium podagraria*, *Bistorta major*, *Cerastium pauciflorum*, *Cirsium heterophyllum*, *Lathyrus gmelinii*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Milium effusum*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *Succisa pratensis*, *Trientalis europaea*, *Trollius europaeus*, *Rhodobrium roseum*.

Акк. *Bupleuro longifoliae*–*Pinetum sylvestris* Fedorov ex Martynenko et al. 2003.

Акк. *Geo rivali*–*Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2003.

Порядок *Carici macrourae*–*Pinetalia sylvestris* Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991.

Союз *Vicio unijugae*–*Pinion sylvestris* Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991.

Травяные сосново-березовые гемибореальные леса, сформированные в умеренно-влажных, умеренно-сухих и периодически сухих экотопах с преимущественно богатыми почвами. Это типичные зональные сообщества юга лесной зоны и лесостепи.

Диагностические виды: *Lupinaster pentaphyllus*, *Lathyrus pisiformis*, *Inula salicina*, *Saussurea controversa*, *Vicia unijuga*, *Geranium pseudosibiricum*, *Aquilegia sibirica*, *Ptarmica impatiens*.

Акк. *Anemonoido caeruleae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 1991.

Акк. *Filipendulo vulgaris*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Astragalo glycyphylli*–*Pinetum sylvestris* Korolyuk 1991 (ib.).

Акк. *Cnidio dubii*–*Pinetum sylvestris* Lashchinsky 1991 (ib.).

Акк. *Festuco ovinae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Crepido premorsae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Thesio repentis*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Geranio vlassowiani*–*Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Акк. *Roso spinosissimae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Veronico chamaedrythis*–*Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Акк. *Cimicifugo foetidae*–*Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Союз *Lathyro gmelinii*–*Pinion sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 1991.

Смешанные сосново-березовые высокотравные гемибореальные леса влажных и избыточно влажных проточных местообитаний с богатыми почвами.

Акк. *Dentario sibiricae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 1991.

Акк. *Matteuccio*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Spiraeo salicifoliae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 1991 (ib.).

Акк. *Geranio albiflori*–*Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Акк. *Atrageno sibiricae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Dryopterido expansae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Brunnero sibiricae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Melilotoido platicarpi*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Duschekio fruticosae*–*Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.).

Акк. *Equiseto sylvaticae*–*Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Порядок *Calamagrostio epigei*–*Betuletalia pendulae* Korolyuk ex Ermakov et al. 2000.

В данном порядке основное фитоценотическое разнообразие принадлежит зональным мелколиственным лесам южной части лесной зоны и лесостепи Западно-Сибирской низменности, формирующимся на суглинистых серых лесных почвах.

Сосновые гемибореальные леса характерны только для незональных местообитаний – песчаных террас бассейнов крупных рек.

Диагностические виды: *Artemisia macrantha*, *Calamagrostis epigeios*, *Galatella biflora*, *Geranium bifolium*, *Heracleum sibiricum*, *Kadenia dubia*, *Poa angustifolia* (incl. *Poa pratensis*).

Союз ***Peucedano morisoni–Betulion pendulae*** Ermakov 1996.

Наряду с преобладающими березовыми (*Betula pendula*) лесами, в состав союза входят также псаммофильные ксеромезофильные травяные березово-сосновые леса, встречающиеся в лесостепной и степной зонах Западно-Сибирской низменности на обширных флювио-гляциальных песчаных отложениях.

Диагностические виды: *Filipendula vulgaris*, *F. stepposa*, *Peucedanum morisonii*, *Galium verum*, *Fragaria viridis*, *Seseli libanotis*, *Carex praecox*, *Origanum vulgare*, *Ranunculus polyanthemos*, *Artemisia latifolia*, *Phlomidoides tuberosa*, *Polygonatum odoratum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Helictotrichon pubescens*, *Plantago urvillei*, *Anemone sylvestris*.

Акк. *Caragano arborescentis–Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Акк. *Equiseto hyemales–Pinetum sylvestris* Ermakov, Makunina et Maltseva ex Ermakov et al. 2000.

Акк. *Fragario vescae–Pinetum sylvestris* Lashchinskiy et al. 2018.

Класс ***Rhytidio rugosi–Laricetea sibiricae*** Korotkov et Ermakov 1999.

Мезоксерофильные и крио-мезоксерофильные светлохвойные гемибореальные леса широко распространены в составе горной лесостепи Южной, Восточной Сибири и Северной Монголии в широком диапазоне абсолютных высот (600-2400 м). В составе класса абсолютно преобладают лиственничные леса из *Larix sibirica*, *L. cajanderi*, *L. gmelinii*, однако в районах с ослабленной континентальностью климата встречаются и сосновые (*Pinus sylvestris*) леса данного класса. Здесь они связаны исключительно с хорошо прогреваемыми петрофитными и псаммофитными местообитаниями.

Диагностическая комбинация видов: *Larix sibirica* (dom.), *Abietinella abietina*, *Aconitum barbatum*, *Aster alpinus*, *Bupleurum multinerve*, *Carex pediformis*, *C. kirilowii*, *Galium verum*, *Poa sibirica*, *Potentilla matsukana*, *P. nivea*, *Pulsatilla patens*, *Rhytidium rugosum*, *Scorzonera radiata*, *Thalictrum foetidum*.

Порядок ***Festuco ovinae–Laricetalia sibiricae*** Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000.

Порядок включает крио-ксеромезофильные гемибореальные лиственничные (реже сосновые) леса, распространенные на горных хребтах ультраконтинентальных районов Южной, Восточной Сибири и Северной Монголии в составе пояса холодной лесостепи.

Диагностические виды: *Bistorta vivipara*, *Bromopsis pumpelliana*, *Carex amgunensis*, *Chamaenerion angustifolium*, *Dianthus superbus*, *Festuca ovina*, *Geranium pseudosibiricum*, *Lonicera altaica*, *Trisetum sibiricum*.

Союз ***Festuco altaicae–Laricion sibiricae*** Korotkov et Ermakov ex Ermakov et al. 2000.

Криофильные ксеромезофильные светлохвойные леса горной лесостепи Хангая, Хэнтэя, горных систем Забайкалья. Сосновые леса в составе данного союза описаны только из лесостепи Забайкалья, где они занимают наиболее теплообеспеченные, умеренно влажные местообитания в диапазоне небольших абсолютных высот 600-1100 м.

Акк. *Cypripedio guttati–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Ünal in Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Scorzonero radiatae–Pinetum sylvestris* Anenkhonov et Unal in Anenkhonov et Chytry 1998.

Acc. *Oxytropido myriophyllae–Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al 2000.

Acc. *Bromopsido pumpellianae–Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.)

Порядок *Carici pediformis–Laricetalia sibiricae* Ermakov in Ermakov et al. 1991.

Порядок включает мезоксерофильные травяные светлохвойные леса и редколесья горной лесостепи Южной Сибири и Северной Монголии. Это наиболее сухолюбивые леса Северной Азии, формирующиеся в континентальном и ультраконтинентальном климате, в условиях различной теплообеспеченности. Сосновые леса данного порядка встречаются только в низкогорной части Алтая и Саян, где они произрастают в составе умеренно теплой лесостепи по крутым южным, юго-западным и юго-восточным склонам на абсолютных высотах 400-800 м.

Диагностические виды: *Achnatherum sibiricum*, *Artemisia gmelinii*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Dianthus versicolor*, *Kitagawia baicalensis*, *Koeleria cristata*, *Phlomoides tuberosa*, *Shizonepeta multifida*, *Veronica incana*, *Vicia nervata*.

Союз *Carici pediformis–Laricion sibiricae* Ermakov in Ermakov et al. 1991.

Мезоксерофильные светлохвойные леса и редколесья западной части ареала порядка *Carici pediformis–Laricetalia*. Сосновые леса союза встречаются в составе лесостепного пояса низкогорий и широких речных долин Алтая и Саян.

Acc. *Patrinio sibiricae–Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Acc. *Kitagawio baicalensis–Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.)

Acc. *Artemisio commutatae–Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Acc. *Euphrasio pectinatae–Pinetum sylvestris* Polyakova et Ermakov 2008.

Союз *Pulsatillo turczaninowii–Pinion sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Мезоксерофильные псаммофильные сосновые леса (иногда с участием *Larix gmelinii*) восточной части ареала *Carici pediformis–Laricetalia*. Они встречаются в умеренно теплых местообитаниях с сухими олиготрофными песчаными и супесчаными почвами на высоких террасах широких речных долин, в нижних частях южных, наиболее прогреваемых горных склонов и на обширных песчаных массивах семиаридных горных котловин Юго-Западного Забайкалья и Северо-Восточной Монголии (бассейны рек Селенга и Онон).

Диагностические виды: *Allium splendens*, *Bupleurum scorzonerifolium*, *Dendranthema zawadskii*, *Filifolium sibiricum*, *Leontopodium conglobatum*, *Orostachys malachophylla*, *Oxytropis myriophylla*, *Patrinia rupestris*, *Potentilla tanacetifolia*, *Pulsatilla turczaninowii*, *Scabiosa comosa*, *Sedum aizoon*, *Stellera chamaejasme*, *Stemmacantha uniflora*.

Acc. *Lespedezo junceae–Pinetum sylvestris* Ermakov in Ermakov et al. 2000.

Acc. *Pulsatillo turczaninowii–Pinetum sylvestris* Ermakov 2000 (ib.)

Acc. *Festuco lenensis–Pinetum sylvestris* Ermakov, Cherosov et Gogleva 2002

Класс *Quercetea mongolicae* Song ex Krestov, Song, Nakamura, Verkholat 2006.

Класс представляет неморальные леса субокеанической части Восточной Азии, где отсутствует период дефицита влаги в течение вегетационного периода.

Диагностические виды: *Acer mono*, *Actinidia arguta*, *Athyrium yokoscense*, *Carex siderosticta*, *Carpinus cordata*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Kalopanax septemlobus*, *Pyrola japonica*, *Smilacina hirta*, *Sorbus alnifolia*.

Порядок *Aceri pseudosieboldiani–Quercetalia mongolicae* Song ex Takeda et al. 1994.

Наиболее теплолюбивые в континентальной части Азии зональные широколиственные и широколиственно-хвойные леса.

Диагностические виды: *Acer pseudosieboldianum*, *Ainsliaea acerifolia*, *Athyrium yokoscense*, *Hosta longipes*, *Lindera obtusiloba*, *Meehanina urticifolia*, *Pyrola japonica*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Smilax nipponica*, *Stephanandra incisa*, *Symplocos chinensis*, *Viola rossii*, *Weigela florida*.

Союз ***Rhododendro mucronulati–Pinion densiflorae*** Kim et Yim 1986.

Сосновые леса с доминированием *Pinus densiflora*, встречающиеся в наиболее сухих местообитаниях горных склонов благодаря высокому дренажу каменистых и песчаных субстратов, отсутствию снежного покрова в зимний период. Сообщества характерны для субокеанического и океанического секторов неморальной зоны.

Диагностические виды: *Festuca ovina*, *Juniperus rigida*, *Lespedeza bicolor*, *Pinus densiflora*, *Rhododendron mucronulatum*, *R. schlippenbachii*, *Vaccinium oldhamii*.

Акк. *Festuco ovinae–Pinetum densiflorae* Song 1992.

Выводы

В результате выполненного сравнительного синтаксономического анализа собственных данных и литературных источников все разнообразие лесов с доминированием двухигольчатых сосен подрода *Diploxylon* описанных на территории России отнесено в состав 9 классов системы Браун-Бланке. Это свидетельствует о высоком разнообразии эколого-географических условий формирования сосновых лесов, а также о различных путях флорогенеза высших категорий. Тем не менее, несмотря на столь крупные эколого-флористические различия, все сосновые леса демонстрируют высокую степень общности эколого-физиономических признаков. Прежде всего – это их олиготрофность (приуроченность к песчаным массивам различного генезиса на равнинах и к каменистым местообитаниям в горах). Только сосновые (и сосново-березовые) леса класса *Brachypodio–Betuletea* выступают коренным зональным типом растительности на сутлинистых серых лесных почвах подтаежной подзоны и зоны лесостепи на юге Сибири. Все сообщества сосновых лесов характеризуются светлой архитектурой крон, позволяющей формировать основу напочвенного покрова из светолюбивых видов. В настоящее время нельзя утверждать, что система классификации высших единиц (в которые входят сосновые леса) окончательно сформирована. Дискуссионными остаются вопросы вхождения заболоченных сосновых лесов порядков *Vaccinio uliginosi–Pinetalia sylvestris* и *Calamagrostio purpureae–Piceetalia obovatae* в состав класса *Vaccinio–Piceetea*, союза *Campanulo sibiricae–Pinion brutiae* в состав класса *Quercetea pubescentis* и союза *Rhododendro mucronulati–Pinion densiflorae* в состав класса *Quercetea mongolicae*. По результатам синтаксономического анализа и соответствия правилам номенклатуры нами было отвергнуто название класса *Pyrolo–Pinetea sylvestris* Korneck 1974 и для данного типа сосновых ксерофильных псаммофильных лесов предложен новый класс *Koelerio glaucae–Pinetea sylvestris* class nova hoc loco, номенклатурным типом (holotypus) которого выбран порядок *Koelerio glaucae–Pinetalia sylvestris* Ermakov 1999.

Благодарности

Исследование поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (гранты 18-04-00633, 19-54-40005 Абх_а).

Литература / References

Ермаков Н.Б. Синтаксономические и ботанико-географические особенности ксерофильных псаммофильных сосновых лесов Западно-Сибирской равнины // Флора и растительность Алтая. 1999. Т.4. № 1. С. 52-61.

[Ermakov N.B. Syntaxonomic and plant-geographical peculiarities of xerophilous, psammophilous pine forests of West-Siberian plain. Flora and vegetation of the Altai. 1999. 4 (1):52-61.]

Ермаков Н.Б., Абдурахманова З. И., Потапенко И. Л. К проблеме синтаксономии сосновых лесов (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) с участием бореальных флористических элементов в Дагестане (Северный Кавказ) // Turczaninowia. 2019. № 22 (4). С. 154-171. DOI: 10.14258/turczaninowia.22.4.16.

[Ermakov N.B., Abdurakhmanova Z.I., Potapenko I.L. To the problem of syntaxonomy of pine forests (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) with the participation of boreal floristic elements in Dagestan (North Caucasus). Turczaninowia. 2019. 22 (4):154-171]

Ермаков Н.Б., Королюк А.Ю., Лащинский Н.Н. Флористическая классификация мезофильных травяных лесов Южной Сибири. Новосибирск. 1991. 96 с.

[Ermakov N.B., Korolyuk A.Yu., Lashchinsky N.N. Floristic classification of mesophilous grass forests of Southern Siberia. Novosibirsk. 1991. 96 p.]

Лапшина Е.Д. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Новосибирск. 2010. 186 с.

[Lapshina E.D. Swamp vegetation of south-east of West Siberia. Novosibirsk. 2010. 186 p.]

Лащинский Н.Н., Королюк А.Ю., Лащинская Н.В. Классы Pyrolo-Pinetea и Vaccinio-Piceetea в растительном покрове Бурлинского ленточного бора // Растительный мир Азиатской России. 2017. № 26 (2). С. 63-84.

