



Научный журнал

# ЭКОСИСТЕМЫ

**Флора  
и фауна**

**Биоценология**

**Биология  
и экология  
видов**

**Охрана  
природы**



2019 • 18

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

# ЭКОСИСТЕМЫ

**ВЫПУСК 18 • 2019**

**ISSN 2414-4738**

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС77-61820 от 18 мая 2015 г.

Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Учредитель – ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Печатается по решению Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, протокол № 5 от 25.06.2019.

Журнал включен в перечень ВАК по специальностям и соответствующим им отраслям науки: 03.02.01 - Ботаника (биологические науки) и 03.02.08 - Экология (по отраслям) (биологические науки).

### **Редакционный совет журнала**

Главный редактор

**Иванов С. П., д. б. н., профессор**

Заместитель главного редактора

**Котов С. Ф., к. б. н., доцент**

Технический редактор

**Леонов С. В., к. б. н., доцент**

Редактор текстов на английском и немецком языках

**Шестакова Е. С., к. п. н.**

Ответственный секретарь

**Петришина Н. Н., к. б. н.**

### **Члены редакционного совета**

**Багрикова Н. А., д. б. н.**

**Бескаравайный М. М., к. б. н.**

**Будашкин Ю. И., к. б. н.**

**Воронин Л. В., д. б. н., доцент**

**Гулин С. Б., д. б. н., профессор**

**Довгаль И. В., д. б. н., профессор**

**Егоров В. Н., д. б. н., профессор**

**Ена А. В., д. б. н., профессор**

**Ермаков Н. Б., д. б. н.**

**Захаренко Г. С., д. б. н., профессор**

**Ивашов А. В., д. б. н., профессор**

**Коба В. П., д. б. н., профессор**

**Корженевский В. В., д. б. н., профессор**

**Мацюра А. В., д. б. н., профессор**

**Назаров В. В., к. б. н.**

**Оберемок В. В., к. б. н., доцент**

**Плугатарь Ю. В., д. с.-х. н., профессор**

**Репецкая А. И., к. б. н., доцент**

**Свольнский А. Д., к. б. н.**

**Фатерыга А. В., к. б. н.**

**Чуян Е. Н., д. б. н., профессор**

*Адрес редакции:* Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, кафедра ботаники и физиологии растений и биотехнологии, пр. Академика Вернадского, 4, Симферополь, 295007.

E-mail: [ekotnu@list.ru](mailto:ekotnu@list.ru)

Полнотекстовые версии статей последних выпусков журнала в формате PDF и правила для авторов размещены на официальном сайте журнала по адресу: <http://ekosystems.cfuv.ru/>

Оригинал-макет: С. В. Леонов

На обложке: Ольховники в среднем течении реки Кача, Крымский природный заповедник (фото С. П. Иванова).

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60×84/8. Усл. п. л. \_\_\_\_\_. Печать цифровая. Тираж 50 экз. Бесплатно.

Заказ № \_\_\_\_\_. Дата выхода в свет \_\_\_\_\_.

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

УДК 581.526.53+912.43:581.9(571.513)

## Изучение пространственной структуры степных растительных сообществ Хакасии с использованием космических снимков различного разрешения

Полякова М. А.<sup>1</sup>, Ермаков Н. Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук  
Новосибирск, Россия  
[galatella@mail.ru](mailto:galatella@mail.ru)

<sup>2</sup>Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук  
Ялта, Никита, Россия  
[brunnera@mail.ru](mailto:brunnera@mail.ru)

В статье представлены результаты по изучению пространственной организации горно-степной растительности в типичных ландшафтах Минусинской межгорной котловины, расположенной на севере Алтае-Саянской горной области. С использованием градиентного анализа, выявлены ведущие экологические факторы, определяющие разнообразие степных сообществ и обуславливающие пространственное распределение степей – влажность субстрата, косвенно связанный с ним фактор положения сообществ в рельефе, а также тип подстилающих горных пород. С использованием космических снимков высокого разрешения Landsat-7 и World View-2 выявлены фитоценохоры в ранге микрокомбинаций, представляющие сочетания растительных сообществ, обусловленные особенностями рельефа и почвенного покрова. Также определены контуры представляющие целостные типы степных сообществ (фитоценомеры) ранга ассоциаций. Создана крупномасштабная картографическая модель степной растительности исследованной территории. Легенда картографической модели основана на пространственно-типологических категориях и отражает два масштабных уровня экологических и топографических закономерностей формирования растительного покрова. Высший иерархический уровень легенды демонстрирует закономерности распределения сообществ по склонам различных экспозиций и межсклоновым пространствам. На более низком иерархическом уровне легенды отражены особенности распределения сообществ в связи с влажностью-петрофитностью субстрата. Картографическая модель, созданная на основе снимка высокого разрешения WorldView-2 (разрешение 2 метра) отражает структуру микро-комбинаций и микропоясных рядов на уровне отдельных фитоценомеров, представленных ассоциациями. Разработанная и отраженная в картографических моделях система пространственных единиц представляет высокую степень актуальности для проведения мониторинга за современным состоянием и динамикой горно-степной растительности и в особенности за состоянием растительных сообществ, имеющих высокий природоохранный статус.

*Ключевые слова:* фиторазнообразие, степная растительность, ординация, фитоценохоры, крупномасштабное картографирование, Хакасия.

### ВВЕДЕНИЕ

Горные степи Минусинской котловины характеризуются высокой степенью фиторазнообразия, гетерогенности и мозаичности распределения, что обусловлено неоднородным рельефом, обеспечивающим многообразие эдафических и водно-тепловых режимов местообитаний. Кроме того, они относятся к двум географическим типам – евросибирскому и центрально-азиатскому. Евросибирские степи располагаются по бортам котловины, но также локально встречаются и в центральной ее части, где сочетаются с господствующими центрально-азиатскими степями. Здесь же отмечаются уникальные реликтовые степные сообщества с участием сниженных альпийцев, а также большое количество эндемичных растений и видов, занесенных в Красные Книги регионального и национального уровня. В то же время большая часть степных территорий (70 %) Хакасии распахана, недоступные для возделывания участки используются как пастбища и сенокосы. Изучение пространственной структуры степей Хакасии, как отдельного объекта исследования, выступает одной из актуальных задач, а использование снимков высокого и среднего разрешения позволит создать картографические модели актуальной растительности,

позволяющие разрабатывать меры по эффективному использованию и сохранению растительных ресурсов степей.

Изучение пространственной организации растительного покрова и его картографирование выступает одним из фундаментальных направлений классической геоботаники, представляющее синтез наших знаний и фактических данных о разнообразии, организации, экологических особенностях и распространении растительности.

Наиболее масштабное картирование территории Хакасии было проведено в 1972 году А. В. Куминовой и в результате работы была составлена подробная, на тот момент, среднемасштабная (1:300000) «Карта растительности Хакасской автономной области», а также серия крупномасштабных карт растительности 1:25000, выполненных на топографической основе и в настоящее время хранящихся в фондах Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Крупномасштабное картографирование стадий восстановления степных фитоценозов на ключевом полигоне в южной части Минусинской котловины выполнено В. Г. Волковой (1983).

В настоящее время благодаря развитию ГИС-технологий и методов дешифрирования данных дистанционного зондирования появились принципиально новые возможности точного и детального отражения категорий растительного покрова на геоботанических картах разного масштаба, что было реализовано в различных работах (Данилова и др., 2010; Нешатаев, Нешатаев, 2012; Каширина, Бондарева, 2013). Н. Б. Ермаковым с соавторами (2013) проведено исследование пространственных закономерностей формирования криостепной растительности с использованием ГИС-технологий.

Цель настоящего исследования – изучение закономерностей и картографирование на разных масштабных уровнях пространственной организации естественной растительности горно-степного пояса Северо-Минусинской межгорной котловины на топографически эталонном ключевом полигоне, расположенном на территории Хакасского государственного заповедника (участок «озеро Иткуль») с использованием данных дистанционного зондирования.

## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Природные условия.** Климат района исследований резко континентальный, засушливый, с холодной зимой и жарким летом. Это обусловлено тем, что территория расположена на низких для горной страны абсолютных высотах 540–650 м н. у. м. в условиях «дождевой тени», вызванной высокими хребтами Кузнецкого Алатау, расположенными на пути перемещения западного атлантического переноса влажных воздушных масс (Никольская, 1968). Средняя температура самого холодного месяца (января) составляет –17 °С, максимально может достигать –50 °С, а самого теплого месяца (июля) +21 °С (максимально +36–+40 °С). Среднегодовое количество осадков 350 мм, при этом до 80 % осадков выпадает в виде дождя в течении вегетационного периода (апрель-сентябрь), остальная часть осадков в виде снега приходится на зимний период (Гавлина, 1954; Поликарпов и др., 1986; Научно-прикладной справочник..., 1990). Малое количество осадков в зимний период приводит к неустойчивому снежному покрову и как следствие глубокому промерзанию почв, что вызывает локальные явления солифлюкции (Куминова, 1976). Геоморфологически ключевой полигон расположен в типичном для межгорной котловины низкогорно-увалистом рельефе, характеризующемся сочетанием пологосклонных денудированных гряд, увалов, широких межгорных понижений и приозерных равнин (Щербакова, 1954, Мистрюков, 1991).

**Материал.** Первичным фактическим материалом выступили 80 полных геоботанических описаний степной растительности, выполненные в соответствии со стандартной методикой (Полевая геоботаника, 1964, 1971) на площадках размером 100 м<sup>2</sup>. Из всего ряда геоботанических описаний была сформирована база данных на основе европейского пакета TURBO(VEG) (Hennekens, 1996).

**Методы.** Классификация растительности проведена с использованием метода Ж. Браун-Бланке (Westhoff, van der Maarel, 1973). Табличное представление и количественная обработка описаний выполнена с использованием кластерного анализа, реализованного в программе JUICE 7.0. (Tichy, 2002). Номенклатура синтаксономических единиц выполнена в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры (Weber, Moravec, Theurillat, 2000). Названия синтаксонов – Н. Б. Ермаков (2012).