[Lashchinsky N.N., Korolyuk A.Yu., Lashchinskaya N.V. Pyrolo-Pinetea and Vaccinio-Piceetea classes in the Burla ribbon pine forests vegetation cover. Plant life of Asian Russia. 2017. 26 (2):63-84]

Лащинский Н.Н., Королюк А.Ю., Тищенко М.П., Лащинская Н.В. Синтаксономия и пространственная структура растительности Бурлинского ленточного бора // Растительный мир Азиатской России. 2018. № 29 (1). С. 57-81. DOI:10.21782/RMAR1995-2449-2018-1(57-81)

[Lashchinsky N.N., Korolyuk A.Yu., Tischenko M.P., Lashchinskaya N.V. Syntaxonomy and spatial structure of the Burla ribbon pine forests. Plant life of Asian Russia. 2018. 29 (1):57-81]

Полякова М.А., Ермаков Н.Б. Классификация сосновых лесов боровых лент Минусинской межгорной котловины (Южная Сибирь) // Растительность России. 2008. № 13. С. 82-105. DOI: <https://doi.org/10.31111/vegus/2008.13.82>

[Polyakova M.A., Ermakov N.B. Classification of pine forests on sandy deposits in the Minusinskaya intermountain basin (Southern Siberia). Vegetation of Russia. 2008. 13: 82-105]

Широких П.С., Кунафин А.М., Бикбаев И.Г., Салихов Д.М., Мартыненко В.Б. Коррекция союза Dicrano-Pinion на основе синтаксономии и ординационного анализа // Известия Самарского центра Российской академии наук. 2013. № 15 (3-1). С. 395-400.

[Shirokikh P.S., Kunafin A.M., Bikbayev I.G., Salikhov D.M., Martynenko V.B. Correction of the alliance Dicrano-Pinion on the basis of syntaxonomy and ordination analysis. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 15 (3-1): 395-400]

Широких П.С., Мартыненко В.Б., Башиева Э.З., Бикбаев И.Г. Динамика растительности на вырубках Южно-Уральского региона: основные итоги исследований Уфимской геоботанической школы // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2018. № XII (3). С. 17-30. DOI: 10.24411/2072-8816-2018-10023

[Shirokikh P.S., Martynenko V.B., Baisheva E.Z., Bikbayev I.G. Vegetation dynamic after clearings in the Southern Urals: the main results of studies of Ufa geobotanical school. Phytodiversity of Eastern Europe. 2018. XII (3):17-30]

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. Санкт-Петербург. 1995. 990 с.

[Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and neighboring countries. Saint-Petersburg. 1995. 990 p.]

Anenkhonov O.A., Chytry M. Syntaxonomy of vegetation of the Svyatoj Nos Peninsula, Lake Baikal 2. Forests and krummholz in comparison with other regions of northern Buryatia // Folia Geobotanica. 1998. Vol. 33 (1). P. 31-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02914929>

Barkman J.J., Moravec J., Rauschert S. Code of phytosociological nomenclature // Vegetatio. 1976. Vol. 32. P. 131-185. <https://doi.org/10.1007/BF02095917>

Berg C., Dengler J., Abdank A., Isermann M. (eds.) Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband. 2004. Weissdorn. Jena. 606 p.

Bergmeier E., Walentowski H., Güngöroğlu C. Turkish Forest Habitat Types – An Annotated Conspectus Based on the EU Habitats Directive with Suggestions for an Upgrade. In: Practicability of EU Natura 2000 Concept in the Forested Areas of Turkey. Ankara: Forester's Association Publisher. 2019. P. 134-292.

Coban S., Willner W. Numerical classification of the forest vegetation in the Western Euxine Region of Turkey // Phytocoenologia. 2019. Vol. 49 (1). P. 71-106. DOI: [10.1127/phyto/2018/0274](https://doi.org/10.1127/phyto/2018/0274)

Ermakov, N., Cherosov, M., Gogoleva, P. Classification of ultracontinental boreal forests in Central Yakutia // Folia Geobotanica. 2002. Vol. 37 (4). P. 419-440. <https://doi.org/10.1007/BF02803256>

Ermakov N., Morozova O. Syntaxonomical survey of boreal oligotrophic pine forests in northern Europe and Western Siberia // Applied Vegetation Science. 2011. Vol. 14 (4). P. 524-536. DOI: [10.1111/j.1654-109X.2011.01155.x](https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.01155.x)

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Y., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Y., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. K., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Y., Pisarenko O. Y., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Y., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1-130. DOI: [10.15298/arctoa.15.01](https://doi.org/10.15298/arctoa.15.01)

Korneck D. Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten // Schriftenreihe für Vegetationskunde. 1974. Vol. 7. P. 1-196.

Korotkov K., Morozova O., Belanovskaja E. The USSR Vegetation Syntaxa Prodromus. Moscow: Published by Dr. G. E. Vilchek, 1991. 346 p.

Korzhenevsky V.V. *Pinus pallasiana* forests in the Crimea // Укр. фітосоціол. зб. Сер. А. Київ. 1998. № 1 (9). С. 78- 97.

Krausch H-D. Der Sandnelken-Kiefernwald an seiner Westgrenze in Brandenburg // Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie). 1962. Vol. 9. P. 141-144.

Krestov P.V., Song J.-S., Nakamura Yu., Verkholat V.P. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia // Phytocoenologia. 2006. Vol. 36 (1). P. 77-150. DOI: [10.1127/0340-269X/2006/0036-0077](https://doi.org/10.1127/0340-269X/2006/0036-0077)

Libbert W. Die Vegetationseinheiten der Neumarkischen Staubeckenlandschaft // Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 1933. Vol. 74. P. 229-348.

Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz J. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk lesnych Polski. Cz. 2. Bory sosnowe // Phytocoenosis. Biuletyn Fitosocjologiczny. 1973. Vol. 2. P. 273-356.

Mucina L., Grabherr G., Wallnofer S. (eds). The plant communities of Austria. № 3. Forest and shrub communities. Jena: Gustav Fischer, 1993. 376 p.

Mucina L., Bultmann H., Dierssen K., Theurillat J.P., Raus T., Carni A., Sumberova K., Willner W., Dengler J., Garcia R., Chytrý M., Hajek M., Di Pietro R., Yakushenko D., Pallas J., Daniels F., Bergmeier E., Guerra A., Ermakov N., Valachovic M., Schaminee J., Lysenko T., Didukh Y., Pignatti S., Rodwell J., Capelo J., Weber H., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19 (1). P. 3-264. Doi: 10.1111/avsc.12257.

Oberdorfer E. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1957. 564 p.

Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition // Journal of Vegetation Science. 2000. Vol. 11 (5). P. 739-768. DOI: 10.2307/3236580

Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker R.H. (ed.) Handbook of vegetation science. Part 5. Classification and ordination of communities. Junk, The Hague. 1973. P. 617-726.

Статья поступила в редакцию 09.11.2020

Ermakov N.B. The higher units of pine forests of Russia in connection with the general concept of vegetation classification of Northern Eurasia // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 94-113

A review of the classification of pine forests (dominated by two-needle pines of the subgenus *Diploxylon*) of Russia using the Braun-Blanquet approach was carried out. All diversity of pine forests was included in 9 higher units – vegetation classes, of which 3 classes represent typical communities dominated by pine species (*Erico-Pinetea* Horvat 1959, *Koelerio glaucae-Pinetea sylvestris* Ermakov class nova hoc loco, *Junipero-Pinetea* Rivas-Mart. 1965). In the remaining six classes (*Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, *Carpino-Fagetea* Jakucs et Passarge 1968, *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, *Brachypodio-Betuletea* Ermakov et al. 1991, *Rhytidio-Laricetea* Korotkov et Ermakov 1999 and *Quercetea mongolicae* Song ex Krestov et al. 2006), pine forests are represented as special higher categories (alliances, orders) along with other types of zonal and non-zonal forest vegetation. The characteristics of the main higher units (classes, orders and alliances) are presented, as well as their diagnostic features and problems of classification of some categories are discussed. As a result of the syntaxonomic revision, the name of the class *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974 was rejected, since the alliance *Cytiso-Pinion sylvestris* Krausch 1962 (the only alliance of order *Pulsatillo-Pinetalia* Oberd. in Oberd. et al. 1967) was proposed in the original article as provisional (3b). It is proposed to include xerophilous psammophilous pine forests of Europe and Western Siberia into a new class *Koelerio glaucae-Pinetea sylvestris* class nova hoc loco. The nomenclature type of the class (holotypus) is the order *Koelerio glaucae-Pinetalia sylvestris* Ermakov 1999. Diagnostic species of the class are *Festuca beckeri*, *Gypsophylla altissima*, *G. paniculata*, *Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*, *Oxytropis campanulata*, *Potentilla humifusa*, *Veronica spicata*, *Silene baschkirorum*, *S. chlorantha*, *Stipa pennata* subsp. *sabuletorum*, *Helichrysum arenarium*, *Centaurea arenaria*, *C. marschalliana*, *Achillea gebleri*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenica*, *C. borystenica*, *Hieracium pilosella*, *Dianthus arenarius*.

Key words: pine forests; phytodiversity; classification; prodromus; Braun-Blanquet approach; *Koelerio-Pinetea*; Russia

УДК 582.542.11:502.753(477.75)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-114-122

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ *SILENE JAISENSIS* N.I. RUBZOV И *HERACLEUM LIGUSTICIFOLIUM* M. BIEB. НА НИКИТСКОЙ ЯЙЛЕ**Александр Ростиславович Никифоров**Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52

E-mail: nikiforov.a.r.01@mail.ru

Популяции облигатных петрофитов Горного Крыма *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. (Apiaceae) и *Silene jaiensis* N.I. Rubtzov (Caryophyllaceae) отличается малочисленностью, обусловленная внутренним механизмом их саморегуляции: в условиях небольших по площади локальных каменистых местообитаний растения прегенеративного возраста, регулярно элиминируются. Этот механизм действует независимо от внешних угроз, неблагоприятный эффект которых сглаживали структурные особенности популяций: преобладание долгоживущих растений генеративного возраста у *S. jaiensis*, обилие жизнеспособных семян у *H. ligusticifolium*. Тем не менее, в последние годы для популяций на Никитской яйле наблюдается слабое у *Silene jaiensis* и полное отсутствие семенного возобновления у *Heracleum ligusticifolium*. Данное обстоятельство привело к внутривидовым деструктивным процессам. Вероятность деградации и вымирания популяций актуализировало разработку методов размножения и содержания растений этих видов *in vitro*. К настоящему времени в культуре имеется запас растений этих видов, которые можно использовать для реинтродукции *in situ*.

Ключевые слова: популяция; онтогенез; возрастные группы; Горный Крым

Введение

Исследования популяционно-онтогенетических явлений базируются на представлениях о популяции как системе, которая включает в качестве элементов особи разного возраста, объединенные в возрастные группы. Выявленный состав этих групп раскрывает возрастной спектр популяции, который обуславливает ее структуру и потенциал. Анализ возрастного спектра популяций выступает как необходимое условие объективной оценки их состояния, условий возобновления и прогноза развития (Работнов, 1950; Уранов, Смирнова, 1969; Жукова, 1987). Мониторинг динамических процессов в популяциях особенно актуален в отношении редких видов, которые чрезвычайно чувствительны даже к незначительным внешним воздействиям или изменениям условий среды обитания (Клименко, Злобин, 2014).

Интерес представляют данные о структуре популяций реликтовых эндемиков флоры Горного Крыма, в частности, малолетнего травянистого монокарпика *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. (Apiaceae) и поликарпического полукустарничка *Silene jaiensis* N.I. Rubtzov (Caryophyllaceae) (Никифоров, 2011; 2018). Количественные и пространственные параметры популяций этих облигатных петрофитов имеют естественные ограничения, что связано с малой емкостью трещинных полустенных склонов северо-восточной экспозиции (для *H. ligusticifolium*, *S. jaiensis*) или же небольшими размерами коллювиальных шейфов (для *H. ligusticifolium*) – местообитаний с единственно возможными условиями для развития и расселения растений. Примерная общая численность *H. ligusticifolium* до последнего времени не превышала 10 тысяч особей, а у *S. jaiensis* достигала не более 500 экземпляров (Ена, 2001; Никифоров, 2012). Оба вида размножаются семенами.

Популяции *H. ligusticifolium* в основном локализованы на крупных осыпях верхнего пояса Горного Крыма на высоте 1200-1350 м н. у. м.: Джунун-Кош (Ялтинская яйла); у подножия скалы Шаган-Кая (Гурзуфская яйла); у подножия Эклизи-Бурун (Чатыр-Дар); в урочище Яман-Дере (ущелье на северо-восточном склоне

Бабуган-яйлы). Кроме этого, популяции *H. ligusticifolium* обнаружены на прибровочных скалах Никитской яйлы, в каньоне реки Черная (юго-западный Крым, 700-800 м н. у. м.) и в каменном хаосе урочища Малый Маяк (Кучук-Ламбат) (300 м н. у. м.). Лишь четыре популяции представляют в Горном Крыму *S. jailensis*: три на бровках Никитской и Гурзуфской яйл (на высоте 1200-1350 м н. у. м.), а также на вершине отторженца Парагильмен (800-835 м н. у. м.) (Ена, Ена, 2001).

Для нормальных полночленных популяций *H. ligusticifolium* характерен левосторонний возрастной спектр: особи виргинильного возраста и особенно ювенильные растения существенно преобладают, что свидетельствует о высокой жизнеспособности семян. Тем не менее, из-за внутрипопуляционной конкуренции большая часть виргинильных растений не доходит до генеративных фаз развития. Кроме этого, численность генеративных особей в популяциях *H. ligusticifolium* существенно снижают копытные животные, которые скучивают соцветия в период цветения (в июле). Нормальные неполночленные популяции *S. jailensis* (отсутствуют сенильные особи), напротив, отличается радикально правосторонние спектры (Ена, Ена, 2001; Никифоров, 2012), что связано с элиминацией ювенильных особей в условиях чрезвычайно узкого диапазона летних погодных факторов, пригодных для их развития: регулярных осадков в июле и августе (Никифоров, 2012, 2013).

Именно приуроченность растений этих петрофитов к небольшим по площади каменистым экотопам привела к выработке своеобразных адаптационных механизмов саморегуляции численности популяций, где значительная часть семенного потомства подвержена регулярной элиминации (Никифоров, 2012).

Объекты и методы исследования

Соседство популяций указанных видов на Никитской яйле определило выбор этого местообитания для проведения многолетних наблюдений. Популяции здесь в основном состоят из мозаичных скоплений растений вдоль отвесных скалистых бровок – изолированных друг от друга локусов (рис. 1). Кроме этого, единично растения видов произрастают на крутосклонных поверхностях (рис. 2).

Полевые наблюдения проводили маршрутным методом. Численность особей устанавливали путем подсчета растений в локусах. Состав популяции *Heracleum ligusticifolium* на Никитской яйле регистрировали с 2010 по 2015 гг., а *Silene jailensis* – с 2003 по 2015 гг. В дальнейшем проводили мониторинговые наблюдения. Фиксацию особей в составе популяций указанных видов возобновили в 2020 г. По качественным признакам идентифицировали их возрастные состояния и выявляли численность возрастных групп. На основе этих данных анализировали состояние популяций и тенденции их развития. Периоды онтогенеза и возрастную структуру популяций определяли по стандартной методике (Работнов, 1950; Уранов, Смирнова, 1969; Ценопопуляции..., 1976; Жукова, 1987).