Определение ведущих экологических факторов (градиентный анализ), обуславливающих разнообразие и пространственную организацию степной растительности, выполнено на основе DCA (Detrended Correspondence Analysis) ординации, реализованной в программе DECORANA (Hill, 1979). Экологическая интерпретация ведущих осей ординации выполнена на основании эмпирической оценки эколого-географических свойств видов растений. Изучение пространственной организации степной растительности ключевого полигона осуществлено с использованием многоспектральных снимков, полученных со спутников Landsat-7 (камера ETM+, пространственное разрешение 30 м) и WorldView-2 (разрешение 2 м). Для анализа снимков среднего разрешения нами использовались программы Erdas – 9.1 и ArcGis – 9.3. Анализ мультиспектральных изображений высокого пространственного разрешения, полученных со спутника WorldView-2, производился с помощью методов и алгоритмов, представленных в работах И. А. Пестунова работам И. А. Пестунова с соавторами (2011) и И. А. Пестунова и С. А. Рылова (2012). Таксономия растений приведена в соответствии с С. К. Черепановым (1995).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Результаты классификации.** В результате классификации степных сообществ выявлено, что разнообразие степной растительности представлено двумя высшими географическими категориями, соответствующими классам *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov 1991 (центральноазиатские степи) и *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947 (степи европейско-сибирского типа). На более низких иерархических уровнях классификации все сообщества отнесены к 6 ассоциациям и 5 субассоциациям, ранее описанных в различных работах (Королюк, Макунина, 1998; Макунина, 2006, 2011; Ермаков и др., 2012; Ermakov et al., 2014; Ларионов и др., 2016).

### Продромус растительности:

Класс *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov 1991  
Порядок *Festucetalia lenensis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987  
Подпорядок *Festuco valesiacae* – *Caricenalia pediformis* Ermakov, Polyakova et Larionov 2012  
Союз *Eritrichio pectinati* – *Selaginellion sanguinolentae* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006  
Ассоциация *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis* Korolyuk et Makunina 1998  
Субассоциация *A.d.* – *C.p. caricetosum humilis* Korolyuk et Makunina 1998  
Субассоциация *A.d.* – *C.p. helictotrichetosum desertorum* Korolyuk et Makunina 1998  
Ассоциация *Youngio tenuifoliae* – *Agropyrietum cristati* Makunina 2006  
Союз *Festuco valesiacae* – *Caricion pediformis* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012  
Ассоциация *Achnathero sibirici* – *Stipetum krylovii* Ermakov, Polyakova et Larionov 2012  
Ассоциация *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacae* Makunina 2006  
Класс *Festuco* – *Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947  
Порядок *Stipetalia Sibiricae* Arbutova et Zhitlukhina ex Korolyuk et Makunina 2001  
Союз *Aconito barbati* – *Poion transbaicalicae* Korolyuk et Makunina 2001  
Ассоциация *Vupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertorum* Makunina 2001  
Субассоциация *B.m.* – *H.d. typicum* Makunina in Korolyuk et Makunina 2001  
Союз *Veronici incanae* – *Helictotrichion desertorum* Korolyuk 2010  
Ассоциация *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis* Makunina 2006  
Субассоциация *A.g* – *C.p. typicum* Makunina 2006  
Субассоциация *A.g* – *C.p. iridetosum ruthenicae* Makunina 2006

**Результаты ординации.** Результаты проведенной ординации всего ряда геоботанических описаний выявили ведущие эколого-топографические факторы, обуславливающие разнообразие и объясняющие пространственную организацию степных сообществ ключевого полигона.

Вдоль первых двух главных осей ординации (рис. 1) наблюдается объединение описаний в определенно ориентированные группы, интерпретированные в ранге ассоциаций и субассоциаций, которые выстраиваются в экологические ряды.

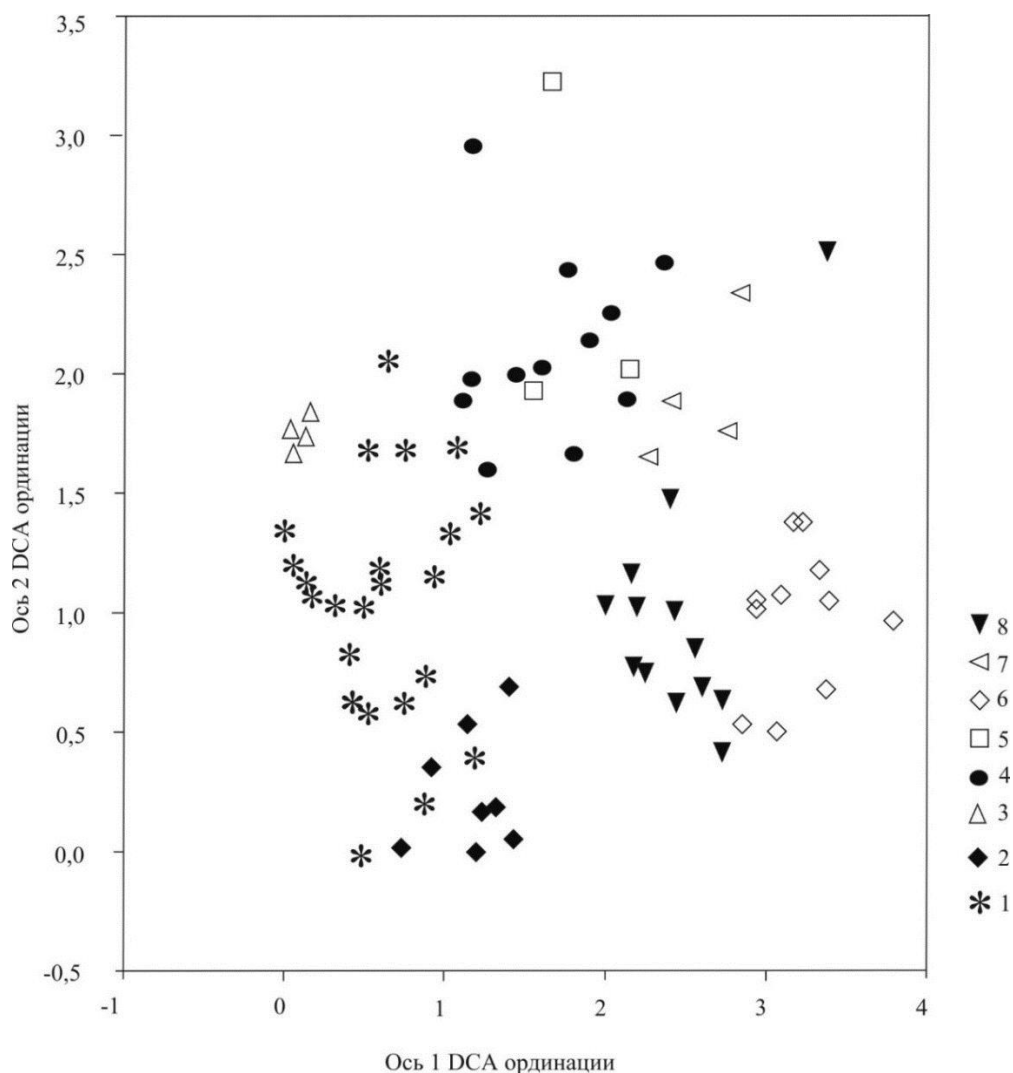


Рис. 1. Распределение степных сообществ ключевого участка «Озеро Иткуль»

1. *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis caricetosum humilis*; 2. *A. d.* – *C. p. helictotrichetosum desertorum*; 3. *Youngio tenuifoliae* – *Agropyrietum cristati*; 4. *Achnathero sibirici* – *Stipetum krylovii*; 5. *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacaе*; 6. *Vupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertorum typicum*; 7. *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis typicum*; 8. *A. g.* – *C. p. iridetosum ruthenicae*.

На основании анализа соотношения экологических групп видов выявленных синтаксонов вдоль оси 1 четко выражен экологический ряд замещения сообществ от петрофитных степей ассоциаций *Androsaco* – *Caricetum caricetosum humilis* и *Youngio* – *Agropyrietum*, занимающих крайне левое положение на оси 1 (значения 0,0–1,1), до непетрофитных луговых степей ассоциации *Vupleuro* – *Helictotrichetum*, занимающих крайне правое положение (значения 3,0–4,0). Центральное положение на оси 1 (значения 1,2–2,9) занимают последовательно сменяющие друг друга степные сообщества ассоциаций *Androsaco* – *Caricetum*

*helictotrichetosum desertorum*, *Achnathero – Stipetum*, *Thalictro – Festucetum* и *Artemisio – Caricetum* по мере снижения в них активности облигатных и факультативных петрофитов.

Наблюдаемый экологический ряд замещения степных сообществ вдоль оси 1, интерпретированной как фактор каменистости субстрата, также разделился на две крупные эколого-географические категории центральноазиатских степей класса *Cleistogenetea squarrosae* (диапазон значений 0,0–2,0) и западно-палеарктических луговых степей класса *Festuco – Brometea* (значения 2,0–4,0). Наличие в одном ландшафте ассоциаций степной растительности разных географических типов связано с переходным положением Минусинской межгорной котловины между Северной и Центральной Азией. При этом наблюдаемая видимая корреляция этих крупных категорий с фактором петрофитности объясняется историческим формированием центральноазиатских степей исключительно в горных регионах с субстратами разной степени каменистости, в то время как евросибирские степи формировались преимущественно в равнинных условиях на хорошо развитых почвах.

По оси 2 ординации наблюдается экологический ряд замещения степных сообществ в соответствии с ведущим фактором влажности субстрата и косвенно связанным с ним топографическим фактором – определенным положением сообществ в рельефе. Ряд замещения начинают наиболее влаголюбивые сообщества субассоциации *Androsaco – Caricetum helictotrichetosum desertorum* (значения 0,0–0,4), занимающие преимущественно вогнутые части склонов северных ориентаций. Далее в диапазоне значений (0,6–1,7) сгруппированы умеренно влаголюбивые луговые степи *Vupleuro – Helictotrichetum typicum*, *Artemisio – Caricetum typicum*, *A.g – C.p. iridetosum ruthenicae* и *Androsaco – Caricetum caricetosum humilis*, приуроченные в рельефе к привершинным и средним частям склонов юго-западных, западных и северных ориентаций. Экологический ряд завершают ксерофитные степи *Youngio – Agropyrietum*, *Achnathero – Stipetum* и *Thalictro – Festucetum* (значения 1,8–3,2), связанные с наиболее сухими средними частями склонов южных экспозиций (*Youngio – Agropyrietum*) или с сухими южными шлейфами склонов гор и выровненными межсклоновыми пространствами (*Achnathero – Stipetum*, *Thalictro – Festucetum*).

Полученные результаты градиентного анализа демонстрируют закономерности формирования разнообразия степных сообществ в связи с ведущими экологическими факторами, специфически проявляющими себя в определенных элементах рельефа. Выявленные на ведущих осях экологические ряды степной растительности раскрывают важные эколого-топографические закономерности распределения растительных сообществ и тем самым выступают основой изучения пространственной организации растительного покрова.