Признаки возрастных состояний *Silene jailensis* выявили ранее (Никифоров, 2011). Виргинильные особи этого вида представляют собой систему главного и боковых моноподиально нарастающих побегов, состоящих из нижней одревесневшей части и терминальной розетки линейных листьев. Молодые генеративные особи (g_1) определяли по появлению генеративных побегов (рис. 1). Средневозрастную генеративную особь (g_2) *S. jailensis* характеризует полусферическая форма плотного куста со стелящимися и приподнимающимися верхушками скелетными побегами по его периферии и ортотропными розеточными побегами в центре.

Старые генеративные растения (g_3) распознавали по существенному снижению количества генеративных побегов, в результате чего куст теряет плотность и становится разреженным и рыхлым.



Рис. 1 Часть популяции *Silene jailensis* N.I. Rubtsov в форме микролокуса

В центре отмершее материнское растение, которое окружают одновозрастные особи – потомство одной генерации семян

Fig. 1 Part of the population of *Silene jailensis* N.I. Rubtsov in the form of a microlocus

In the center is the dead mother plant, which is surrounded by the same-aged individuals-the offspring of one generation of seeds



Рис. 2 Молодая генеративная особь *Silene jailensis* N.I. Rubtsov

Fig. 2 Young generative individual of *Silene jailensis* N.I. Rubtsov

Монокарпик *Heracleum ligusticifolium* отличается длительным вегетативным развитием: до 5 и даже более лет. Прегенеративные особи разного возраста различаются размерами. Всегда можно распознать миниатюрные растения первого года жизни (*j*) с мелкими листовыми пластинками от многолетних вегетативных растений со сравнительно более крупными листьями и каудексом (*im*). Наиболее взрослые вегетативные особи с максимально большими листовыми пластинками и мощным каудексом, потенциально способные к переходу в генеративное состояние, объединяли в группу растений виргинильного возраста (*v*). Генеративная особь *Heracleum ligusticifolium* (*g*) представляет собой биоморфу моноцентрического типа с главным побегом, каудексом и корнем. Осевой побег последовательно проходит следующие фазы развития: почка – розеточный побег – генеративная почка – цветоносный полурозеточный побег – система из главного и боковых цветоносных побегов (Никифоров, 2018).

Объект исследования: популяции *Heracleum ligusticifolium* и *Silene jailensis* на южной бровке Никитской яйлы.

Цель исследования – выявление динамических процессов в возрастных группах в составе популяций. В задачи исследования входили: фиксация численности особей в популяциях; анализ признаков их возрастных состояний; анализ динамики численности популяций; оценка состояния и тенденций развития популяций. Номенклатура видов приведена согласно международной базе данных The Plant List (2013).

Результаты и обсуждение

Исследуемые популяции *Silene jailensis* и *Heracleum ligusticifolium* произрастают на частично затененных скалах северо-восточных бровок южного макросклона Главной гряды Горного Крыма. Они локализованы там, где тень снижает интенсивность дневной солнечной радиации. Соответственно, летом воздух здесь по сравнению со склонами других экспозиций прохладнее. Этот эдафический фактор обеспечивает конденсацию влаги из воздуха, ее накопление в мелкозем трещин без ее полного высыхания в течение дня. Такая особенность обеспечивает относительную автономность растений этих видов от влияния климатически обусловленного минимума осадков в период их цветения и плодоношения (в июле и августе).

Популяция *Silene jailensis* фрагментирована на 7 доступных для наблюдений локусов вдоль бровки склона; *Heracleum ligusticifolium* – на 3 локуса. Популяция *H. ligusticifolium* на Никитской яйле соседствует с бесструктурными группировками петрофитов (петрофитом): *Allium saxatile* M. Bieb., *Bromopsis cappadocica* Boiss., *Campanula bononiensis* L., *Dryocallis geoides* (M. Bieb.) Sojk., *Elymus reflexiaristatus* (Nevski) Melderis, *Festuca callieri* (Hack.) Markgr., *Galium mollugo* L., *G. verum* L., *Klasea radiata* (Waldst. & Kit.) Á. Löve & D. Löve, *Inula ensifolia* L., *Onosma polyphyllum* Ledeb., *Pimpinella tragium* Vill., *Pulsatilla taurica* Juz., *Saxifraga irrigua* M.B., *Sedum acre* L., *S. hispanicum* L., *Seseli lehmannii* Degen. Популяции *S. jailensis* сопутствуют петрофиты *Allium saxatile*, *Cerastium biebersteinii* DC., *Draba cuspidata* M. Bieb., *Elymus reflexiaristatus*, *Festuca callieri*, *Genista albida* Willd., *Helianthemum stevenii* Rupr. ex Juz. & Pozd., *Saxifraga irrigua*, *Sedum acre*, *Thalictrum minus*, *Teucrium montanum* L., *Thymus roegneri* (K. Koch) C. Koch.

В начальный период наблюдений, который начался сразу после находки в 2003 г., популяции *S. jailensis* автором на Никитской яйле (Никифоров, 2004), ее состав был наибольшим по сравнению с численностью трех других популяций: 281 растение в популяции на Никитской яйле и 185 растений в составе остальных популяций (Ена, Ена, 2001; Никифоров, 2012). Летом 2007 г. в экстремально засушливых условиях численность популяции на Никитской яйле резко снизилась (табл. 1) (Никифоров, 2008а, б; 2009). В частности, погибли почти все прегенеративные особи, а также большая часть молодых генеративных растений (Никифоров, 2008а).

Таблица 1

Динамика численности особей в контрольной группе растений *Silene jailensis* N.I. Rubtzov в составе популяции на Никитской яйле

Table 1

Dynamics of the number of individuals in the control group of plants of *Silene jailensis* N.I. Rubtzov in the population on Nikitskaya Yayla

Возрастное состояние / Age-specific state	Количество растений, шт. / Amount of plants, pcs.		
	2005 г.	2015 г.	2020 г.
Виргинильные / <i>virginile</i> (v)	18	14	9
Молодые генеративные <i>early generative</i> (g ₁)	40	10	7
Среднегенеративные <i>mature generative</i> (g ₂)	91	101	60
Позднегенеративные <i>old generative</i> (g ₃)	46	25	29
Всего / Total	195	150	105

В этот и в последующие годы всходы и ювенильные растения регулярно элиминировались, а старые генеративные экземпляры постепенно отмирали по естественным причинам.

С 2009 г. отмечали проявление экземпляров виргинильного возраста (табл. 1). К 2020 г. как минимум 10 растений пополнили среднегенеративную возрастную группу, что не повлияло на ее перманентное сокращение (на 41 особь или 27,0% относительно 2015 года). Численность популяции за последние пять лет снизилась на 45 экземпляров или 30,0% относительно 2015 г., тогда как пополнение популяции уже длительный период находится на крайне низком уровне (8,0 – 9,0% от общей численности). В составе популяции по-прежнему устойчиво преобладают растения в возрастных состояниях g_2 57,0% и g_3 28,0% (соответственно 47,0 и 24,0% в 2005 г.; 67,0 и 17,0% в 2015 г.). Несмотря на снижение численности, возрастной спектр популяции существенно не меняется: он центрированный с максимумом средневозрастных генеративных особей (рис. 3).

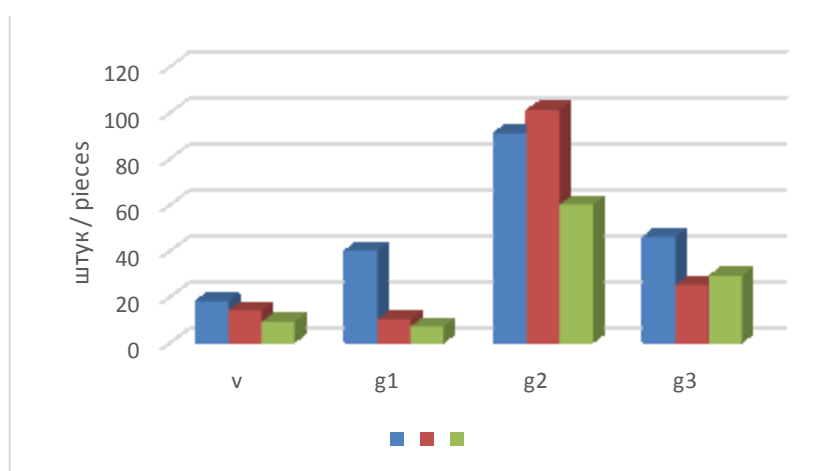


Рис. 3 Динамика возрастной структуры популяции *Silene jailensis* N.I. Rubtzov на Никитской яйле (2005-2020 гг.)

Fig. 3 Dynamics of the age structure of the population of *Silene jailensis* N. I. Rubtzov on Nikitskaya Yayla (2005-2020)

Как уже отмечалось, растения этого вида с развитой корневой системой в возрастных состояниях g_2 и g_3 индифферентны к летним засушливым условиям, так как в состоянии использовать влагу, которая конденсируется на скалистых поверхностях и увлажняет мелкозем трещин. Тем не менее, отсутствие осадков в период цветения и плодоношения прямо влияет на сокращение генеративных параметров: количества генеративных побегов, цветков, завязывающихся плодов и семян (Никифоров, 2008а). В ходе осмотра генеративных побегов осенью 2020 г. на растениях были обнаружены лишь единичные плоды-коробочки, причем многие из них оказались пустыми.

Примечательно, что уже давно (с 2007 г.) при незначительном числе завязывающихся плодов, полностью прекратилось их повреждение гусеницами совков, что считалось главным фактором, угрожающим возобновлению популяций *S. jailensis* (Ена, Ена, 2001). Действительно, гусеницы совков поселялись вблизи обильно цветущих экземпляров *S. jailensis*, повреждая до 30,0% коробочек (Никифоров, 2008б). Уменьшение количества цветonoсных побегов и цветков у генеративных особей привело к тому, что бабочки покинули местообитания *S. jailensis*, перейдя на питание листьями, цветками и семенами других видов родов семейства гвоздичных: *Dianthus* L., *Melandrium* Roehl., *Saponaria* L. (Никифоров, 2008б).

Основным способом восполнения популяций *Silene jailensis* является развитие потомства одной генерации семян материнского растения в старом генеративном возрасте в условиях регулярных летних осадков (Никифоров, 2013). В этом случае в результате барохории и прорастания семян образуется группа одновозрастных особей, которая занимает определенное пространство, наследуя его после естественного отмирания материнского растения. Такая группа растений в дальнейшем существует в форме микролокуса (рис. 1). Другим механизмом возобновления является анемохория плодов среднегенеративных растений и их случайное попадание в условия, благоприятные для развития вида: свободные от петрофитов трещины прибрежных частей полузатененных склонов (Никифоров, 2013). Этот способ дает сравнительно небольшое увеличение численности популяции (рис. 2). Выясняется, что, начиная с 2004 г. последний вариант возобновления популяции стал единственным. Это обстоятельство обусловило и актуализировало процесс старения и вымирания популяции (сохранившиеся вдоль бровки яйлы локусы предположительно сформировались в 2003 г. или даже раньше).

Диссеминация *Heracleum ligusticifolium* также происходит двумя способами: анемохория легких сухих плодов-вислоплодников (состоящих из двух мерикарпиев) и их барохория – осыпание вблизи материнских растений. Для популяций на коллювиальных чехлах реализуются оба способа диссеминации. В условиях скалистого экотопа почти все семена попадают в трещины в непосредственной близости от материнского растения (рис. 4).



Рис. 4 Скопление прегенеративных особей *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. в трещине известняка
Fig. 4 Cluster of pregenerative individuals of *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. in a limestone crack

После появления в трещинах плотных скоплений всходов здесь регулярно наблюдался процесс дифференциации семенного потомства: выживали лишь наиболее развитые растения. По этой причине в каждом выявленном локусе ежегодно выявляли три-четыре генеративных экземпляра, более десятка виргинильных растений и относительно большое число ювенильных и имматурных особей (табл. 2).

Скусывание оленями соцветий *H. ligusticifolium* отмечали и прежде, но с 2018 г. копытные повреждали сплошь все генеративные особи. Семенное возобновление популяции фактически прекратилось. Уже в 2019 г. популяция была представлена исключительно виргинильными растениями – популяция с левосторонним возрастным спектром стала временно неполночленной (рис. 5). В 2020 г. незначительное возобновление популяции обеспечили растения первого года жизни, проросшие из не взошедших ранее семян (из семенного банка) (рис. 3).

Таблица 2

Динамика численности особей в контрольной группе растений *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. в составе популяции на Никитской яйле

Table 2

Dynamics of the number of individuals in the control group of plants of *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. in the composition of the population on Nikitskaya Yayla

Возрастное состояние Age-specific state	Количество растений, шт. / Amount of plants, pcs.		
	2005 г.	2015 г.	2020 г.
Ювенильные <i>juvenile (j)</i>	100	100	11
Имматурные <i>immature (im)</i>	70	60	48
Виргинильные <i>virginile (v)</i>	15	14	11
Генеративные <i>generative (g)</i>	10	8	–
Всего / Total	195	182	70

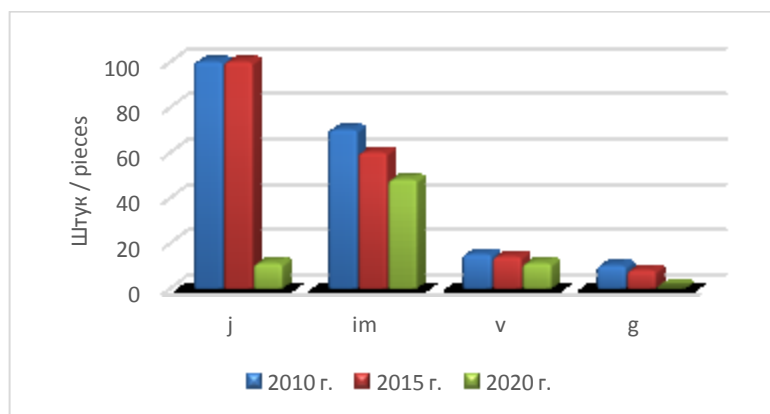


Рис. 5 Динамика возрастной структуры популяции *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. на Никитской яйле (2010-2020 гг.)

Fig. 5 Dynamics of the age structure of the population of *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. on Nikitskaya Yayla (2010-2020)

Заключение

Таким образом, в последние годы наблюдается слабое для *Silene jailensis* и полное отсутствие семенного возобновления для *Heracleum ligusticifolium* в их популяциях на Никитской яйле. Механизм саморегуляции численности популяций за счет элиминации семенного потомства в этих условиях сохраняет свое действие, что привело к появлению внутривидовых деструктивных процессов. Их следствием стало существенное сокращение (*S. jailensis*) или исчезновение (*H. ligusticifolium*) тех генеративных возрастных групп, от которых зависит не только возобновление, но и существование популяций.

Вероятность формирования семенного потомства у *S. jailensis* зависит от количества старых и зрелых генеративных растений, число которых неуклонно уменьшается, от наличия свободных от петрофитов трещин на полустепенных склонах, от регулярных летних осадков в период цветения и плодоношения (июль-август); у *H. ligusticifolium* – от эффективного плодоношения генеративных особей, которые последнее время полностью поедаются копытными животными.

Вероятность исчезновения популяций этих редких видов была очевидна (Ена, Ена, 2001). Сейчас эта угроза частично нейтрализована благодаря разработке и

практическому внедрению современных методов размножения растений *in vitro*. С 2015 г. лабораторией биотехнологии и вирусологии растений ФГБУН «НБС-ННЦ» проводятся работы по комплексному изучению условий искусственного размножения растений *Silene jaiensis* и *Heracleum ligusticifolium* в различных питательных средах семенами, органами и тканями. В настоящее время выявлены и используются наиболее эффективные методы размножения растений (Митрофанова и др., 2019). За счет этого появилась возможность восстановления исчезающих природных популяций путем реинтродукции растений, выращиваемых *in vitro*, *in situ*.

Литература / References

- Ена А.В., Ена А.В. Генезис и динамика метапопуляции *Silene jaiensis* N.I. Rubtzov (*Caryophyllaceae*) – реликтового эндемика флоры Крыма // Укр. бот. журн. 2001. Т. 58. № 1. С. 27-35.
- [Yena A.V., Yena A.V. Genesis and dynamics of the metapopulation of *Silene jaiensis* N. I. Rubtzov (*Caryophyllaceae*) - a relict endemic of the Crimean flora // Ukrainian bot. journal 2001. 58(1): 27-35.]
- Жукова Л.А. Онтогенез и циклы воспроизведения растений // Журн. общ. биол. 1987. Т. 44. № 3. С. 361-374.
- [Zhukova L.A. Ontogeny and cycles of plant reproduction // Journal of general biology, 1987. 44(3): 361-374.]
- Клименко А.А., Злобин Ю.А. Устойчивость и динамика популяций редких видов растений на охраняемых природных территориях // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 2. С. 181-191.
- [Klimenko A.A., Zlobin Yu.A. Stability and dynamics of populations of rare plant species in protected natural territories // Advances in modern biology. 2014. 134(2): 181-191.]
- Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П., Иванова Н.Н., Жданова И.В., Челомбит С.В., Кузьмина Т.Н., Никифоров А.Р., Руденко М.И. Биотехнологические приемы размножения некоторых представителей эндемичных и реликтовых видов флоры Крыма // Методические рекомендации, 2019. 48 с.
- [Mitrofanova I.V., Mitrofanova O.V., Lesnikova-Sedoshenko N.P., Ivanova N.N., Zhdanova I.V., Chelombit S.V., Kuzmina T.N., Nikiforov A.R., Rudenko M.I. Biotechnological methods of reproduction of some representatives of endemic and relict species of the Crimean flora // Methodological recommendations, 2019. 48 p.]
- Никифоров А.Р. Популяция *Silene jaiensis* N.I. Rubtzov (*Caryophyllaceae*) в составе экосистемы юго-восточного прибрежного склона Никитской яйлы // Сб. науч. Тр. Гос. Никит. бот. сада. 2004. Т. 123. С. 212-219.
- [Nikiforov A.R. Population of *Silene jaiensis* N.I. Rubtzov (*Caryophyllaceae*) in the ecosystem of the South-Eastern near-brow slope of the Nikitskaya Yayla // Coll. sci. works St. Nikita. Bot. Gard. 2004. 123: 212-219.]
- Никифоров А.Р. Особенности сезонного развития *Silene jaiensis* Rubz. (*Caryophyllaceae*) в летних засушливых условиях // Бюл. ГНБС. 2008 (а). Вып. 96. С. 17-20.
- [Nikiforov A.R. Features of seasonal development of *Silene jaiensis* Rubz. (*Caryophyllaceae*) in summer arid conditions // Bull. SNBG. 2008 (a). Issue 96. P. 17-20.]
- Никифоров А.Р. *Silene jaiensis* Rubz. (*Caryophyllaceae*) и гусеницы рода *Hadena* Schrank // Бюл. ГНБС. 2008 (б). Вып. 96. С. 20-23.
- [Nikiforov A.R. *Silene jaiensis* Rubz. (*Caryophyllaceae*) and caterpillars of the genus *Hadena* Schrank // Bull. SNBG. 2008 (b). Issue 96. P. 20-23.]
- Никифоров А.Р. Сезонное развитие и онтогенез растений реликтового эндемика Горного Крыма *Silene jaiensis* // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 2. С. 231-237.

[Nikiforov A.R. Seasonal development and ontogeny of plants of the relict endemic of the Mountain Crimea *Silene jailensis* // Bot. journal. 2011. 96(2):231-237.]

Нукифоров А.Р. Состав и динамика популяции *Silene jailensis* N.I. Rubtsov (*Caryophyllaceae*) на юго-восточном склоне Никитской яйлы // Укр. бот. журн. 2012. Т. 69. № 2. С. 2011-2012.

[Nikiforov A.R. Composition and dynamics of the population of *Silene jailensis* N.I. Rubtsov (*Caryophyllaceae*) on the South-Eastern slope of the Nikitskaya Yayla // Ukrainian bot. journal 2012. 69(2): 2011-2012.]

Нукифоров А.Р. Способы диссеминации *Silene jailensis* (*Caryophyllaceae*) – эндемика Горного Крыма // Бюл. ГНБС. 2013. Вып. 106. С. 8-11.

[Nikiforov A.R. Methods of dissemination of *Silene jailensis* (*Caryophyllaceae*) - endemic to the Mountainous Crimea // Bull. SNBG. 2013. Issue 106. P. 8-11.]

Нукифоров А.Р. Облигатные гляреофиты Горного Крыма // Бот. журн. 2018. Т. 103. № 8. С. 968-980.

[Nikiforov A.R. Obligate glareophytes of the Mountain Crimea // Bot. journal. 2018. 103(8): 968-980.]

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 7-204.

[Rabotnov T.A. Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses // Works. BIN of the USSR Academy of Sciences. Ser. 3. Geobotany. 1950. Issue. 6. P. 7-204.]

Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 74. Вып. 1. С. 119-134.

[Uranov A.A., Smirnova O.V. Classification and main features of development of populations of perennial plants // Bull. MOIP. Biol. 1969. 74. (1): 119-134.]

Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М. 1976. 216 с.

[Plant coenopopulations (basic concepts and structure). Moscow. 1976. 216 p.]

The Plant List. Version 1.1. [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/>.

[The Plant List. Version 1.1. [Electronic source]. – 2013. – Available at: <http://www.theplantlist.org/>]

Статья поступила в редакцию 28.10.2020 г.

Nikiforov A.R. State of populations of rare species *Silene jailensis* N.I. Rubtsov and *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. on Nikitskaya Yayla // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 114-122

Populations of obligate petrophytes of the Mountain Crimea *Heracleum ligusticifolium* M. Bieb. (*Apiaceae*) and *Silene jailensis* N.I. Rubtsov (*Caryophyllaceae*) are distinguished by their small number due to the internal mechanism of their self-regulation: in small-area local stony habitats, plants of pregenerative age are regularly eliminated. This mechanism operates independently of external threats, the adverse effect of which was smoothed out by the structural features of populations: the predominance of long-lived generative plants in *S. jailensis*, and the abundance of viable seeds in *H. ligusticifolium*. However, in recent years, the population of the Nikitskaya Yayla has been observed to have a weak lack of seed renewal of *Silene jailensis* and a complete lack of seed renewal of *Heracleum ligusticifolium*. This circumstance led to intra-population destructive processes. The probability of degradation and extinction of populations actualized the development of methods of reproduction and maintenance of plants of these species *in vitro*. By now, there is a stock of plants of these species that can be used for *in situ* reintroduction.

Key words: population; ontogenesis; age groups; Mountain Crimea

ДЕНДРОЛОГИЯ И ДЕКОРАТИВНОЕ САДОВОДСТВО

УДК 581.142(470.67)

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-123-134

**ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И ДИНАМИКА РОСТА СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ
В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ****Барият Магомедтагировна Магомедова**

Горный ботанический сад ДФИЦ РАН
367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45
E-mail: bary_m@mail.ru

В статье представлены результаты лабораторной и полевой всхожести семян древесных видов. Также в работе рассмотрены некоторые особенности начальных этапов онтогенеза древесных растений в условиях горного Дагестана. Установлено, что в условиях Цудахарской экспериментальной базы у всех видов сеянцев наблюдается значительное преобладание прироста побега. При сравнительном анализе ростовых признаков в динамике выяснилось, что разные почвенно-климатические условия разных высотных градиентов оказывают существенное влияние на изменчивость всех учтенных морфологических признаков. У всех видов максимальные средние значения признаков отмечены в условиях ЦЭБ, т. е. данные экологические условия более способствуют проявлению генотипических особенностей изучаемых видов по сравнению с условиями ГЭБ. Обнаружена зависимость между динамикой фенологических фаз и степенью зимостойкости: чем более сильный был годичный прирост, тем наблюдался больший процент подмерзания от общей длины сеянца.

Ключевые слова: лабораторная и полевая всхожесть; онтогенез; динамика роста; сеянцы; зимостойкость; Дагестан

Введение

Всхожесть семян является важной характеристикой жизнеспособности видов, зависящая от множества эндогенных экологических факторов. Оценка всхожести важна для целей практического размножения интродуцированных растений.

Критическим периодом в жизни интродуцентов является развитие сеянцев на начальном этапе онтогенеза (Иванова и др., 2016; Ермакова и др., 2018). Экологическая адаптивность ювенильных растений и их биометрические показатели колеблются в зависимости от условий биотопов. Изучение онтогенеза видов является одним из наиболее перспективных путей выявления потенциальных и адаптивных возможностей интродуцированных видов растений. Изучение роста и развития проростков, полученных из семян, служит надежным методом проверки их адаптивного потенциала, определяемые по росту и развитию в условиях интродукции (Алексеев и др., 2014; Демидова и др., 2020). В горных условиях Дагестана сравнительное изучение интродукционных возможностей древесных видов растений имеет большой теоретический и практический интерес, в связи с тем, что естественная дендрофлора республики характеризуется относительно небольшим количеством видов.

Целью работы является сравнительное изучение лабораторной и полевой всхожести и динамики роста сеянцев древесных видов в горных условиях Республики Дагестан.

Объекты и методы исследования

Лабораторную всхожесть определяли в лабораторных условиях по стандартной методике. Наблюдения и учет проводили с начала появления всходов до того момента, когда их количество перестанет увеличиваться в течение двух суток больше чем на 1,0-2,0%. В каждой выборке было по 50 семян. Всхожесть рассчитывалась как среднее арифметическое от общего числа посеянных семян.

Динамика роста и развития однолетних сеянцев древесных видов изучалась в условиях Горного Ботанического сада ДНЦ РАН. В качестве объектов для исследования в данной работе были взяты древесные виды из урбанофлоры города Махачкалы, с которых были собраны семена и посеяны на двух высотных уровнях 1100 м. над ур. м. и 1700 м. над ур. м., относящиеся соответственно к Цудахарской и Гунибской базам Горного Ботанического сада ДНЦ РАН. Семена были собраны с деревьев, произрастающих в парках и зеленых зонах города Махачкалы.

Гунибская экспериментальная база (ГЭБ) находится во Внутреннегорном Дагестане на высоте 1650-2000 м над уровнем моря. По рельефу и геологическому строению относится к известняковому району, образованному преимущественно меловыми и юрскими известняками. Среднее количество осадков – 619 мм., средняя годовая температура + 6,6 °С, абсолютный минимум -26,0 °С, абсолютный максимум +36,0 °С. Относительная влажность воздуха – 65,0%. В почвенном покрове преобладают субальпийские горно-луговые и черноземовидные почвы.

Цудахарская экспериментальная база (ЦЭБ) Горного ботанического сада также расположена во Внутреннегорном Дагестане на высоте 900-1100 м над уровнем моря. Среднее количество осадков – 440 мм, средняя годовая температура – 6,9 °С. Относительная влажность воздуха – 72,0%. В почвенном покрове преобладают известковые почвы.

Латинские названия сосудистых растений приведены по «Конспекту флоры Кавказа» (2003-2012). Посев семян производили по общепринятым методикам (Николаева, 1985). Ежемесячно с момента появления всходов измеряли длину годичного побега. Измерения проводились линейкой в сантиметрах, с точностью до 1 мм (высота); определяли среднее арифметическое значение $\bar{X}$, его ошибку $S_{\bar{x}}$, коэффициент вариации CV , %. Оценка зимостойкости была проведена по методике, разработанной в Главном ботаническом саду (Древесные растения ГБС АН СССР, 1975).

Для оценки зимостойкости сеянцев применена пятибалльная шкала, адаптированная нами применительно к изучаемым видам с использованием подходов, изложенных в коллективной монографии «Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР» (Древ. раст. ГБС АН СССР, 1975).

- 1 – растение не обмерзает
- 2 – обмерзает до 50,0% длины побега
- 3 – обмерзает более 50,0% длины побега
- 4 – обмерзает вся надземная часть (до корневой шейки)
- 5 – растения вымерзают целиком

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программ Excel. Оценка изменчивости (CV) признаков проведена по шкале С.А. Мамаева (1973).

Результаты и обсуждение

В ходе выполнения работы нами была изучена всхожесть у 31 вида, которые относятся к 16 семействам. Оценка всхожести важна и для целей практического размножения интродуцированных растений.

В целом, древесные виды г. Махачкалы характеризуются высокой лабораторной всхожестью семян (табл. 1).

Таблица 1

Лабораторная и полевая всхожесть семян древесных видов г. Махачкалы

Table 1

Laboratory and field germination of seeds of tree species in Makhachkala

Вид / Species	Всхожесть, % / Germination, %					
	Лабораторная / In laboratory		Полевая / in the field			
			Осень / Autumn		Весна / Spring	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	CV, %
<i>Berberidaceae</i>						
1. <i>Mahonia aquifolium</i>	65,0±3,06	8,1	52,0±2,08	6,1	35,3±2,33	11,4
<i>Bignoniaceae</i>						
2. <i>Catalpa bignonioides</i>	86,7±2,60	5,2	71,3±2,03	4,9	78,7±3,48	7,7
<i>Leguminosae</i>						
3. <i>Albizia julibrissin</i>	95,0±2,45	3,8	64,7±2,03	5,4	91,7±2,60	4,9
4. <i>Gleditsia triacanthos</i>	92,7±2,03	4,1	35,0±1,96	8,6	85±2,31	4,7
5. <i>Spartium junceum</i>	95,3±2,15	3,2	62,0±1,73	4,8	73,7±2,96	7,0
6. <i>Cercis siliquastrum</i>	82,3±1,76	2,7	37,0±2,89	13,5	77,8±1,19	3,8
7. <i>Cercis chinensis</i>	87,7±1,36	2,1	39,3±1,45	6,4	80,0±1,06	3,3
<i>Fagaceae</i>						
8. <i>Quercus robur</i>	93,0±1,41	3,7	80,7±2,72	8,2	5,8±1,01	9,8
<i>Vitaceae</i>						
9. <i>Parthenocissus quinquefolia</i>	78,7±1,74	5,4	55,3±1,12	4,9	65,8±1,08	4,0
<i>Ulmaceae</i>						
10. <i>Ulmus pumila</i>	56,6±2,03	6,2	-		35,3±1,45	7,1
11. <i>Ulmus glabra</i>	79,0±1,15	2,5	-		56,7±1,20	3,7
12. <i>Ulmus minor</i>	68,0±1,05	2,9	-		42,3±1,45	5,9
13. <i>Ulmus laevis</i>	80,0±1,73	3,8	-		67,0±1,75	3,3
14. <i>Celtis caucasica</i>	81,7±4,37	9,3	42,0±2,08	8,6	60,0±1,73	5,0
15. <i>Celtis occidentalis</i>	51,1±2,25	7,6	8,2±1,32	27,9	45,1±0,72	2,8
16. <i>Celtis glabrata</i>	47,5±1,07	3,9	19,7±2,14	18,8	38,1±1,33	6,0
<i>Aceraceae</i>						
17. <i>Acer platanoides</i>	80,6±2,39	5,13	65,2±1,01	2,7	73,3±1,08	2,5
18. <i>Acer pseudoplatanus</i>	82,6±1,99	4,2	67,2±1,13	2,9	70,7±1,49	3,6
19. <i>Acer negundo</i> L.	95,0±1,30	2,7	56,3±1,08	3,3	86,5±1,52	3,1
20. <i>Acer campestre</i>	85,2±1,19	2,4	49,1±1,07	3,8	70,6±1,39	3,4
<i>Hippocastanaceae</i>						
21. <i>Aesculus hippocastanum</i>	73,3±1,00	2,3	55,3±1,08	3,4	62,3±1,34	3,7
<i>Malvaceae</i>						
22. <i>Hibiscus syriacus</i>	94,1±0,90	1,7	86,0±1,41	2,8	73,0±1,27	3,0
<i>Oleaceae</i>						
23. <i>Fraxinus lanceolata</i>	88,2±1,16	2,3	67,2±1,00	2,6	76,4±1,21	2,8
24. <i>Fraxinus americana</i>	95,2±1,13	2,1	72,1±1,44	3,5	82,7±1,63	3,4
25. <i>Fraxinus excelsior</i>	85,1±1,36	2,8	62,3±1,63	4,5	68,6±1,53	3,9
<i>Rosaceae</i>						
26. <i>Padus serotina</i>	85,0±0,95	1,9	31,3±1,86	10,3	58,6±1,06	3,1
<i>Sapindaceae</i>						
27. <i>Koeleruteria paniculata</i>	91,1±0,81	1,5	51,9±1,50	5,0	61,3±1,79	5,1
<i>Simarubaceae</i>						
28. <i>Ailanthus altissima</i>	78,0±1,01	2,2	54,0±1,21	3,9	73,3±1,34	3,2
<i>Moraceae</i>						
29. <i>Maclura aurantiaca</i>	80,5±1,09	2,4	30,9±1,33	7,4	36,0±0,66	3,1
<i>Ebenaceae</i>						
30. <i>Diospyros lotus</i>	94,1±0,55	1,0	81,1±0,84	1,8	83,1±0,81	1,7
<i>Cornaceae</i>						
31. <i>Swida australis</i>	78,6±0,86	1,9	45,0±1,04	4,0	63,3±1,05	2,9