**Результаты картографирования пространственной структуры растительности.** В результате проведенного дешифрирования спектрзональных космических снимков среднего разрешения Landsat-7 и анализа распространения синтаксонов в связи с формами рельефа создана картографическая модель пространственной организации разнообразия горно-степной растительности ключевого полигона. В её основу положены выявленные методом ординации экологические ряды сообществ (полночленные и неполночленные), связанные с конкретными экологическими условиями – влажностью и каменистостью субстрата, и формирующие характерные комбинации на склонах гор разных экспозиций и по межсклоновым пространствам. В соответствии с этим принципом были выявлены фитоценохоры в ранге микрокомбинаций, каждая из которых отражает ориентированные и неориентированные в пространстве сочетания растительных сообществ в связи с динамикой рельефа, а также были определены контуры, представляющие отдельные типы степных сообществ (фитоценомеры) ранга ассоциаций (рис. 2).

Первый микропоясный ряд характерен для наиболее крутых (25–40°) склонов южной экспозиции. Начинают ряд ксерофитные петрофитные степи с участием криофитов (*Androsaco dasyphyllae – Caricetum pediformis caricetosum humilis*), приуроченные к выпуклым формам микрорельефа с выходами материнских горных пород, а также участками со слаборазвитой и защепенной почвой (глубина 3–7 см, покрытие щебня до 95%). Проективное покрытие травяного яруса фитоценозов колеблется от 25 до 65%. Помимо



альпийских криофильных видов (*Kobresia filifolia*, *Minuartia verna*) в травяном ярусе доминируют низкорослые (высотой 2–7 см), облигатные степные петрофиты (*Dendranthema zawadski*, *Alyssum obovatum*, *Thymus serpyllum*).

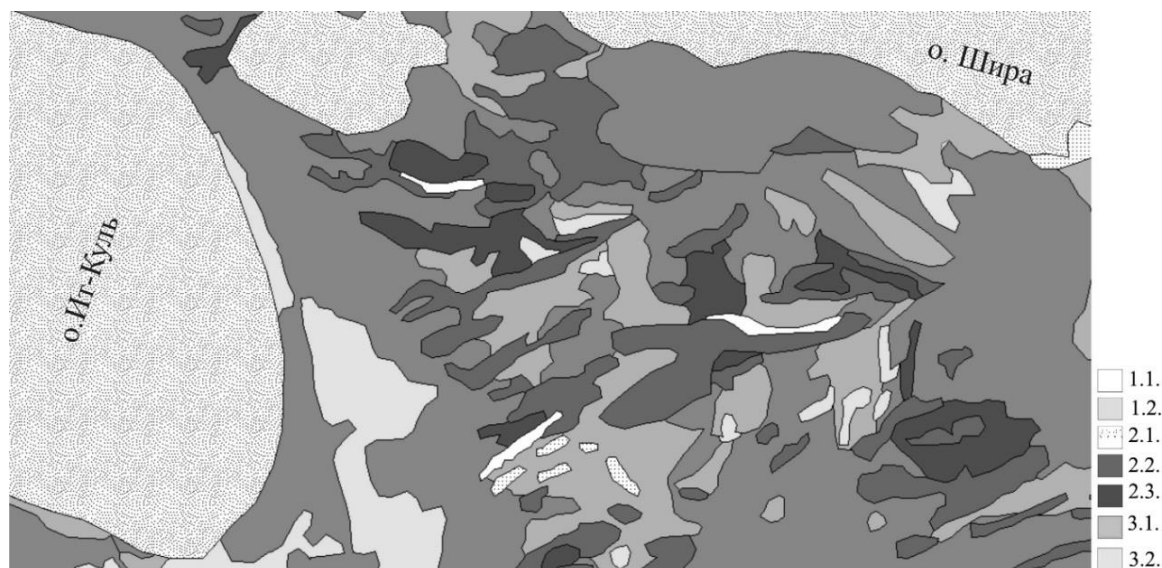


Рис. 2. Картографическая модель дешифрированного снимка Landsat-7 ключевого участка «озеро Иткуль»

Злаково-разнотравные петрофитные степи *Youngio tenuifoliae* – *Agropyrietum cristati* замещают сообщества предыдущего типа на южных склонах гор от привершинных частей до шлейфов. За счет интенсивного разрушения породы и выветривания микрорельеф склонов приобретает ступенчатые формы с выходами материнских пород и крупнообломочным материалом (диаметром 12–15 см), покрытие которого составляет до 10–12 %, и мелкого щебня покрывающего до 70 % территории. Проективное покрытие травяного яруса сообществ от 40 до 60 %, в травяном ярусе господствуют петрофиты *Alyssum obovatum*, *Thymus serpyllum*, *Elytrigia geniculata*, *Adenophora rupestris*. В отличие от предыдущей ассоциации здесь наблюдаются более высокие показатели проективного покрытия у дерновинных осок – *Carex pediformis* и *C. humilis* за счет небольшого увеличения почвенного покрова, а также преобладание термофильных дерновинных и корневищных видов – *Achnatherum sibiricum*, *Veronica pinnata*, *Saussurea salicifolia*, *Dracocephalum peregrinum*, *Iris biglumis* за счет увеличения теплообеспеченности крутых южных склонов. Сообщества степей с участием криофитов на снимках среднего разрешения редко выделяются отдельными полигонами (1.1., табл. 1). Это связано с формами контуров большинства сообществ данного типа, которые, как правило, вытянуты в виде узких полос (в среднем 2–4 м шириной) вдоль выпуклых привершинных частей склонов. Поэтому чаще всего на снимках среднего разрешения они выделяются в виде сочетаний с господствующими по южным склонам злаково-разнотравными степями *Youngi* – *Agropyrietum* (1.2.).

Второй микропоясный ряд расположен по более пологим (8–15°) и вытянутым склонам северных экспозиций низких гор и увалов. Небольшие по площади вогнутые привершинные щебнистые участки (защепленность в среднем 3–5 %, максимально до 45 %) занимают мезофильные варианты петрофитных степей *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis helictotrichetosum desertorum* (2.1.). В видовом составе этих сообществ, в отличие от аналогичных степей южных склонов, значительную роль играют лугово-степные ксеромезофиты *Iris ruthenica*, *Saussurea controversa*, *Veratrum nigrum*, *Thalictrum petaloideum*, при этом наблюдается существенная роль облигатных петрофитов.

Ниже, по средним частям северных склонов, крутизной в среднем 8° и по небольшим террасам (крутизной 2–3°) с более развитым почвенным покровом располагаются умеренно-петрофитные ковыльно-овсецово-разнотравные степи (*Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis*) и их кустарниковые варианты с *Caragana pygmaea*, имеющие покрытие травяного яруса 85–90 %. На космических снимках среднего разрешения типичные и кустарниковые варианты сообщества *Artemisio* – *Caricetum* представлены в виде четко различаемых крупных контуров (2.2.). Также по средним частям склонов и по пологим делювиальным шлейфам (крутизна 1–2°) северных склонов увалов господствует сочетание сообществ крупнодерновинно-злаковых луговых степей *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis iridetosum ruthenicae* и более влаголюбивых разнотравных луговых степей *Bupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertorum*, локально приуроченных к неглубоким понижениям в микрорельефе (2.3.). В сообществах обеих ассоциаций преобладают ксеромезофитные и мезофитные лугово-степные и луговые виды – *Sanguisorba officinalis*, *Onobrychis arenaria*, *Poa angustifolia*, *Phleum phleoides*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Geranium pratense*, *Galium boreale*.

По выровненным или слабовогнутым широким межсклоновым пространствам с хорошо развитыми почвами распространены непетрофитные разнотравно-типчаковые (*Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacaе*) и разнотравно-ковыльные (*Achnathero sibirici* – *Stipetum krylovii*) луговые степи (3.1. и 3.2., соответственно). Они занимают большие пространства и на снимках среднего разрешения представлены в виде отдельных контуров. В этих ассоциациях основу травяного яруса составляют виды, характерные для зональных луговых степей: *Stipa krylovii*, *S. cappilata*, *Helictotrichon altaicum*, *Calamagrostis epigeios*, *Achnatherum sibiricum*, *Schizonepeta multifida*, *Dianthus versicolor*, *Scutellaria scordiifolia*, *Potentilla bifurca*, *P. longifolia*, *Thermopsis lanceolata*. При этом ассоциация *Thalictro* – *Festucetum* распространена по выровненным плакорным местообитаниям, в то время как для ковыльных степей *Achnathero* – *Stipetum* характерны более сухие местообитания со слабоволнистыми или немного выпуклыми формами рельефа. Отличительной чертой фитоценотической структуры, дающей возможность различать сообщества этих ассоциаций, выступает разница проективного покрытия травяного яруса. У сообществ разнотравно-ковыльных степей она выше (80–85 %), чем у разнотравно-типчаковых степей (от 60 до 75 %), благодаря чему на космических снимках контуры этих двух сообществ обладают разными спектральными характеристиками.

На основе выполненной классификации растительных сообществ и разработанной системы пространственных единиц составлена легенда к крупномасштабной картографической модели исследованного полигона (табл. 1).

Использование снимков WorldView–2 с разрешением 2 метра дало возможность создать картографическую модель более крупного масштабного уровня, отражающую более детальную структуру растительного покрова (рис. 3). На этой модели, выявленные ранее на снимках среднего разрешения Landsat–7 целостные пространственные категории растительности – микро-комбинации и микропоясные ряды разделены на отдельные контуры слагающих их сообществ – фитоценомеров. Такая детальность картографического представления фитоценотического разнообразия актуальна при картографировании уникальных растительных сообществ, имеющих важное природоохранное значение, как местообитание редких и исчезающих видов растений. На исследованном ключевом полигоне достигнутая высокая степень детализации структуры растительного покрова позволила четко отразить ландшафтные позиции и площадные размеры уникальных степных сообществ с участием реликтовых представителей альпийской флоры («сниженных альпийцев») – *Kobresia filifolia*, *Minuartia verna*, *Patrinia sibirica*, а также сообществ петрофитных степей, содержащих ряд узкоэндемичных видов из Красной книги Хакасии (2012): *Astragalus ionae*, *Oxytropis includens*, *Adenofora rupestris*. На снимках высокого разрешения эти сообщества выделяются в отдельные объекты, по идентифицирующим их спектральными характеристиками, а также по косвенным признакам – очертанию контуров и положению в ландшафте.