Примечание: У тех видов, где по значениям всхожести стоит прочерк, всхожесть отсутствовала.

Note: In those species where the germination values are dashed, germination was absent.

Для выявления распределения частот по признаку «лабораторная всхожесть» использовались результаты ранжирования вариационных рядов ($n=31$). Результаты опытов показывают, что высокие значения лабораторной всхожести семян (91,5 до 99,5%) имеют виды: *Albizzia julibrissin*, *Gleditsia triacanthos*, *Spartium junceum*, *Quercus robur*, *Acer negundo*, *Hibiscus syriacus*, *Fraxinus americana*, *Diospyros lotus*, входящие в седьмой классовой интервал (рис. 1).

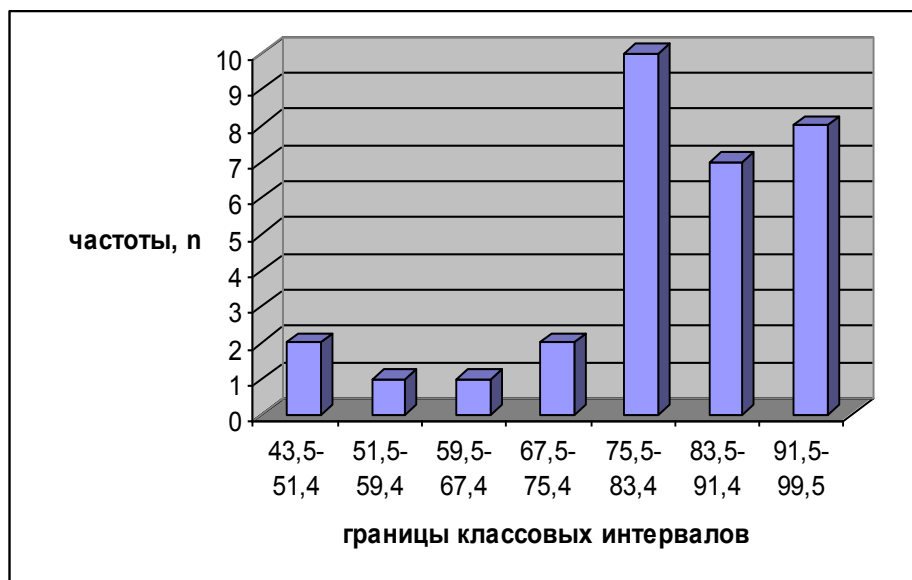


Рис. 1 Гистограмма распределения частот по признаку «лабораторная всхожесть»

Fig. 1 Histogram of frequency distribution on the "laboratory germination" attribute

Всхожесть от 83,5 до 91,4% имеют семена видов: *Catalpa bignonioides*, *Cercis chinensis*, *Acer campestre*, *Fraxinus lanceolata*, *Fraxinus excelsior*, *Padus serotina* (рис. 2), *Koelreuteria paniculata*.



Рис. 2 Сеянцы *Padus serotina*

Fig. 2 *Padus serotina* seedlings

На третьем месте по значениям всхожести семян с показателями от 75,5 до 83,4%, представлены виды: *Cercis siliquastrum*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*, *Celtis caucasica*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* (рис. 3), *Ailanthus altissima*, *Maclura aurantiaca*, *Swida australis*.



Рис. 3 Сеянцы *Acer pseudoplatanus*
Fig. 3 *Acer pseudoplatanus* seedlings

Остальные классовые интервалы представлены 1-2 видами.

Полевая всхожесть у видов осенью и весной имеет различные значения. У всех видов, за исключением *Mahonia aquifolium*, *Quercus robur* и *Hibiscus syriacus* показатели полевой всхожести у семян, посеянных весной, выше.

У семян видов *Quercus robur*, *Hibiscus syriacus*, *Diospyros lotus* этот показатель в пределах 79,7-92,7% (рис. 4), у видов *Catalpa bignonioides*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus lanceolata*, *Fraxinus americana* – 66,7-79,6%. На третьем месте со значениями всхожести от 53,7 до 66,7% самая большая группа (*Albizzia julibrissin*, *Spartium junceum*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Fraxinus excelsior*, *Ailanthus altissima*). В группу со значениями всхожести семян 40,7-53,6% попали такие виды, как *Mahonia aquifolium*, *Celtis caucasica*, *Acer campestre*, *Koelreuteria paniculata*, *Swida australis*. Относительно низкая осенняя полевая всхожесть (от 27,7 до 40,6%) характерна для *Gleditsia triacanthos*, *Cercis siliquastrum* (рис. 5), *Cercis chinensis*, *Padus serotina*, *Maclura aurantiaca*.



Рис. 4 Гистограмма распределения частот по признаку «осенняя полевая всхожесть»
 Fig. 4 Histogram of frequency distribution based on the "autumn field germination" attribute



Рис. 5 Сеянцы *Cercis siliquastrum*
 Fig. 5 *Cercis siliquastrum* seedlings

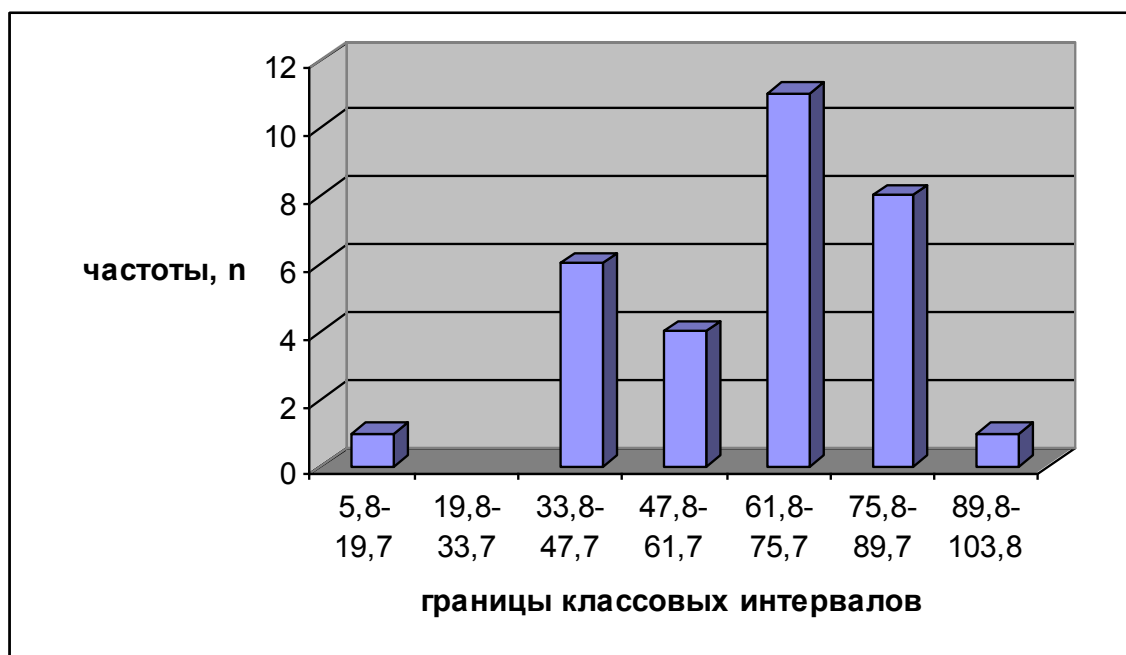


Рис. 6 Гистограмма распределения частот по признаку «весенняя полевая всхожесть»
 Fig. 6 Histogram of frequency distribution based on «spring field germination» attribute

Относительно низкая весенняя полевая всхожесть (от 33,8 - 47,7%) – у семян видов *Mahonia aquifolium*, *Ulmus pumila*, *Ulmus minor*, *Celtis occidentalis* (рис. 7), *Celtis glabrata*, *Maclura aurantiaca*.



Рис. 7 Сеянцы *Celtis occidentalis*
 Fig. 7 Seedlings of *Celtis occidentalis*

Сравнительная характеристика динамики роста в условиях Внутреннегорного Дагестана на двух высотных уровнях (Щудяхарская и Гунибская базы Горного Ботанического сада ДНЦ РАН) представлена в таблице 2. При сравнительном анализе прироста изучаемых видов по месяцам видно, что у всех видов сеянцев наблюдается значительное преобладание в ежемесячном приросте в условиях ЦЭБ. При таком подходе можно проследить основные тренды прироста сеянцев относительно тех условий произрастания, где годовой прирост замедляется в силу действия лимитирующих факторов высотного градиента.

Как видно по таблице, наибольшие относительные приросты приурочены к июлю и августу. Наблюдавшееся у некоторых видов увеличение прироста в сентябре было связано, возможно, с увеличением количества осадков в августе-сентябре и понижением температуры, что, согласно закону оптимума, может вызывать вторичное усиление прироста.

У большинства видов, несмотря на их различное происхождение, в условиях ГЭБ интенсивность ростовых процессов была высокой с июля до наступления осенних заморозков. На ЦЭБ наблюдается иная картина: интенсивный рост в июле сменяется фазой замедления роста в августе, а в сентябре скорость ростовых процессов и, соответственно величина месячного прироста увеличивается и относительно всего периода роста является максимальной.

Помимо вышеперечисленных экологических факторов на динамику прироста однолетних сеянцев древесных видов влияет также генетическая программа развития растения на начальных этапах развития, обусловленная перераспределением вещественно-энергетических ресурсов между корневой системой и побегом, то есть дальнейшему процессу формирования надземной массы должно предшествовать накопление подземной массы, что согласуется с основными законами развития растений по Д.А. Сабину (1963), а именно: расчлененность онтогенеза и многовариантность развития. Согласно первой теории у растений существуют качественные различия разных этапов онтогенеза; второй означает возможность реализации различных путей онтогенеза при воздействии экзогенных и эндогенных факторов.

Сеянцы древесных растений вынуждены проходить различные экобиоморфологические состояния – проходя сначала травянистую, после кустарниковую или древесную жизненную форму (Доспехов, 1979). Причем одревеснение побегов у древесных видов должно произойти в первый вегетационный период. Если этого не произойдет, надземная часть однолетних сеянцев после перезимовки может погибнуть частично либо до основания.

Зимостойкость, как способность растений противостоять неблагоприятно-критическим воздействиям внешней среды (морозам, оттепелям, ветрам, гололеду и пр.), в зимний период является основным биологическим свойством растений умеренного климата, определяющим ареал их произрастания (Малышева, 2018). Известно, что вовремя наступившее прекращение роста и переход в длительный и глубокий покой обеспечивает устойчивость растения в зимний период, т.е. зимостойкие растения отличаются интенсивным и коротким периодом роста, свидетельствующим о своевременной и достаточной подготовленности к вегетации (Туманов, 1979). Из изучаемых видов только у *Acer platanoides* наблюдается вступление в стадию покоя. С другой стороны, виды с широким распространением являются экологически более пластичными и устойчивыми к разным условиям произрастания (Асадулаев, Рамазанова, 2012). Поэтому можно предположить, что *Acer platanoides* с широким ареалом по сравнению с другими видами будет более устойчив за счет экологической пластичности и способности к адаптации. У данного вида отмечен наименьший процент подмерзания (1 балл) по сравнению с другими видами, что подтверждает наше предположение.