Легенда к картографической модели пространственной организации горно-степной растительности ключевого полигона «Озеро Иткуль» (1:100000)

<b>Растительность степного пояса останцово-грядового рельефа Северо-Минусинской межгорной котловины</b>	
<b>1. Ксерофитные и мезоксерофитные каменистые мелкодерновинные степи по инсолированным крутым склонам гор и увалов с интенсивными процессами эрозии.</b>	
1.1.	Ксеро-мезофитные петрофитные злаково-осоково-разнотравные степи <i>Androsaco dasyphyllae</i> – <i>Caricetum pediformis caricetosum humilis</i> ( <i>Orostachys spinosa</i> , <i>Elytrigia geniculata</i> , <i>Arctogeron gramineum</i> , <i>Festuca sibirica</i> ) с участием альпийско-степных криофитов ( <i>Kobresia filifolia</i> , <i>Minuartia verna</i> ) по эродированным выпуклым вершинам увалов
1.2.	Микропоясный ряд ксерофитных злаково-разнотравных петрофитных степей <i>Youngio tenuifoliae</i> – <i>Helictotrichetum desertorum</i> ( <i>Stevenia cheiranthoides</i> , <i>Potentilla sericea</i> , <i>Koeleria cristata</i> , <i>Onosma simplicissima</i> , <i>Thymus serpyllum</i> ) и ксеро-мезофитных злаково-осоково-разнотравных степей <i>Androsaco dasyphyllae</i> - <i>Caricetum pediformis caricetosum humilis</i> с участием криофитов по крутым склонам гор южных экспозиций
<b>2. Ксеромезофитные петрофитные и слабо-петрофитные разнотравно-злаковые луговые степи по пологим склонам гор и увалов северной экспозиции</b>	
2.1.	Мезо-ксерофитные петрофитные злаково-осоково-разнотравные степи <i>Androsaco dasyphyllae</i> – <i>Caricetum pediformis helictotrichetosum desertorum</i> ( <i>Orostachys spinosa</i> , <i>Arctogeron gramineum</i> , <i>Festuca sibirica</i> , <i>Iris ruthenica</i> , <i>Saussurea controversa</i> , <i>Veratrum nigrum</i> ) с участием криофитов ( <i>Kobresia filifolia</i> , <i>Minuartia verna</i> ,) по привершинным частям северных склонов
2.2.	Ксеро-мезофитные крупнодерновинные овсецово-разнотравные луговые степи <i>Artemisio glaucae</i> – <i>Caricetum pediformis typicum</i> ( <i>Artemisia glauca</i> , <i>Stipa capillata</i> , <i>Achillea asiatica</i> , <i>Iris ruthenica</i> ) и их кустарниковые ( <i>Caragana pygmaea</i> ) варианты по пологим склонам северной экспозиции
2.3.	Микрокомбинация ксеромезофитных слабо-петрофитных крупнодерновинных овсецово-ирисово-разнотравных луговых степей <i>Artemisio glaucae</i> – <i>Caricetum pediformis iridetosum ruthenicae</i> и ксеро-мезофитных непетрофитных ковыльно-разнотравных луговых степей <i>Bupleuro multinervi</i> - <i>Helictotrichetum desertorum typicum</i> ( <i>Helictotrichon schellianum</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Seseli libanotis</i> , <i>Bupleurum multinerve</i> , <i>Carex korshinskyi</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Galium boreale</i> ) по пологим склонам гор и увалов северной экспозиции
<b>3. Мезо-ксерофитные непетрофитные луговые степи выровненных межсклоновых пространств с хорошо развитыми почвами</b>	
3.1.	Мезо-ксерофитные мелкодерновинные степи <i>Thalictro foetidi</i> – <i>Festucetum valesiacaе</i> ( <i>Stipa krylovii</i> , <i>Helictotrichon altaicum</i> , <i>Dianthus versicolor</i> , <i>Scutellaria scordiifolia</i> , <i>Potentilla bifurca</i> , <i>Thermopsis lanceolata</i> , <i>Thalictrum foetidum</i> )
3.2.	Мезо-ксерофитные злаково-разнотравные луговые степи <i>Achnathero sibirici</i> – <i>Stipetum krylovii</i> ( <i>Stipa krylovii</i> , <i>S. capillata</i> , <i>Helictotrichon altaicum</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Achnatherum sibiricum</i> , <i>Schizonepeta multifida</i> , <i>Potentilla bifurca</i> , <i>P. longifolia</i> , <i>Thermopsis lanceolata</i> )

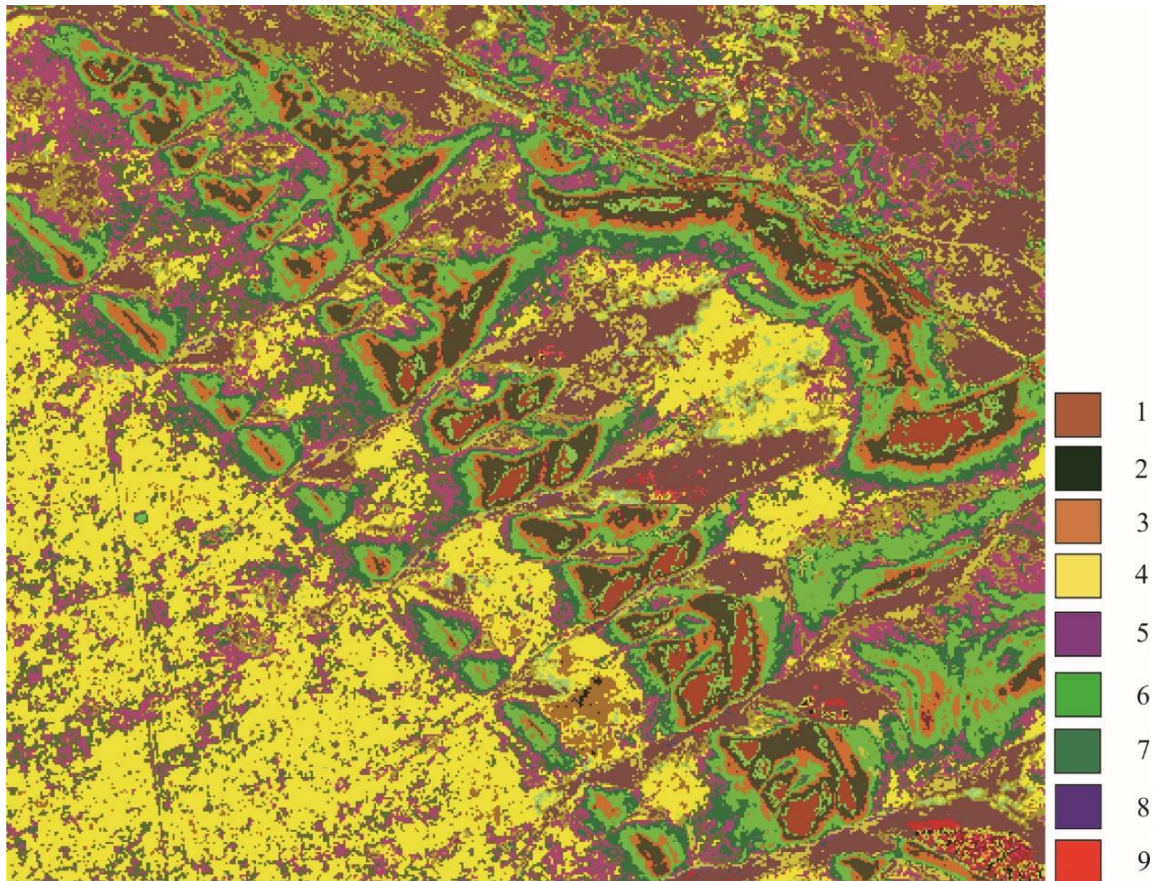


Рис. 3. Фрагмент картографической модели ключевого полигона «озеро Иткуль» по результатам дешифрирования снимка WorldView-2

1. *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis caricetosum humilis*; 2. *A.d.* – *C.p. helictotrichetosum desertorum*; 3. *Youngio tenuifoliae* – *Agropyrietum cristati*; 4. *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacae*; 5. *Achnathero sibirici* – *Stipetum krylovii*; 6. *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis typicum*; 7. *A.g.* – *C.p. iridetosum ruthenicae*; 8. *Bupleuro multinervi* – *Helictotrichetum desertorum typicum*; 9. Участки разреженной лесной растительности с участием *Larix sibirica* и *Betula pendula*. Масштаб 1:5000.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное средне- и крупно-масштабное геоботаническое картографирование ключевого полигона «озеро Иткуль» позволило раскрыть закономерности пространственной организации растительности горно-степного пояса Минусинской межгорной котловины на разных масштабных уровнях. В основу легенды картографической модели положены выделенные при классификации единицы растительности ранга ассоциации и субассоциации. Проведенный ординационный анализ растительности выявил закономерности экологической дифференциации степных сообществ по градиентам ведущих факторов каменистости субстрата и влагообеспеченности, определил их связи с элементами микрорельефа. Последнее выступило основой разработки пространственных единиц – сочетаний, микропоясных рядов, выступивших объектами дешифрирования изображений космических снимков, а также разделами созданной легенды карты растительности.

Дешифрирование космических снимков среднего разрешения Landsat-7 позволило создать картографическую модель, демонстрирующую пространственную организацию горно-степного пояса на уровне сочетаний сообществ и показать пространственные закономерности распределения выявленных при ординации экологических рядов. Использование снимков высокого разрешения World View-2 дало возможность в крупном

масштабе отразить сложную гетерогенную структуру горно-степного пояса ключевого полигона на уровне фитоценозов и максимально раскрыть ландшафтные позиции каждого из них.

Реализованный подход к картографическому моделированию позволяет в обобщенном крупном масштабе отражать пространственную структуру растительного покрова на уровне территориальных единиц топологической размерности, которые представляют региональные эколого-топографические закономерности формирования разнообразия горно-степной растительности. Созданные картографические модели в детальном крупном масштабе выступают достоверной основой мониторинга состояния редких растительных сообществ, а также динамических трендов в растительном покрове с высоким фитоценологическим разнообразием и сложноорганизованной комплексной структурой.

*Работа выполнена в рамках тем государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (№ гос. регистрации АААА-А17-117012610052-2), ФГБУН «НБС-ННЦ» (№ 0829-2019-0023), а также при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №№ 18-04-00633, 18-44-190007 p\_a, 19-54-40005).*

### Список литературы

Волкова В. Г. Крупномасштабное картографирование стадий восстановления степных фитоценозов Хакасии // Геоботаническое картографирование. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1983. – С. 51–60.

Гавлина Г. Б. Климат Хакасии // Природные условия и сельское хозяйство Хакасской автономной области / [Отв. ред. К.П. Горшенин]. – М.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1954. – С. 21–29.

Данилова И. В., Рыжкова В. А., Корец М. А. Алгоритм автоматизированного картографирования современного состояния и динамики лесов на основе ГИС // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – 2010. – Т. 8, вып. 4. – С. 15–24.

Данилова И. В., Рыжкова В. А., Онучин А. А., Использование спутниковых данных, цифровой модели рельефа и наземной информации для картографирования восстановительной динамики лесов // Геодезия и картография. – 2013. – № 9. – С. 25–32.

Ермаков Н. Б., Ларионов А. В., Полякова М. А. Синтаксоны луговых степей *Helictotrichetalia schelliani* из Алтая и Хакасии // Вестник НГУ, Серия медико-биологическая. – 2012. – Т. 10, Вып. 2. – С. 16–23.

Ермаков Н. Б. Продромус растительности России // Современное состояние основных концепций науки о растительности / [Отв. ред. Петрова Л. Д.]. – Уфа: Гилем, 2012. – С. 377–483.

Ермаков Н. Б., Пестунов И. А., Дидух Я. П., Полякова М. А. Структура криофитно-степной фитоценохоры на снимках высокого разрешения в горно-степном поясе северной Хакасии // Вестник НГУ, Серия медико-биологическая. – 2013. – Т. 11, Вып. 1. – С. 54–60.

Каширина Е. С., Бондарев Л. В. Картографирование растительности ландшафтного заказника общегосударственного значения «Мыс Фиолент» и общезоологического заказника общегосударственного значения «Бухта Казачья» (Большой Севастополь, Крым) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – Вып. 8. – С. 130–140.

Красная книга Республики Хакасия: редкие и исчезающие виды растений и грибов / [Отв. ред. Никитина Т. А.]. – Новосибирск: Наука, 2012. – 288 с.

Куминова А. В. Материалы к сравнительному анализу каменистых степей Хакасии и Алтая // Геоботанические исследования в Западной и Средней Сибири / [Отв. ред. Куминова А. В.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1971. – С. 125–131.

Куминова А. В. Степи // Растительный покров Хакасии / [Отв. ред. Куминова А. В.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, Новосибирск: Наука, 1976. – С. 95–153.

Куминова А. В. Структура растительного покрова Хакасии и некоторые приемы ее изучения // Ботанический журнал. – 1977. – Т. 62, № 4. – С. 465–480.

Королюк А. Ю., Макунина Н. И. Низкотравные каменистые степи Северо-Минусинской котловины: ассоциации *Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis* // Ботанический журнал. – 1998. – Т. 83, № 7. – С. 119–127.

Макунина Н. И. Степи Минусинских котловин // *Turczaninowia*. – 2006. – Т. 9, вып. 4. – С. 112–144.

Мистрюков А. А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины. – Новосибирск: ОИГГМ, 1991. – 130 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 21 / Красноярский край, Тувинская АССР. Книга 1 / [Ред. Н. С. Смирнова]. – 1990. – 625 с.

Нешатаев М. В., Нешатаев В. Ю. Картографирование растительности для кадастровой оценки земель особо охраняемых природных территорий (на примере Лапландского заповедника) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1 (6). – С. 1630–1633.

Никольская Л. А. Хакасия. – Красноярск: Красноярское книжное изд-во., 1968. – 243 с.

- Пестунов И. А., Бериков В. Б., Куликова Е. А., Рылов С. А. Ансамблевый алгоритм кластеризации больших массивов данных // Автометрия. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 49–58.
- Пестунов И. А., Рылов С. А. Сегментация спутниковых изображений высокого разрешения по спектральным и текстурным признакам // Сибирский государственный университет геосистем и технологий. Новосибирск. – 2012. – Т. 1. – С. 86–91.
- Полевая геоботаника. Методическое руководство / [Отв. ред. Е. М. Лавренко]. – Новосибирск: Издательство Академии наук СССР, 1964. – Т. 3. – 530 с.
- Полевая геоботаника. Методическое руководство / [Ред. Корчагин А. А., Лавренко Е. М.]. – Новосибирск: Издательство Академии наук СССР, 1972. – Т. 4. – 336 с.
- Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И. Климат и горные леса Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1986. – 225 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб., 1995. – 992 с.
- Щербакова Е. М. Рельеф Минусинской впадины // Труды Южно-Енисейской комплексной экспедиции. – 1954, Вып. 3. – С. 113–123.
- Hennekens S. M. TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. – Lancaster: IBN-DLO, University of Lancaster, 1996. – 59 p.
- Hill M. O. DECORANA and TWINSpan, for Ordination and Classification of Multivariate Species Data: A New Edition, Together with Supporting Programs, in FORTRAN 77. – Huntington: Inst. Terrestr. Ecol., 1979. – 58 p.
- Ignatov M. S., Afonina O. M. (Eds.) Check-list of mosses of the former USSA // Arctoa. – 1992. – Vol. 1, N 6 (1–2). – P. 1–85.
- Ermakov N., Larionov A., Polyakova M., Pestunov I., Didukh Ya. Diversity and spatial structure of cryophytic steppe of the Minusinskaya basin in Southern Siberia (Russia) // Tuexenia. – 2014. – Vol. 34. – P. 431–446.
- Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 453.
- Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3 ed. // Journal of Vegetation Science. – 2000. – Vol. 11, N 5. – P. 739–768.
- Westhoff V. & van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Handbook of Vegetation Science. – 1973. – Vol. 5. – P. 617–726.

**Polyakova M. A., Ermakov N., B. The study of steppe vegetation spatial structure in Khakassia using satellite images of different resolution // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 3–13.**

The results of steppe vegetation spatial structure study in Khakassia Republic located in northern part of the Altai-Sayan mountain region are represented in the paper. Leading environmental factors were determined by gradient analysis (DCA-ordination). Axis 1 was interpreted as soil humidity and topographic (location of communities in relief) factors. Axis 2 demonstrated distribution of vegetation associations depending on bedrocks types. The cartographic model of steppe vegetation spatial structure of key area placed in the Minusinskaya intermountain basin was developed using satellite images Landsat-7 (with resolutions – 30 meters). Some typological units of steppe communities of the association and subassociation ranks (*Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis caricetosum humilis*, *Androsaco dasyphyllae* – *Caricetum pediformis helictotrichetosum desertorum*, *Artemisio glaucae* – *Caricetum pediformis typicum*, *Thalictro foetidi* – *Festucetum valesiacae*, *Achnathero sibirici* – *Stipetum krylovii*) were identified in satellite images and represented in vegetation map by separate contours. Besides, polygons with mosaic of small-size steppe communities related to certain ecologically heterogeneous relief elements were identified as spatial units - micro-combinations. All distinguished steppe ecological types united in three higher spatial categories related to the main landforms of studied area (mountain slopes of different aspects and intermountain depressions) were used for the map legend construction. Series of large-scale vegetation maps representing detailed structure of steppe vegetation in spatial units – micro-combinations was developed using the World View – 2 satellite images. They allow to identify the locations of small-size plant communities in complicated mosaic of steppe belt. It is an important basis for monitoring and protection of rare and endangered steppe communities and Red Data Book species.

*Key words:* steppe, vegetation map, GIS, ordination, Khakassia.

*Поступила в редакцию 20.04.19*

УДК 581.92

## Особенности таксономических спектров флор лесостепной части Самаро-Ульяновского Поволжья

Иванова А. В., Костина Н. В., Аристова М. А.

Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук  
Тольятти, Россия  
[nastia621@yandex.ru](mailto:nastia621@yandex.ru)

При таксономическом анализе флоры традиционно уделяется внимание головной части семейственного и родового спектров (10–15 крупнейших семейств или родов), представляющего собой «лицо» флоры. Первые два места в семейственном спектре флор Голарктики чаще всего занимают Asteraceae и Poaceae, а по третьему семейству принято выделять тип флоры изучаемой территории. Согласно имеющимся флористическим данным по административным областям территория Самарской, а также Ульяновской областей принадлежит «зоне бобовых» (Fabaceae-зоне). Однако, при рассмотрении данной территории, используя физико-географическое деление, Fabaceae-тип флоры здесь сохраняется не во всех случаях. Жигулевский, Свято-Усинский физико-географические районы, демонстрируют Rosaceae-тип флоры. В данной статье рассмотрены причины появления Rosaceae-типа путем совместного анализа семейственных и родовых спектров соответствующих флор. Установлено, что на территории Самаро-Ульяновского Поволжья видовое обилие семейства Fabaceae обеспечивается в основном представителями рода *Astragalus*, определенный вклад вносят роды *Vicia*, *Lathyrus* и *Medicago*. Показано, что у флор физико-географических районов, имеющих Rosaceae-тип флоры, ослабляется роль рода *Astragalus*, при этом первым по численности оказывается род *Vicia*. На изучаемой территории известны немногочисленные примеры сохранения Fabaceae-типа флоры при условии малочисленности рода *Astragalus*. Очевидно, эти случаи для данной территории являются скорее исключениями из общего правила. Для установления подобных закономерностей на других территориях, относящихся к Fabaceae-зоне, требуются аналогичные исследования. Показано, что во флорах северо-западной части Волжского бассейна (Владимирская, Калужская области), имеющих Rosaceae-тип, также снижается численность рода *Astragalus* и увеличивается у рода *Vicia*, к которому переходит ведущая роль. Второе место остается за родом *Lathyrus*. Среди родов семейства Rosaceae самым многочисленным в зоне бобовых является род *Potentilla*, смена типов флоры связана с возрастающей численностью рода *Alchemilla*. Это подтверждается проведенным в статье анализом родовых спектров флор северо-западной части Волжского бассейна, у которых род *Alchemilla* появляется в головной части спектра на одной из первых позиций.

**Ключевые слова:** головная часть таксономического спектра, Rosaceae-тип флоры, Fabaceae-тип флоры, физико-географические районы, Самаро-Ульяновское Поволжье, Волжский бассейн.

### ВВЕДЕНИЕ

Таксономический анализ флоры является важнейшей частью общего анализа и подразумевает рассмотрение целого ряда показателей. Систематические признаки традиционно служат основой при изучении и сравнении флор. Особое внимание принято уделять головной части таксономического спектра, представляющего собой «лицо» флоры, которое выявляется при анализе 10–15 крупнейших семейств и родов (Мальшев, 1973; Толмачев, 1974, 1986; Шмидт, 1980, 2005).