Таблица 2

Table 2

Динамика роста сеянцев древесных видов в условиях Горного Дагестана

Dynamics of growth of seedlings of tree species in Mountainous Dagestan

Месяц	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
ГДБ ЦДБ	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	CV, %	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	CV, %
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Agardh.	1,5±0,05 2,9±0,04	9,3 4,2	3,3±0,27 4,9±0,21	25,1 12,7	5,9±0,32 13,3±1,19	17,5 26,8	8,1±0,10 18,5±2,46	3,9 39,9	8,1±0,10 20,4±2,99	3,9 44,0
<i>Acer platanoides</i> L.	3,3±0,11 2,8±0,06	10,3 6,6	3,8±0,08 5,9±0,65	6,4 34,5	4,4±0,23 15,5±2,46	17,1 50,2	4,5±0,29 18,0±2,79	20,7 49,0	4,5±0,29 19,1±3,28	20,7 54,4
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	3,5±0,28 5,2±0,14	25,5 8,7	5,7±0,50 10,0±0,82	27,4 26,0	9,4±1,09 26,5±1,86	36,9 22,2	10,3±1,02 40,7±1,50	31,1 11,6	12,3±1,18 52,4±2,57	30,2 15,5
<i>Acer negundo</i> L.	3,4±0,10 6,4±0,27	9,2 13,6	10,6±0,39 16,4±0,73	11,7 14,0	18,0±1,36 56,9±3,66	23,9 20,4	19,6±1,04 73,8±2,41	16,7 10,3	22,5±1,60 99,2±5,91	22,5 18,8
<i>Celtis occidentalis</i> L.	2,6±0,11 5,6±0,16	13,2 9,0	3,4±0,13 8,3±0,48	12,2 18,3	8,8±0,27 30,2±0,77	9,7 8,04	12,4±0,62 53,2±0,73	15,7 4,4	23,7±1,18 74,8±1,58	15,7 6,7
<i>Celtis glabrata</i> Steven ex Planch.	1,12±0,05 1,9±0,04	13,2 6,9	1,9±0,07 4,3±0,32	10,7 23,5	5,4±0,23 8,2±0,76	13,4 29,4	6,0±0,24 14,2±0,77	12,8 17,3	7,1±0,34 19,1±1,19	15,1 19,7
<i>Spartium junceum</i> L.	1,0±0,03 1,1±0,04	10,9 10,8	1,7±0,11 5,9±0,33	21,3 17,6	7,2±0,44 37,6±0,50	19,2 4,2	13,0±0,80 55,5±2,40	19,4 13,7	21,0±1,31 95,6±2,00	19,7 6,6
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	0,9±0,02 0,9±0,02	6,2 6,2	1,9±0,10 4,4±0,17	16,4 12,5	3,6±0,26 12,4±0,72	22,7 18,3	4,8±0,46 22,1±1,30	30,8 18,6	4,7±0,38 29,1±1,26	25,4 13,7
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	4,4±0,15 5,4±0,32	10,5 18,6	5,4±0,33 8,6±0,39	19,2 14,5	6,0±0,41 17,8±0,84	21,6 15,0	8,2±0,74 25,7±2,09	28,5 25,7	9,1±0,72 33,8±2,87	25,0 26,9
<i>Koeleruteria paniculata</i> Laxm.	2,6±0,09 3,6±0,15	10,8 12,8	3,7±0,24 4,0±0,20	20,3 15,6	4,3±0,27 6,1±0,44	19,6 22,9	4,5±0,20 8,7±0,74	14,3 26,8	4,6±0,44 11,9±0,50	29,8 13,1
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	0,8±0,03 2,1±0,15	10,2 22,4	2,3±0,22 6,5±0,39	30,3 18,8	6,1±0,94 27,8±2,04	48,9 23,2	9,6±0,62 36,5±1,88	20,4 16,3	14,0±1,17 46,3±2,35	26,5 16,1
<i>Fraxinus americana</i> L.	1,5±0,05 3,7±0,19	10,4 16,9	3,9±0,28 10,9±0,74	23,10 21,5	9,6±0,85 36,5±1,44	27,9 12,5	12,8±1,15 43,2±2,39	28,5 17,5	14,4±1,27 48,3±1,73	28,1 11,3

У всех изучаемых видов наблюдалось подмерзание побегов, но нами не было отмечено полностью погибших растений). В большей степени пострадали в зимнее время такие виды, как *Spartium junceum*, *Cercis siliquastrum*, *Celtis occidentalis*, у которых было отмечено подмерзание на уровне корневой шейки (4 балла). Остальные сеянцы по шкале зимостойкости получили оценку от 1 до 2 баллов. Также нами была отмечена следующая тенденция: чем более развит был годичный побег, тем наблюдался больший процент подмерзания от общей длины сеянца. Кроме этого, была выявлена связь между зимостойкостью побегов и относительным приростом. Так, у видов с незначительным приростом в августе-сентябре, зимостойкость была выше. При изучении корреляционных связей между длиной сеянца и величиной подмерзания выявлено наличие статистически достоверных связей. По результатам корреляционного анализа была установлена положительная связь между длиной сеянцев и их подмерзанием.

Заключение

Изучены показатели лабораторной и полевой всхожести и начальные этапы онтогенеза древесных видов в условиях экспериментальных баз Горного ботанического сада. Сравнительный анализ ростовых признаков в динамике позволил выяснить, что разные почвенно-климатические условия разных высотных градиентов оказывают существенное влияние на изменчивость всех учтенных морфологических признаков. У всех видов максимальные средние значения признаков отмечены в условиях ЦЭБ, т. е. данные экологические условия более способствуют проявлению генотипических особенностей изучаемых видов по сравнению с условиями ГЭБ. У древесных растений имеется достоверная значимость сопряженности и взаимосвязи между длиной годичного прироста сеянцев и подмерзанием, т. е. чем более сильный был годичный прирост, тем наблюдался больший процент подмерзания от общей длины сеянца. Кроме этого, была выявлена связь между зимостойкостью побегов и относительным приростом. Так, у видов с незначительным приростом в августе-сентябре зимостойкость оказалась выше (2-3 балла). Таким образом, наши исследования показали, что выращивание сеянцев древесных видов в разновысотных условиях Горного Дагестана выявляют многовариативные программы развития растений при воздействии экзогенных и эндогенных факторов.

Литература / References

- Алексеев В.М., Жигунов А.В., Бондаренко А.С., Бурцев Д.С. Интродукция сосны скрученной в условиях Ленинградской области // Лесной журнал. 2014. № 3. С. 24–33.
[Alekseev V.M., Zhigunov A.V., Bondarenko A.S., Burtsev D.S. Introduction of twisted pine in the Leningrad region. *Lesnoy Zhurnal*. 2014. 3: 24–33]
- Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г. Изменчивость биометрических показателей сеянцев сосны скрученной широкохвойной с закрытой корневой системой на севере Архангельской области // Лесоведение. 2020. № 5. С. 466–473. DOI: 10.31857/S0024114820050046.
[Demidova N.A., Durkina T.M., Gogoleva L.G. Variability of biometric indicators of seedlings of twisted broad-coniferous pine with a closed root system in the North of the Arkhangelsk region. *Forest science*. 2020. 5: 466–473. DOI: 10.31857/S0024114820050046]
- Асадулаев З.М., Рамазанова З.Р. Комплексный характер устойчивости каркаса кавказского и клена остролистного в условиях города Махачкалы // Мат-лы докладов Региональной научно-практической конференции «Биоразнообразие флоры и фауны Дагестана». Махачкала : ДГПУ, 2012. 210 с.
[Asadulaev Z.M., Ramazanova Z.R. Complex nature of stability of the Caucasian hackberry and Norway maple in the conditions of the city of Makhachkala // Materials of reports of the

Regional scientific and practical conference "Biodiversity of flora and fauna of Dagestan". Makhachkala: DSPU, 2012. 210 p.]

Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. М.: Наука, 1975. 547 с.
[Woody plants of the Main Botanical garden of the USSR Academy of Sciences. Moscow: Nauka, 1975. 547 p.]

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. (С основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
[Dospikhov B.A. Methodology of field experience. (With the basics of statistical processing of research results). 4th ed., reprint. and add. M.: Kolos, 1979. 416 p.]

Ермакова М.В., Иванова Н.С., Золотова Е.С. Начальные этапы роста сосны обыкновенной на почвах лесов и вырубок Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение Биологии. 2018. Том 123. Вып. 1. С. 46–56.

[Ermakova M.V., Ivanova N.S., Zolotova E.S. Initial stages of growth of Scots pine on the soils of forests and clearings of the TRANS-Ural hilly-foothill province of the Middle Urals. *Bulletin of the Moscow society of nature testers. Department Of Biology*. 2018. 123 (1): 46–56]

Иванова Н. С., Ермакова М. В., Золотова Е. С. Начальный этап онтогенеза *Picea obovata* Ledeb на различных почвах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Том 18. № 5. С. 5–10.

[Ivanova N.S., Ermakova M.V., Zolotova E.S. Initial stage of *Picea obovata* Ledeb ontogenesis on various soils. *Proceedings of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences*. 2016. 18 (5): 5–10]

Конспект флоры Кавказа. 2003. Т. 1. СПб. 204 с.
[Synopsis of the flora of the Caucasus. 2003. Vol. 1. SPb. 204 p.]

Конспект флоры Кавказа. 2006. Т. 2. СПб. 467 с.
[Conspectus of the flora of the Caucasus. 2006. Vol. 2. SPb. 467 p.]

Конспект флоры Кавказа. 2008. Т. 3 (1). СПб. 469 с.
[Conspectus of the flora of the Caucasus. 2008. Vol. 3 (1). SPb. 469 p.]

Конспект флоры Кавказа. 2012. Т. 3 (2). СПб. 623 с.
[Conspectus of the flora of the Caucasus. 2012. Vol. 3 (2). SPb. 623 p.]

Мамаев С. А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1969. С. 3–38.
[Mamaev S.A. On problems and methods of intraspecific systematics of woody plants. Amplitude of variability // Regularities of formation and differentiation of species in woody plants. Sverdlovsk: UNC of the USSR Academy of Sciences, 1969. P. 3–38]

Малышева С.К. Рост и зимостойкость восточноазиатских растений в условиях интродукционного питомника // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 11. С. 329–332.
[Malysheva S.K. Growth and winter hardiness of East Asian plants in the conditions of an introduction nursery. *International journal of applied and fundamental research*. 2018. 11: 329–332]

Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 400 с.
[Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. Guide book of germination of dormant seeds. L.: Nauka, 1985. 400 p.]

Сабинин Д. А. Физиология развития растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 196 с.
[Sabinin D.A. Physiology of plant development. M.: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1963. 196 p.]

Туманов И. И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 352 с.

[Tumanov I.I. Physiology of hardening and frost resistance of plants. M.: Nauka, 1979. 352 p.]

Статья поступила в редакцию 09.11.2020 г.

Magomedova B.M. Seed germination and growth dynamics of seedlings of tree species under introduction conditions // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 4 (157). P. 123-134.

The article presents the results of laboratory and field germination of seeds of woody species. Also, some features of the initial stages of ontogenesis of woody plants in the conditions of mountainous Dagestan are considered. It was found that under the conditions of the Tsudakhar experimental base, a significant predominance of shoot growth is observed in all types of seedlings. Comparative analysis of growth traits in dynamics revealed that different soil and climatic conditions of different altitude gradients have a significant impact on the variability of all considered morphological traits. In all species, the maximum average values of traits were noted under the conditions of the CEB, i.e., these ecological conditions are more conducive to the manifestation of the genotypic characteristics of the studied species in comparison with the conditions of the BBB. A relationship was found between the dynamics of phenological phases and the degree of winter hardiness: the stronger the annual growth was, the greater the percentage of freezing from the total length of the seedling was observed.

Key words: *laboratory and field germination; ontogenesis; growth dynamics; seedlings; winter hardiness; Dagestan*

УДК 582.923.5:58.032

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-135-143

ОСОБЕННОСТИ РОСТА *ARBUTUS ANDRACHNE* L. В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Олег Антонович Ильницкий, Александр Тарасович Гиль,
Андрей Владимирович Паштецкий

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: ilnitsky.oleg@mail.ru

Изучена зависимость интенсивности роста *Arbutus andrachne* L. от некоторых факторов внешней среды в условиях вегетационного опыта ЮБК в различные периоды вегетации вида, что позволило найти оптимальные и ограничивающие условия его выращивания.

В марте вегетация началась при среднесуточной температуре воздуха 3,5-7,5 °С и прирост диаметра ствола $d, \%$ составлял на первом этапе примерно 0,42% (0,09), на втором этапе (апрель-май) – 3,7% (0,58 мм) с дальнейшим выходом на плато. В июле-августе наблюдается два участка изменения $d, \%$: первый участок 27.07.-19.08. – интенсивный рост $d, \%$ на 12,58% (1,961 мм), второй участок после 19.08. – выход на плато роста, что связано с увеличением температуры воздуха до 30-35 °С. В сентябре-октябре наблюдается два участка изменения $d, \%$: первый участок 01.09.-15.09. – интенсивный рост $d, \%$ на 3,55% (0,582 мм), второй участок после 15.09. – выход на плато роста, понижение температуры воздуха до 8-10 °С и окончание периода вегетации. В ноябре прирост диаметра ствола не наблюдался.

Оптимальные факторы внешней среды равнялись: в марте-мае $T_{в}=20-25$ °С, $D_{в} = 0,4-1,3$ кПа, $I = 300-900$ мкмоль/м²с; июле-августе $T_{в}=22-28$ °С, $D_{в} = 1,6-2,5$ кПа, $I = 500-1000$ мкмоль/м²с; в сентябре-октябре $T_{в}=16-25$ °С, $D_{в} = 0,3-1,5$ кПа, $I = 400-800$ мкмоль/м²с соответственно. Результаты проведенных исследований позволяют сравнить полученные нами эколого-физиологические характеристики с климатическими условиями конкретного региона и оценить возможности интродукции его в другие регионы.

Ключевые слова: *Arbutus andrachne* L.; динамика роста ствола; температурно-световые оптимумы; эколого-физиологическая характеристика

Введение

В условиях усиления аридизации территории Южного берега Крыма (ЮБК) и в связи с глобальным изменением климата (Koeniger *et al.*, 2005; Karam *et al.*, 2011), исследование эколого-физиологических особенностей редких и охраняемых видов – необходимая основа для их сохранения, разработки экологически обоснованной системы охраны и поддержания биоэкологического потенциала.

Из 24 местных видов 11 видов находятся под угрозой исчезновения и занесены в список сохранения, а два вида являются эндемиками Крыма (Plugatar *et al.*, 2019).

Для сохранения естественной растительности, закладки новых и реконструкции существующих зеленых насаждений в условиях ЮБК необходимо особое внимание уделять растениям различных видов, произрастающих в условиях микроклимата, формируемого окружающей средой (Анненков и др., 1984). В качестве объекта исследований нами был выбран земляничник мелкоплодный *Arbutus andrachne* L.

Ещё в начале прошлого века уже было отмечено, что «... земляничник мелкоплодный является вымирающей породой, слабо возобновляющейся и способной давать молодое поколение лишь в отдельные благоприятные годы» (Эггерс, 1934). Известны работы по изучению *A. andrachne*, в которых для этого вида исследованы условия произрастания (Губанова, 2013), характер развития, экологическая пластичность (Фалькова, 2001), дендрометрические характеристики и жизненное состояние (Коба и др., 2018), репродуктивный процесс и способы оптимизации

воспроизведения (Шевченко, 2017), типовые показатели транспирации и фотосинтетический потенциал листьев (Wickens, 1998).

Целью работы было исследование зависимостей интенсивности роста *Arbutus andrachne* L. от основных факторов внешней среды в процессе вегетации растения, что позволяет определить оптимальные и ограничивающие условия произрастания данного вида в условиях ЮБК и возможности интродукции его в другие регионы.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились на территории центрального отделения Никитского ботанического сада ФГБУН «НБС-ННЦ», участок «Лавровое». Время проведения опытов – март–октябрь 2017-2019 гг. Объект: земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne* L., сем. Ericaceae). Средиземноморский третичный реликт - гемиксерофит, гелиофит. Ареал вида охватывает Восточное Средиземноморье, Малую Азию, Западное Закавказье и Южный берег Крыма, где находится северная граница его средиземноморского ареала. Высота растения достигает до 12 м. Кора гладкая, красного цвета, в июне отслаивающаяся лоскутами, обнажая молодую, зелёную кору, которая затем становится жёлтой, а к концу лета – кораллово-красной.

Растения – саженцы 3-4 лет, выращенные из черенков. В процессе исследований для нахождения зависимостей между основными метеофакторами и ростом ствола растения поливались до влажности почвы 80-90%НВ.

Для измерения характеристик внешней среды использовали беспроводную систему фитомониторинга, которая включает Фитомонитор PM-11z компании “Bioinstruments S.R.L.” (Молдова), (Ильницкий и др., 2018), USB адаптер и набор беспроводных датчиков: метеостанция DWS-11z – измерительный комплекс, объединяющий пиранометр (Apogee Instruments, США), датчик температуры и влажности воздуха, дождемер (Decagon Devices, США) и анемометр (Davis Instruments, США). Изменения диаметра ствола (побега) – датчиками FI-Sz, SD-10z, подключенными в беспроводную систему Фитомонитора PM-11z.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием прикладных компьютерных программ Statistica 10 (“Statsoft Inc.”, США) и Microsoft Excel 2010. Для моделирования и сглаживания двумерных данных использованы методы наименьших квадратов и робастной локально-взвешенной регрессии (Statistica 10). Все расчеты осуществляли при заданном уровне значимости $P \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведенная серия опытов в условиях вегетационного опыта позволила определить оптимальные и ограничивающие условия произрастания данного вида в условиях ЮБК.