Рассматривая головную часть семейственного спектра флор, находящихся в пределах Голарктики, можно наблюдать, что первые два места чаще всего занимают семейства Asteraceae и Poaceae, «исключая некоторые районы Арктики, пустынь и высокогорий» (Хохряков, 1995). По семейству, находящемуся на третьем месте в семейственном спектре, А. П. Хохряков предлагал выделять типы флоры. Территории, в пределах которых выделяется тот или иной тип флоры, в его работах обозначены как «зоны» флоры. Констатируется также наличие таковых зон на территории Палеарктики, при этом отмечается, что они «не имеют четко выраженных границ, которые могли бы быть однозначно сопоставлены с границами выделов какой-либо из систем флористического или ботанико-географического районирования». Ссылаясь на работу Л. И. Мальшева (1972), А. П. Хохряков относит

внеарктическую Восточную Европу к «зоне бобовых» (Fabaceae-зоне), внутри которой возможно наличие региональных и локальных флор Сугерасеае-типа и Rosaceae-типа.




Следует отметить, что достаточно подробно географически «зоны» флоры какой-либо территории так и не были обрисованы.

Цель наших исследований – основываясь на региональном материале, показать разнообразие таксономических спектров флор «зоны бобовых» на территории лесостепной части Самаро-Ульяновского Поволжья, а также изучить характер перехода между Fabaceae- и Rosaceae-зонами на территории Волжского бассейна.




## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Природные условия.** В пределах Самаро-Ульяновского Поволжья согласно районированию А. В. Ступишина (Физико-географическое районирование..., 1964) выделяется две природные зоны: лесостепная и степная, четыре провинции и 15 физико-географических районов (рис. 1). Каждый из районов характеризуется своими особенностями рельефа, геологического строения, почв, растительности и местных климатических условий. В зоне лесостепи расположены три физико-географические провинции: Низменного Заволжья, Высокого Заволжья и Приволжской возвышенности.


### Условные обозначения

-  Граница физико-географических зон
-  Граница физико-географических провинций
-  Граница физико-географических районов

### Лесостепная зона

-  Лесостепная провинция Приволжской возвышенности
-  Лесостепная провинция Низменного Заволжья
-  Лесостепная провинция Высокого Заволжья

### Степная зона

-  Степная провинция Низменного и Сыртового Заволжья

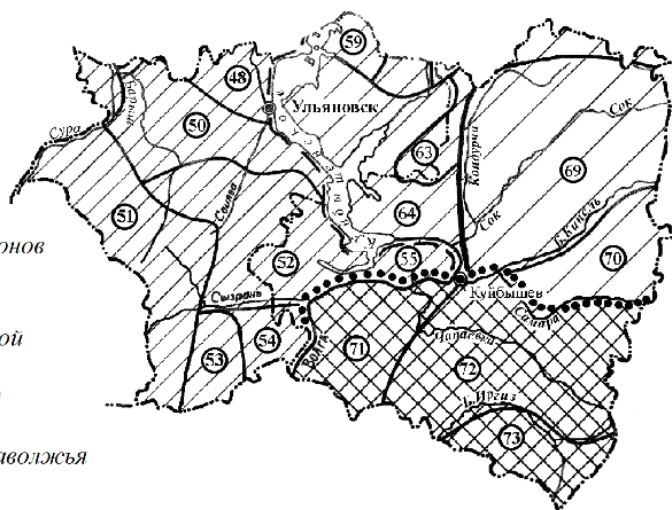


Рис. 1. Физико-географические районы Самаро-Ульяновского Поволжья по (Физико-географическое районирование..., 1964)

Рельеф районов лесостепной провинции Приволжской возвышенности имеет двухъярусный, а местами трехъярусный характер. Территория провинции это – высокая ступенчатая равнина (плато), глубоко расчлененная речной и овражно-балочной сетью. Сильное эрозионное расчленение обусловлено присутствием мягких пород (меловые, пески и песчаники), которые легко поддаются размыву. Почвенный покров представлен серыми лесными почвами, оподзоленными и выщелоченными черноземами в основном легкого механического состава. Климат по сравнению с территориями Заволжья является более холодным и влажным.

Территория лесостепной провинции Низменного Заволжья представляет собой современную и древнюю долину Волги, состоящую из поймы и трех надпойменных террас, сложенных современными и древнечетвертичными наносами. В историческом прошлом древнее русло Волги переместилось, оставив на своем пути разновозрастную толщу речных и озерных осадков. Относительная молодость рельефа и однообразный состав пород



определяет здесь меньшее разнообразие морфоскульптурного орнамента. Низменный рельеф определяет климатическую обстановку в Заволжье, которая засушливее, чем в Предволжье.

Высокое Заволжье представляет собой возвышенную равнину, пересеченную густой сетью глубоко врезанных речных долин. Поверхности водоразделов поднимаются над долинами на 100–150 м. Поверхность территории постепенно понижается от востока к западу, в этом же направлении текут реки Сок, Кондурча, Большой Кинель и другие. Для рек характерна резкая выраженность асимметрии поперечного профиля долин.

**Использованные данные и обработка.** Данные по флоре для рассмотренных физико-географических районов Самаро-Ульяновского Поволжья представлены в виде флористических описаний (списков встреченных видов), географическое расположение которых отмечено на карте рисунка 2 в виде точек (рис. 2). Флористические описания представляют собой списки встреченных видов в окрестностях определенного географического пункта. Они могут различаться между собой по количеству видов (30–600), фитоценотической приуроченности описания (различное количество парциальных флор, описанных полно или отчасти), а также по частоте наблюдения (одноразовые посещения, регулярные посещения в разные периоды вегетационного сезона). В перечень описаний были включены только фактически обнаруженные виды растений. Для характеристики флоры Свяго-Усинского (52, рис. 1) и Сокского (69, рис. 1) районов использовано 178 флористических описаний, часть из которых опубликовано (Саксонов и др., 2005; Саксонов и др., 2006; Ильина и др., 2008; Кудашкина и др., 2009; Корчинова, 2010; Саксонов и др., 2013; Сенатор и др., 2018 и другие). Флора Жигулевского физико-географического района (55, рис. 1) анализировалась по данным С. В. Саксонова (2006). Отдельными описаниями представлены флоры Муранского бора (Саксонов и др., 2018) и окрестностей села Архангельское (Раков, 2006). Их расположение указано на рисунке 2.

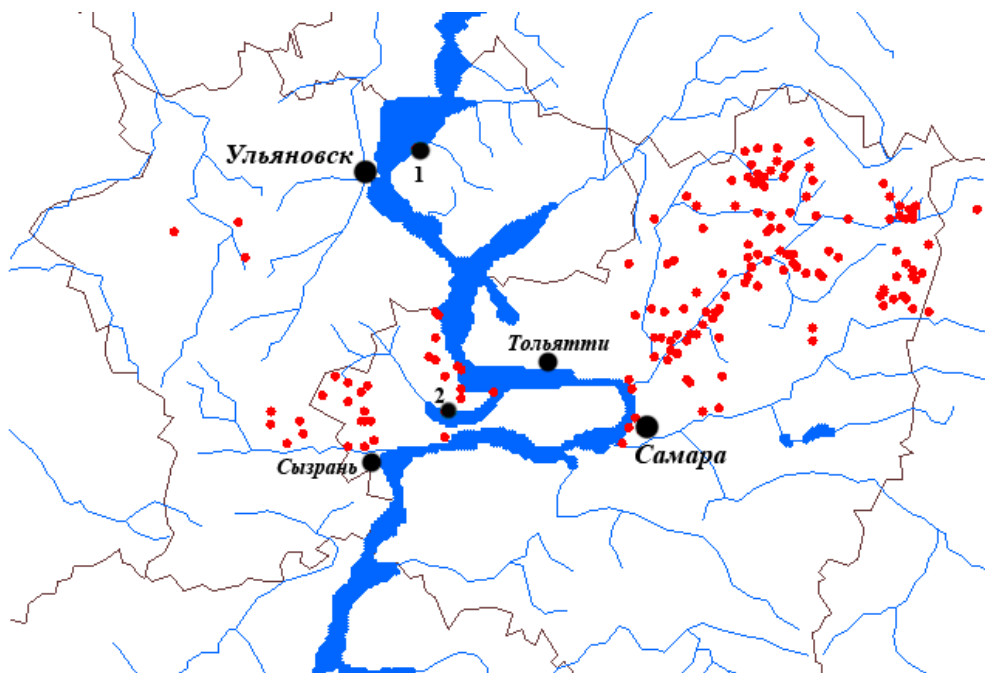


Рис. 2. Расположение флористических описаний на территории Свяго-Усинского и Сокского физико-географических районов  
Цифрами обозначены: 1 – окр. с. Архангельское, 2 – Муранский бор.

Вся совокупность флористических описаний хранится в электронной базе данных FD SUR (Костина, 2015). Ее функциональные возможности позволяют получить автоматически

объединенные списки по отдельным физико-географическим районам, а также таксономические спектры соответствующих флор.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно имеющимся флористическим данным по административным областям, территория Самарской, а также Ульяновской областей принадлежат «зоне бобовых» (Саксонов, Сенатор, 2012; Раков и др., 2014). Однако, при рассмотрении данной территории, используя физико-географическое деление, Fabaceae-тип флоры здесь сохраняется не во всех случаях (Иванова и др., 2016). Показано, что в Мелекесско-Ставропольском районе (64, рис. 1), расположенном в Низменном Заволжье, устанавливается Rosaceae-тип или иной тип флоры (Иванова и др., 2017). Аналогичная ситуация наблюдается в некоторых районах Предволжья, территория которых полностью принадлежит лесостепной зоне. Флоры районов степной зоны, находящейся в пределах изучаемой территории в Заволжье, бесспорно относятся к Fabaceae-типу. Семейство розоцветных здесь не так многочисленно, хотя и присутствует в головной части спектра (Иванова и др., 2016).

Лесостепной провинции Приволжской возвышенности принадлежит целый ряд физико-географических районов (рис. 1), большинство которых имеют флору Fabaceae-типа. Rosaceae-тип флоры демонстрирует Жигулевский район, занимающий территорию Самарской Луки. Похожая тенденция наблюдается у флоры Свяго-Усинского физико-географического района.

Причины появления Rosaceae-типа флоры возможно вскрыть при совместном анализе семейственных и родовых спектров (табл. 1).

Таблица 1

Головные части семейственных и родовых спектров флор некоторых физико-географических районов Самаро-Ульяновского Поволжья

№ п/п	Жигулевский (55)		Свяго-Усинский (52)		Сокский (69)	
	сем.	родовой	сем.	родовой	сем.	родовой
1	Ast 15,4	Carex 3,2	Ast 14,3	Carex 2,9	Ast 15,8	Carex 2,6
2	Poa 9,6	Galium 1,5	Poa 9,6	Galium 1,8	Poa 9,1	Galium 2,0
3	<b>Ros 6,1</b>	Viola 1,3	<b>Fab 6,5</b> <b>Ros 6,5</b>	Astragalus 1,5	<b>Fab 6,6</b>	Potentilla 1,9
4	Bras 4,7	Potentilla 1,2		Viola 1,5	<b>Ros 5,8</b>	Astragalus 1,6
5	Car 4,5	Artemisia 1,2	Bras 4,7	Salix 1,4	Bras 4,4	Viola 1,4
6	<b>Fab 4,5</b>	Salix 1,2	Car 4,3	Potentilla 1,4	Car 3,9	Artemisia 1,4
7	Cyp 4,4	Centaurea 1,1 Ranunculus 1,1 Taraxacum 1,1 Potamogeton 1,1	Lam 4,0	Artemisia 1,3	Cyp 3,8	Salix 1,3
8	Lam 3,6		Cyp 3,8	Campanula 1,2	Lam 3,8	Veronica 1,2
9	Scr 3,5		Scr 3,6	Vicia 1,2	Scr 3,5	Centaurea 1,0
10	Ran 3,2		Api 3,3	Alchemilla 1,0	Api 3,3	Euphorbia 0,9 Campanula 0,9

Примечание к таблице. В скобках указаны номера физико-географических районов в соответствии с рисунком 1; указана доля (%) видов таксона в составе флоры.

Можно предположить, что самыми крупными родами семейств Fabaceae и Rosaceae являются *Astragalus* и *Potentilla*. Очевидно, именно они большей частью определяют положение «своего» семейства в спектре. Действительно, в головных частях представленных родовых спектров из названных семейств эти роды многочисленнее остальных (таблица). Они входят в состав ведущих родов на данной территории (Иванова и др., 2018). Исключением является Жигулевский район, у которого в родовом спектре наблюдается нехарактерная

ситуация: род *Astragalus* не присутствует в головной части. У остальных районов, представленных в таблице, *Astragalus* и *Potentilla* присутствуют в головной части спектра, причем в различной последовательности. Очевидно, большая доля у рода *Potentilla*, чем *Astragalus* – обычная ситуация в лесостепной части зоны бобовых. Например, у Сокского физико-географического района, который демонстрирует Fabaceae-тип флоры, в составе флоры насчитывается больше лапчаток, чем астрагалов. Тип флоры формирует численность всех родов соответствующего семейства в совокупности. В нашем случае высокая доля семейства Fabaceae обеспечивается не только родом *Astragalus*. Определенный вклад вносят роды *Vicia*, *Lathyrus* и *Medicago*.

Рассмотрим более подробно вклад крупнейших родов семейств Fabaceae и Rosaceae во флору. Для этого проанализируем головные части родовых спектров этих семейств трех физико-географических районов (рис. 3).

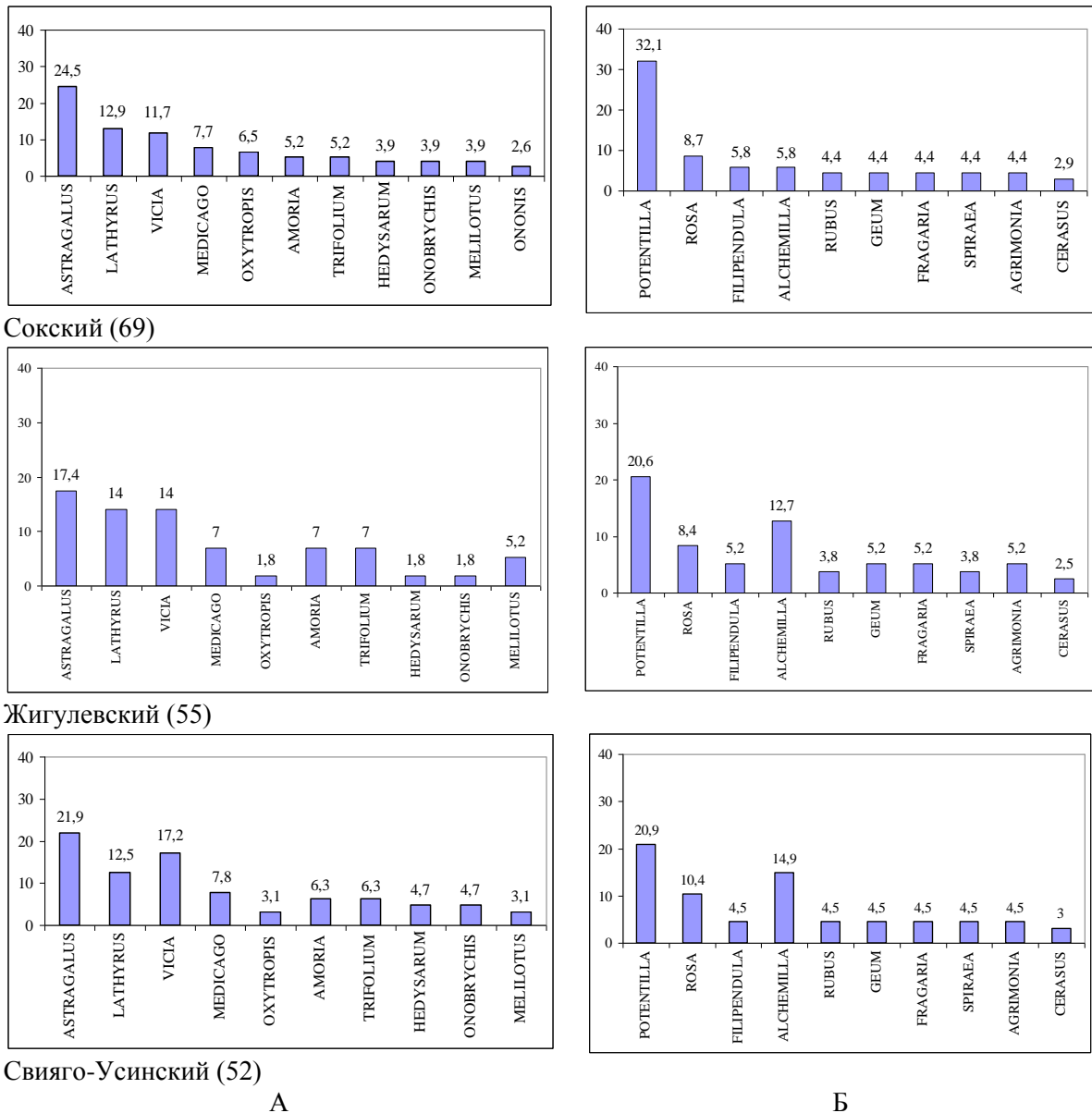


Рис. 3. Головные части родовых спектров семейств Fabaceae (А) и Rosaceae (Б) некоторых физико-географических районов Самаро-Ульяновского Поволжья. Цифрами указан процент видов рода в семействе соответствующего района.

По спектрам показанных трех районов можно сказать, что у двух рассматриваемых семейств ситуация с ведущими родами различна. В семействе Fabaceae действительно наибольший вклад вносят рода *Astragalus*, *Vicia*, *Lathyrus* и *Medicago*. У флор лесостепной зоны, имеющих Fabaceae-тип, род *Astragalus* является самым многочисленным в семействе бобовых и расположен в головной части родового спектра. Такая ситуация обычна, например, в Сокском физико-географическом районе (Иванова и др., 2018). В Жигулевском и Свяго-Усинском она ослабляется и свою многочисленность увеличивают *Vicia* и *Lathyrus*. Можно утверждать, что род *Vicia* является вторым по значимости (численности) в семействе бобовых.

На территории лесостепной части Самаро-Ульяновского Поволжья нам известны немногочисленные примеры сохранения Fabaceae-типа флоры при условии малочисленности рода *Astragalus*. Очевидно, эти случаи для изучаемой территории являются скорее исключениями из общего правила. Обе рассматриваемые флоры принадлежат к разным физико-географическим районам и провинциям и не граничат между собой (таблица 2). Различия природных условий этих двух территорий отражают различия в составе и положении и семейств, и родов их таксономических спектров. Число видов, входящих в состав представленных двух флористических выборок говорит о том, что они могут в общих чертах представлять региональную флору (Иванова, Костина, 2016), поэтому мы можем их использовать для сравнения с флорами физико-географических районов.

Таблица 2

Головные части таксономических спектров двух флор Лесостепной провинции

№ п/п	Муранский бор		Окрестности с. Архангельское	
	Жигулевский физико-географический район Приволжской возвышенности		Мелекесско-Ставропольский физико-географический район Низменного Заволжья	
	Число видов - 723		Число видов - 766	
	семейственный	родовой	семейственный	родовой
1	Asteraceae	<i>Carex</i>	Asteraceae	<i>Carex</i>
2	Poaceae	<i>Galium</i>	Poaceae	<i>Galium</i>
3	<b>Fabaceae</b>	<i>Salix</i>	<b>Fabaceae</b>	<i>Salix</i>
4	Rosaceae	<i>Viola</i>	Rosaceae	<i>Artemisia</i>
5	Caryophyllaceae	<i>Juncus</i>	Brassicaceae	<i>Rumex</i>
6	Cyperaceae	<i>Potentilla</i>	Caryophyllaceae	<i>Potentilla</i>
7	Apiaceae	<i>Campanula</i>	Lamiaceae	<i>Epilobium</i>
8	Scrophulariaceae	<b>Vicia</b>	Scrophulariaceae	<i>Viola</i>
9	Lamiaceae	<i>Veronica</i>	Cyperaceae	<i>Veronica</i>
10	Brassicaceae	<i>Dianthus</i> <i>Centaurea</i>	Polygonaceae Chenopodiaceae	<b>Vicia</b> <i>Juncus</i>

В обоих случаях по многочисленности рода семейства Fabaceae выстраиваются в ряд: *Vicia*, *Lathyrus*, *Astragalus*. При этом в головной части оказывается лишь *Vicia*. Род *Potentilla* здесь в обоих случаях в головной части спектра, многочисленнее *Vicia*, однако Rosaceae-типа флоры это не обеспечивает.