Рост ствола растения является интегральным показателем, характеризующим физиологическое состояние растения и взаимосвязь процессов его жизнедеятельности с основными факторами внешней среды. В наших исследованиях изменения диаметра ствола измерялись по отношению к его значению в начале эксперимента (базовое значение) в относительных единицах (%) или абсолютных – (мм). Диаметр ствола *A. andrachne* в начале эксперимента равнялся 15,61 мм. Изучение этих взаимосвязей проводили в различные периоды вегетации вида - весной (март-май месяцы), летом – (июль-август) и осенью – (сентябрь-октябрь). Эти периоды характеризуются различной интенсивностью метеопараметров – температурой воздуха, солнечной радиацией и дефицитом влажности воздуха (Дроздов, 1995; 2003). На рис. 1 показаны суммы суточных температур (1) и их среднесуточные значения (2) за 2019 г. Наибольшая

интенсивность этих параметров наблюдалась в мае-июне и июле-августе (Кайбеяйнен, 2007; Larcher, 2003).

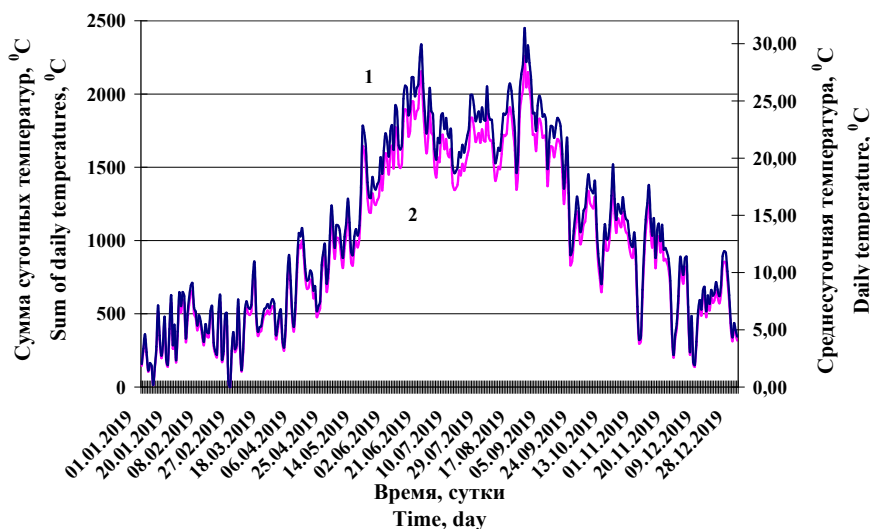


Рис. 1 Суммы суточных температур (1) и их среднесуточные значения (2) за 2019 год
Fig. 1 The sums of daily temperatures (1) and their average daily values (2) for 2019

На рис. 2 показана динамика интенсивности роста ствола *A. andrachne* и взаимосвязь этого процесса с факторами внешней среды в марте-мае 2019 г.

Особенности интенсивности роста ствола $d, \%$ изучаемого вида за апрель-май показано на рис. 2А. Наблюдается три участка изменения этого параметра: первый участок 01.03.-02.04. – начало роста, второй участок 02.04.-28.05. – интенсивный рост, третий участок после 28.05. – выход на плато роста. На первом участке прирост составлял примерно 0,42% (0,09 мм), на втором – 3,7% (0,58 мм) с дальнейшим выходом на плато.

На рис. 2В показаны динамика роста ствола синхронно с изменением температуры воздуха. На первом участке роста среднесуточная температура изменялась от 3,5 до 12,5 °C, что привело к изменению $d, \%$ всего на 0,42%. Дальнейшее увеличение температуры до 25-28 °C вызвало резкое увеличение интенсивности роста с последующим выходом на плато.

Зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и температуры воздуха – $d, \% = f(I, T_v)$ и уравнение нелинейной регрессии этих зависимостей представлены на рис. 2С. Интенсивность роста является функцией отклика на воздействие изучаемых факторов окружающей среды. В эту «зону оптимума» попадают точки со значением интенсивности роста более 90 % от $d_{\max}$. Это позволило определить оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста и численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей. Оптимальная температура воздуха $T_v = 20-25$ °C, суммарная солнечная радиация $I = 300-900$ мкмоль/м²с.

Зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и дефицита влажности воздуха – $d, \% = f(I, D_v)$ и уравнение нелинейной регрессии – рис. 2D. Для этого периода вегетации оптимальные параметры: $D_v = 0,4-1,3$ кПа, $I = 400-1000$ мкмоль/м²с.

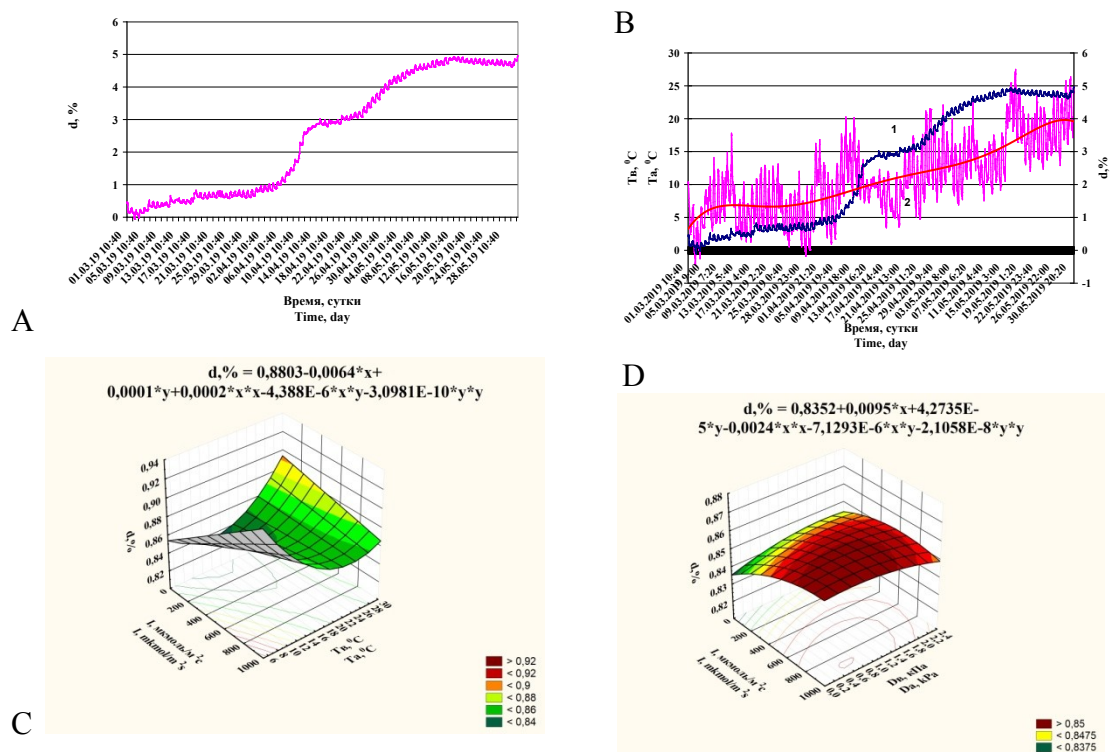


Рис. 2 Динамика интенсивности роста ствола *Arbutus andrachne* L. и взаимосвязь этого процесса с факторами внешней среды в марте-мае 2019г.: А – особенности роста диаметра ствола $d, \%$; В – естественные изменения среднесуточных значений параметров $d, \%$ (2), температуры воздуха T_b (1) и линия тренда; С – поверхность квадратичной функции $d, \% = f(I, T_b)$; D – $d, \% = f(I, D_b)$. Вверху графиков показаны нелинейные регрессионные уравнения этих зависимостей с численными коэффициентами.

Fig. 2 Dynamics of trunk growth rate *Arbutus andrachne* L. and the relationship of this process with environmental factors in March-May 2019: A – features of the growth of the diameter of the trunk $d, \%$; B – natural changes in the parameters $d, \%$ (2) and air temperature (1) and trend line; C – is the surface of a quadratic function $d, \% = f(I, T_b)$; and D – $d, \% = f(I, D_b)$ the top of the graph shows the numerical coefficients of the nonlinear regression equations of these dependencies.

На рис. 3 показано изменение интенсивности роста ствола изучаемого вида и параметров внешней среды за июль-август месяцы. Наблюдается два участка изменения этого параметра: первый участок 27.07.-19.08. – интенсивный рост $d, \%$ на 12,58% (1,961 мм), второй участок после 19.08. – выход на плато роста (рис. 3А).

Наблюдается зависимость изменения параметра $d, \%$ от температуры воздуха. Увеличение температуры воздуха до 30-35 °C вызвало снижение интенсивности роста с последующим выходом на плато (рис. 3В).

На рис. 3С показана зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и температуры воздуха – $d, \% = f(I, T_b)$ и приведено уравнение нелинейной регрессии этих зависимостей. Оптимальными условиями максимумов и границы областей оптимумов роста и численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей: $T_b = 22-28$ °C, $I = 500-1000$ мкмоль/м²с.

На рис. 3D показана зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и дефицита влажности воздуха – $d, \% = f(I, D_b)$ и приведено уравнение нелинейной регрессии этих зависимостей. Определены оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста и численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей: $D_b = 1,6-2,5$ кПа, $I = 500-1000$ мкмоль/м²с.

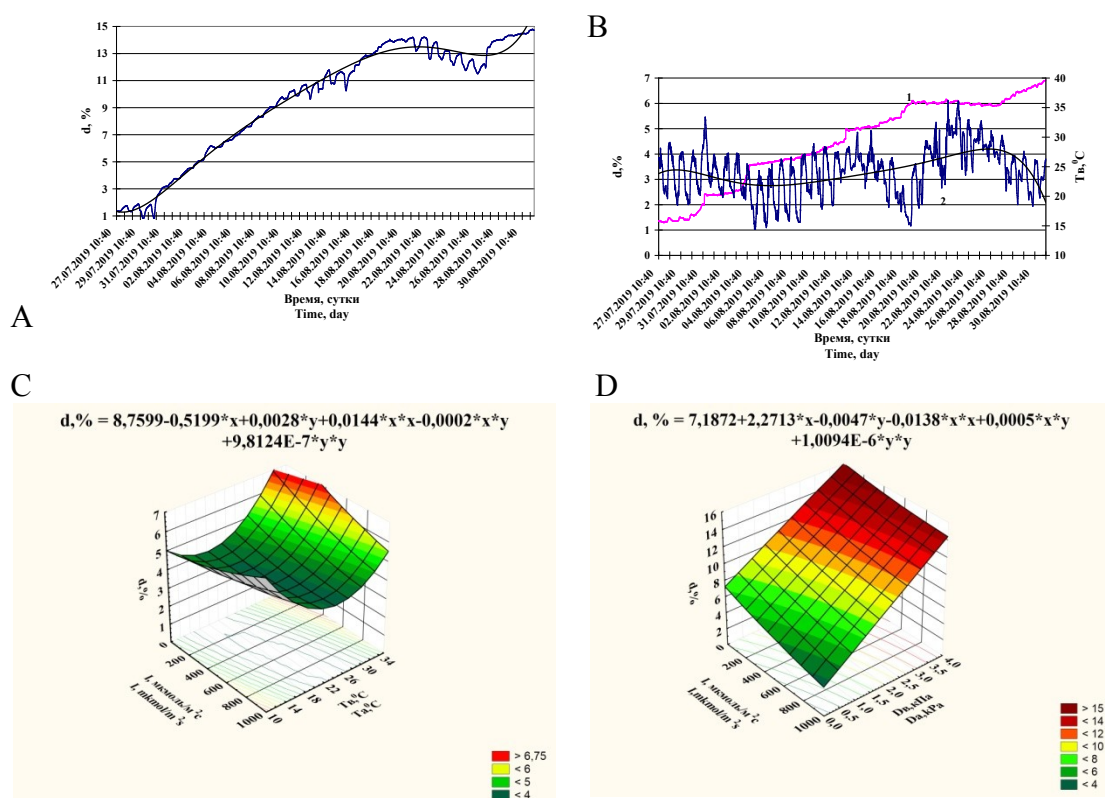


Рис. 3 Динамика интенсивности роста ствола *Arbutus andrachne* L. и взаимосвязь этого процесса с факторами внешней среды в июле-августе 2019г.: А – особенности роста диаметра ствола $d, \%$; В – естественные изменения среднесуточных значений параметров $d, \%$ (2) и температуры воздуха $T_{в}$ (1) и линия тренда; С – поверхность квадратичной функции $d, \% = f(I, T_{в})$; D – $d, \% = f(I, D_{в})$. Вверху графиков показаны нелинейные регрессионные уравнения этих зависимостей с численными коэффициентами.

Fig. 3 Dynamics of trunk growth rate *Arbutus andrachne* L. and the relationship of this process with environmental factors in July-August 2019: A – features of the growth of the diameter of the trunk $d, \%$; B – natural changes in the parameters $d, \%$ (2) and air temperature (1) and trend line; C – is the surface of a quadratic function $d, \% = f(I, T_{в})$; and D – $d, \% = f(I, D_{в})$ the top of the graph shows the numerical coefficients of the nonlinear regression equations of these dependencies.

На рис. 4 показано изменение интенсивности роста ствола изучаемого вида и параметров внешней среды за сентябрь-октябрь месяцы. Наблюдается также два участка изменения этого параметра: первый участок 01.09.-15.09. – интенсивный рост $d, \%$ на 3,55% (0,582 мм), второй участок после 15.09. – выход на плато роста (рис. 4A).

При этом наблюдается зависимость изменения параметра $d, \%$ от температуры воздуха. Снижение температуры воздуха в октябре до 10-12 °C вызвало снижение интенсивности роста с последующим выходом на плато (рис. 4B).

Определена зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и температуры воздуха – $d, \% = f(I, T_{в})$ и приведено уравнение нелинейной регрессии этих зависимостей (рис. 4C). Это позволило определить оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста и численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей – $T_{в} = 16-25\text{ }^\circ C$, $I = 400-800\text{ мкмоль/м}^2\text{с}$.

Изучена зависимость интенсивности роста от суммарной солнечной радиации и дефицита влажности воздуха – $d, \% = f(I, D_{в})$ и приведено уравнение нелинейной регрессии этих зависимостей (рис. 4D). Это позволило определить оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста и

численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей – $D_B=0,3-1,5$ кПа, $I=400-800$ мкмоль/м²с.

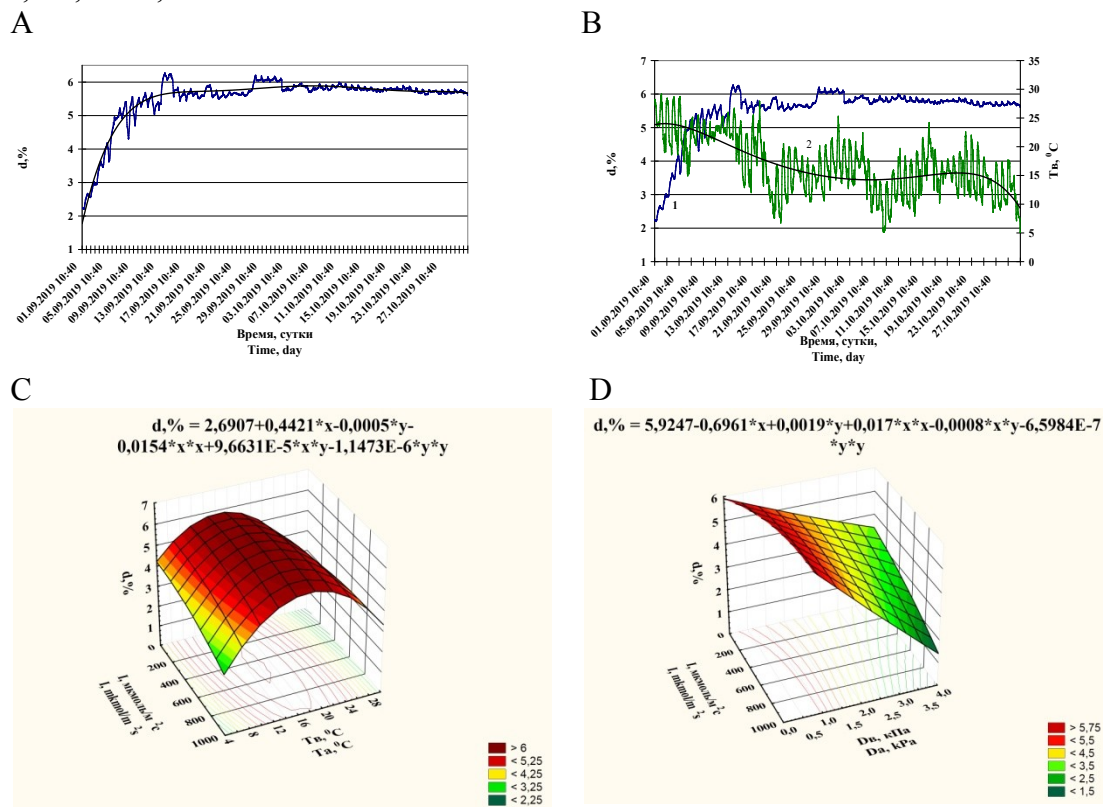


Рис. 4 Динамика интенсивности роста ствола *Arbutus andrachne* L. и взаимосвязь этого процесса с факторами внешней среды в сентябре-октябре 2019г.: А - особенности роста диаметра ствола ($d, \%$); В – естественные изменения среднесуточных значений параметров $d, \%$ (2) и температуры воздуха T_a (1) и линия тренда; С – поверхность квадратичной функции $d, \% = f(I, T_a)$; D – $d, \% = f(I, D_a)$. Вверху графиков показаны нелинейные регрессионные уравнения этих зависимостей с численными коэффициентами.

Fig. 4 Dynamics of trunk growth rate *Arbutus andrachne* L. and the relationship of this process with environmental factors in September-October 2019: A – features of the growth of the diameter of the trunk $d, \%$; B – natural changes in the parameters $d, \%$ (2) and air temperature (1) and trend line; C – is the surface of a quadratic function $d, \% = f(I, T_a)$; and D – $d, \% = f(I, D_a)$ the top of the graph shows the numerical coefficients of the nonlinear regression equations of these dependencies.

Таблица

Динамика изменения оптимумов диаметра ствола и факторов внешней среды в течение вегетации
Table
The dynamics of the optimum diameter of the trunk temperature and environmental factors during vegetation

Измеряемый показатель Parameter, unit	Время измерения Month of measurement		
	Март – май March – May	Июль – август July – August	Сентябрь – октябрь September – October
$T_a, ^\circ C / T_a, ^\circ C$	20-25	22-28	16-25
$D_a, kPa / D_a, kPa$	0,4-1,3	1,6-2,5	0,3-1,5
$I, \mu mol/(m^2 \cdot s) / I, \mu mol/(m^2 \cdot s)$	300-900	500-1000	400-800
$d, \%$	3,7	12,58	3,55

В ноябре прирост $d, \%$ прекратился и возобновился только в марте месяце.

За период вегетации значение диаметра ствола изучаемого вида $d, \%$ в марте-мае увеличилось на 3,7%, в июле-августе на 12,58%, а в сентябре-октябре на 3,55% по отношению к базовому (начальному) значению. Оптимальная температура воздуха в марте-мае равнялась 20-25 °С, июле-августе – 22-28 °С, в сентябре-октябре – 16-25 °С.

Оптимальный дефицит влажности воздуха (D_v) равнялся 0,4-1,3 кПа в марте-мае, 1,6-2,5 кПа в июле-августе и 0,3-1,5 кПа в сентябре-октябре. Оптимальная освещенность – 300-900 мкмоль/м²с в марте-мае, 500-1000 мкмоль/м²с в июле-августе и 400-800 мкмоль/м²с в сентябре-октябре.

Выводы

Изучение взаимосвязей между динамикой роста диаметра ствола вида *A. andrachne* в различные периоды вегетации и факторами внешней среды позволило найти оптимальные и ограничивающие условия его выращивания в условиях ЮБК.

Весной (март-май) наблюдается три участка изменения этого параметра: первый участок 01.03.-02.04. – начало роста, второй участок 02.04.-28.05. – интенсивный рост, третий участок после 28.05. – выход на первое плато роста. На первом участке прирост составлял примерно 0,42% (0,09 мм) при среднесуточной температуре воздуха от 3,5 до 7,5 °С, на втором – 3,7% (0,58 мм) с дальнейшим выходом на плато. При этом наблюдаются синхронные изменения параметров $d, \%$ и температуры воздуха T_v .

Определены оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста и численные коэффициенты нелинейных регрессионных уравнений этих зависимостей. Для этого периода вегетации (март-май) оптимальная температура воздуха $T_v=20-25$ °С, $D_v=0,4-1,3$ кПа, $I=300-9000$ мкмоль/м²с.

В июле-августе наблюдается два участка изменения $d, \%$: первый участок 27.07.-19.08. – интенсивный рост $d, \%$ на 12,58% (1,961 мм), второй участок после 19.08. – выход на второе плато роста. Увеличение температуры воздуха до 30-35 °С вызвало снижение интенсивности роста с последующим выходом на плато. Определены оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста: температура воздуха $T_v=22-28$ °С, $D_v=1,6-2,5$ кПа, $I=500-1000$ мкмоль/м²с.

В сентябре-октябре наблюдается два участка изменения $d, \%$: первый участок 01.09.-15.09. – интенсивный рост $d, \%$ на 3,55% (0,582 мм), второй участок после 15.09. – выход на третье плато роста. При этом наблюдаются синхронные изменения параметров $d, \%$ и температуры воздуха T_v . Определены оптимальные и ограничивающие условия максимумов и границы областей оптимумов роста: температура воздуха $T_v=16-25$ °С, $D_v=0,3-1,5$ кПа, $I=400-800$ мкмоль/м²с.

Проведенные исследования позволили определить оптимальные и ограничивающие условия произрастания данного вида в условиях ЮБК и возможности интродукции его в другие регионы.

Литература / References

Анненков А.А., Иванов В.Ф., Хохрин А.В., Акимов Ю.А. Методические рекомендации по изыскательским работам для проектирования объектов озеленения в Крыму. Ялта, 1984. 26 с.

[Annenkov A.A., Ivanov V.F., Khokhrin A.V., Akimov Yu.A. Methodological recommendations on prospecting for the design of the planting sites in the Crimea. Yalta, 1984. 26 p.]

Губанова Т.Б. Оценка состояния растений *Arbutus andrachne* L. на территории природного заповедника "Мыс Мартыян" и арборетума Никитского ботанического сада после неблагоприятных зимних условий 2011–2012 гг. // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». 2013. № 4. С. 121.

[Gubanova T.B. Assessment of the state of plants *Arbutus andrachne* L. on the territory of the natural reserve "Cape Martian" and the arboretum of the Nikitsky Botanical garden after adverse winter conditions 2011–2012. *Scientific notes of the natural reserve "Cape Martian"*. 2013. 4:121]

Дроздов С.Н., Попов Э.Г., Курец В.К., Таланов А.В., Обшатко Л.А., Ветчинникова Л.В. Влияние света и температуры на фотосинтез и дыхание *Betula pendula* var. *pendula* и *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) // Ботанический журнал. 1995. Том 80. № 3. С. 60-64.

[Drozdov S.N., Popov E.G., Talanov V.K., Kuretz, A.V., Obshadko L.A., Vetchinnikova L.V. Influence of light and temperature on net photosynthesis and respiration *Betula pendula* var. *pendula* and *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae, represented by). *Botanical journal*. 1995. 80 (3): 60-64]

Дроздов С.Н., Курец В.К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 172 с.

[Drozdov S.N., Kurets V.K. Some aspects of ecological physiology of plants. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University. 2003. 172 p.]

Ильницкий О.А., Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П. Методология, приборная база и практика проведения фитомониторинга. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 233 с.

[Il'nitsky O.A., Plugatar Yu.V., Korsakova S.P. Methodology, instrument base and practice of phytomonitoring. Simferopol: ARIAL. 2018. 233 p.]

Кайбейнен Э.Л., Пелконен П. Оптимизация фотосинтеза и транспирации у неотделенных листьев ивы на плантациях быстрого возобновления // Физиология растений. 2007. Том 54. С. 350-355.

[Kaibeyainen E.L., Pelkonen P. Optimization of the photosynthesis and of transpiration from attached leaves of willow plantations for rapid resumption. *Plant Physiology*. 2007. 54: 350-355]

Коба В.П., Пательбу В.В., Сахно Т.М. Состояние и дендрометрические характеристики молодых растений *Arbutus andrachne* L. заповедника "Мыс Мартыан" // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2018. № 3. С. 42-46.

[Koba V.P., Papelbu V.V., Sakhno T.M. State and dendrometric characteristics of young plants *Arbutus andrachne* L. reserve "Cape Martian". *Bulletin of Nizhnevartovsk state University*. 2018. 3:42-46]

Фалькова Т.В., Галушко Р.В., Лищук А.И., Захаренко Г.С., Крайнюк Е.С. Пластичность *Arbutus andrachne* (Ericaceae) в условиях засухи на Южном берегу Крыма. // Украинский ботанический журнал. 2001. Т. 58. № 6. С. 700-706.

[Falkova T. V., Galushko R. V., Lischuk A. I., Zakharenko G. S., Kraynyuk E. S. Plasticity of *Arbutus andrachne* (Ericaceae) under drought conditions on the Southern Coast of the Crimea. *Ukrainian Botanical journal*. 2001. 58(6):700-706]

Шевченко С.В. Особенности репродуктивных процессов некоторых редких видов флоры Крыма. // Актуальные проблемы ботаники и охраны природы. Сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова (г. Симферополь, 28-30 ноября 2017 г.). Симферополь, 2017. С. 320-330.

[Shevchenko S.V. Features of reproductive processes of some rare species of flora of the Crimea. // *Actual problems of botany and nature protection*. Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G. F. Morozov. (Simferopol, November 28-30, 2017). Simferopol, 2017. P. 320-330]

Эггерс Е.В. Земляничное дерево в Крыму // Бюл. Никит. ботан. сада. 1934. №14. С. 3-38.

[Eggers E.V. Strawberry tree in Crimea. *Byul. Nikitas' nerd. Sada*. 1934. 14: 3–38]

Karam F., Doulis A., Ozturk M., Dogan Y., Sakcali S. Eco-physiological behaviour of two woody oak species to combat desertification in the east Mediterranean-a case study from Lebanon // *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2011. Vol. 19. P. 787-796.

Koerner C., Sarris D., Christodoulakis D. Long-term increase in climatic dryness in the East-Mediterranean as evidenced for the island of Samos // *Reg Environ Change*. 2005. Vol. 5. P. 27-36.

Larcher W. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. 506 p.

Plugatar Y.V., Klymenko Z.K., Ulanovskaya I.V., Zykova V.K., Plugatar S.A. Prospects for the use of the Crimean flora resources in the floriculture // *Acta Horticulturae*. 2019. Vol. 1240. P. 65-68.

Wickens G.E. *Ecophysiology of economic plants in arid and semi-arid lands*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 1998. 348 p.

Ilitsky O.A., Gil A.T., Pashtetsky A.V. Growth features of *Arbutus andrachne* L. under the conditions of field vegetation experiment on the Southern Coast of the Crimea // *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2020. № 4 (157). P. 135-143

The dependence of the growth rate of *Arbutus andrachne* L. on some environmental factors was studied under the conditions of the Southern Coast vegetation experiment in different periods of the species vegetation, which made it possible to find the optimal and limiting conditions for its growth.

In March, vegetation began at an average daily air temperature of 3.5 – 7.50 °C and the increase in stem diameter was approximately 0.42 % (0.09 mm), at the second stage (April-May) – 3.7 % (0.58 mm) with a further exit to plateau. In July - August, two sections of the d % change are observed: the first section is from July 27 till August 19 - intensive growth of d % by 12.58 % (1.961 mm), the second section after August 19 – access to the growth plateau, which is associated with an increase in air temperature to 30-35 °C. In September-October, two sections of the d % change are observed: the first section lasted from September 01 till September 15 - intensive growth of d % by 3.55 % (0.582 mm), the second section after September 15 – exit to a plateau of growth, lowering the air temperature to 8-10 °C and the end of the growing season. In November, an increase in trunk diameter was not observed.

The optimal environmental factors were: in March-May, $T_a = 20-2$ °C, $D_a = 0.4-1.2$ kPa, $I = 300-900$ mmol / m²s; July-August, $T_a = 22-28$ °C, $D_a = 1.4-2.5$ kPa, $I = 500-1000$ μmol / m²s; in September-October, $T_a = 16-25$ °C, $D_a = 0.3-1.5$ kPa, $I = 400-800$ μmol / m²s, respectively. The results of our experiments allow us to compare the ecological and physiological characteristics we obtained with the climatic conditions of a particular region and evaluate the possibilities of introducing it into other regions.

Key words: *Arbutus andrachne* L.; trunk growth dynamics; temperature and light optimums; ecological and physiological characteristic

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Печатается по постановлению Ученого совета
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»
от 26.11.2020 г., протокол № 14

Подписано к печати 26.11.2020 г.

Дата выхода 07.12.2020 г.

Plant Biology and Horticulture: theory, innovation
Биология растений и садоводство: теория, инновации

№ 4 (157)

Ответственный за выпуск

Шевчук О.М.

Компьютерная вёрстка

Федотова Е.А.

<https://scbook.elpub.ru/jour>

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-76049 от 24 июня 2019 г.

Журнал «Plant Biology and Horticulture: theory, innovation» («Биология растений и садоводство: теория, инновации») является правопреемником «Сборника научных трудов ГНБС»

Формат 210 x 297. Бумага офсетная – 80 г/м².

Печать ризографическая. Уч.-печат. л. 10. Тираж 200 экз. Заказ № 11А/23

Адрес учредителя и редакции:

298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта,
пгт Никита, спуск Никитский, 52

Телефон: +7 978 805 97 18

E-mail: redact-nbs@mail.ru

Цена – свободная

Отпечатано с оригинал-макета в типографии,
295034, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 63
тел. (0652) 70-63-31, +7 978 717 29 01.
E-mail: braznikov@mail.ru