Рассмотрим вклад родов семейства Fabaceae в численность этого семейства на территории Rosaceae-зоны по данным флор административных территорий. На севере Ульяновская область граничит с Республикой Чувашия, флора территории которой относится к Rosaceae-типу. Среди родов же семейства Fabaceae наблюдается следующий расклад: в южной части Волжского бассейна, на территориях, относящихся к степной или южной части лесостепной зоны (Саратовская и Самарская области), по численности доминирует род *Astragalus*, средние позиции занимает *Vicia*, наименее многочисленен *Lathyrus*. К северо-западной части Волжского бассейна (Владимирская, Калужская области) снижается

численность рода *Astragalus* и увеличивается у рода *Vicia*. Ведущая роль по численности постепенно переходит роду *Vicia*, затем *Lathyrus*, третье место занимает род *Astragalus* (табл. 3). О закономерном увеличении «флористической роли» рода *Astragalus* в южном направлении упоминал также Л. И. Малышев (1972).

Таблица 3

Содержание видов (в % от общего числа в семействе) в ведущих родах Fabaceae для флор некоторых административных подразделений Волжского бассейна

Административные подразделения	<i>Astragalus</i>	<i>Vicia</i>	<i>Lathyrus</i>
Владимирская область (Серегин, 2012)	6,7	25,0	10,0
Калужская область (Решетникова и др., 2010)	7,4	24,1	12,9
Республика Чувашия (Гафурова, 2014)	14,5	14,5	8,7
Рязанская область (Казакова, 2004)	9,8	18,0	14,8
Республика Мордовия (Сосудистые растения Республики Мордовия, 2010)	12,1	18,2	10,6
Пензенская область (Васюков, 2004)	13,9	13,9	10,5
Республика Татарстан (Сосудистые растения Татарстана, 2000)	20,7	15,2	9,8
Ульяновская область (Раков и др, 2014)	24,7	15,7	11,2
Самарская область (Саксонов, Сенатор, 2012)	25,9	11,6	10,7
Саратовская область (Еленевский, Буланый, Радыгина, 2008)	27,5	14,3	9,9

Следует отметить, что численность рода *Medicago* по территории Волжского бассейна существенно не изменяется. Его роль может усиливаться, если снижается общая численность семейства Fabaceae, или ослабляется в противном случае. Но ключевую роль в смене типов флоры этот род не играет.

У родов семейства Rosaceae наблюдается следующая тенденция. Самым многочисленным в зоне бобовых является род *Potentilla*, что мы и видим на примере флоры Сокского физико-географического района. В районах же, где Fabaceae-тип флоры не сохраняется, второстепенную, но ощутимо большую роль начинает играть род *Alchemilla*. Это очень крупный род, однако, многочисленным он становится еще севернее. Очевидно, для флор зоны бобовых не характерно его появление в головной части родового спектра. Во флоре Средне-Свияжского физико-географического района (48, рис. 1), который расположен в северной части Предволжья Ульяновской области, наблюдается аналогичная ситуация: род *Potentilla* многочисленнее, чем *Alchemilla*.

На территории республики Чувашия ситуация в составе семейства розоцветных меняется (Гафурова, 2014). Род *Alchemilla* становится более многочисленным, чем *Potentilla* (табл. 4). При этом количество видов лапчаток по сравнению с Жигулевским районом возрастает совсем не существенно. А вот род *Alchemilla* оказывается в головной части родового спектра, что соответствует в этой местности началу зоны розоцветных (Иванова и др., 2016). Аналогичная ситуация наблюдается и в других областях, имеющих Rosaceae-тип флоры – Рязанская область (Казакова, 2004), Пензенская область (Васюков, 2004). Роль рода *Alchemilla* усиливается к северо-западной части бывшего Советского Союза (Малышев, 1972).

Флора республики Татарстан принадлежит Fabaceae-типу (Сосудистые растения..., 2000). Однако, родовой спектр этой территории весьма своеобразен: в головной части оказываются и род *Potentilla*, и *Alchemilla*, и *Astragalus*. Это может отражать разнообразие природных условий: часть территории расположено в лесной зоне, часть на Приволжской возвышенности, еще часть принадлежит лесостепной провинции Высокого Заволжья (Физико-географическое..., 1964). Можно предположить с большой долей вероятности, что именно по Татарстану проходит граница флористических зон. Для уточнения этого

предположения необходимо накопление данных по физико-географическим, ландшафтным или иным подразделениям территории.

Таблица 4

Головные части родовых спектров флор некоторых административных  
подразделений Волжского бассейна

№ п/п	Республика Чувашия	Республика Татарстан	Пензенская область	Рязанская область
1	<i>Carex</i>	<i>Carex</i>	<i>Carex</i>	<i>Carex</i>
2	<i>Viola</i>	<i>Potamogeton</i>	<i>Alchemilla</i>	<i>Hieracium</i>
3	<i>Alchemilla</i>	<i>Taraxacum</i>	<i>Galium</i>	<i>Alchemilla</i>
4	<i>Potamogeton</i>	<i>Alchemilla</i>	<i>Viola</i>	<i>Veronica</i>
5	<i>Galium</i>	<i>Viola</i>	<i>Potentilla</i>	<i>Viola</i>
6	<i>Potentilla</i>	<i>Hieracium</i>	<i>Artemisia</i>	<i>Salix</i>
7	<i>Pilosella</i>	<i>Galium</i>	<i>Veronica</i>	<i>Potamogeton</i>
8	<i>Veronica</i>	<i>Potentilla</i>	<i>Salix</i>	<i>Potentilla</i>
9	<i>Taraxacum</i>	<i>Veronica</i>	<i>Potamogeton</i>	<i>Galium</i>
10	<i>Salix</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Juncus</i>	<i>Polygonum</i>

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, совместный анализ семейственных и родовых спектров флоры весьма информативен. Он позволяет, основываясь на выявленных признаках флор, представить своеобразный полиморфизм «зоны бобовых», а также отследить характер перехода флористических зон. На изученной территории мы наблюдали отдельные признаки, позволяющие определить приближение определенного рубежа. Это происходит как раз в лесостепной части «зоны бобовых»: увеличение представителей рода *Alchemilla* и снижение численности рода *Astragalus*.

Очевидно, что первым признаком Rosaceae-типа флоры является появление рода *Alchemilla* в головной части родового спектра, то есть, значительное увеличение численности представителей этого рода. Род *Potentilla* перестает быть ведущим в составе своего семейства, но остается в головной части спектра.

Вторым же признаком смены флористических зон на территории Самаро-Ульяновского Поволжья является снижение численности рода *Astragalus* и, соответственно, отсутствие его в головной части родового спектра всей флоры. В родовом спектре семейства бобовых меняется порядок ведущих родов: *Vicia*, *Lathyrus*, *Astragalus*.

*Работа выполнена в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук согласно тематическому плану Института экологии Волжского бассейна РАН по темам с регистрационными номерами в ЕГИСУ НИОКТР АААА-А17-117112040039-7 и АААА-А17-117112040040-3.*

### Список литературы

- Васюков В. М. Растения Пензенской области (конспект флоры). – Пенза, 2004. – 184 с.  
 Гафурова М. М. Сосудистые растения Чувашской Республики. Флора Волжского бассейна. Т III. – Тольятти: Кассандра, 2014. – 333 с.  
 Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Конспект флоры Саратовской области. – Саратов: ИЦ Наука, 2008. – 232 с.  
 Иванова А. В., Костина М. А. Определение минимального числа видов для ареала-минимума конкретной флоры в условиях Самарского Заволжья (лесостепная зона) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 1 (13). – С. 14–22.  
 Иванова А. В., Костина Н. В., Аристова М. А. Изучение особенностей родового спектра флоры Самаро-Ульяновского Поволжья // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 6. Материалы международной

конференции, приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции [Отв. ред.: Г. С. Розенберг, С. В. Саксонов]. – Тольятти, 2018. – С. 111–112.

Иванова А. В., Костина Н. В., Лысенко Т. М., Козловская О. В. Особенности флоры Мелекесско-Ставропольского физико-географического района // Самарский научный вестник. – 2017. – № 4 (21). – С. 35–40.

Иванова А. В., Костина Н. В., Розенберг Г. С., Саксонов С. В. Семейственные спектры флор территории Волжского бассейна // Ботанический журнал. – 2016. – Т. 101, № 9, – С. 1042–1055.

Ильина Н. С., Ильина В. Н., Волынцева А. Д. Изучение флоры памятника природы Успенская шишка // Вестник Самарского педагогического университета. Естественно-географический факультет. – Самара: СГПУ, 2008. – Вып. 6: В 2 ч. Ч. 1. – С. 37–41.

Казакова М. В. Флора Рязанской области. – Рязань: Русское слово, 2004. – 388 с.

Решетникова Н. М., Майоров С. Р., Скворцов А. К. и др. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области. – М.: товарищество научных изданий КМК, 2010. – 548 с.

Корчикува Т. А. Флористический состав памятника природы Абдул-Заводская дубрава (Самарская область) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1 (5). – С. 1393–1397.

Костина М. А. База данных «Флористические описания локальных участков Самарской и Ульяновской областей» (FD SUR): информационная основа, структура данных, алгоритмы обработки и результаты использования // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2015. – Т. 24, № 2. – С. 161–172.

Кудашкина Т. А., Корчиков Е. С., Плаксина Т. И. «Гора Копейка» – уникальный памятник природы Кинельских яров (Самарская область) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1 (3). – С. 436–440.

Мальшев Л. И. Флористические спектры Советского союза // История флоры и растительности Евразии. – Л.: Изд-во Наука, 1972. – С. 17–40.

Мальшев Л. И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // Ботанический журнал. – 1973. – Т. 58, № 11. – С. 1581–1588.

Раков Н. С. О флоре и растительности села Архангельское // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2006. №1. – С. 47–87.

Раков Н. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А., Васюков В. М. Сосудистые растения Ульяновской области. Флора Волжского бассейна. – Т. II. – Тольятти: Кассандра, 2014. – 295 с.

Саксонов С. В., Сенатор С. А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). Флоры Волжского бассейна. – Т. 1. – Тольятти: Кассандра, 2012. – 512 с.

Саксонов С. В. Самаролукский флористический феномен. – М. Наука, 2006. – 263 с.

Саксонов С. В., Иванова А. В., Ильина В. Н., Раков Н. С., Силаева Т. Б., Соловьева В. В. Флора озера Молочка и его ближайших окрестностей в Самарской области (Высокое Заволжье, Сокский флористический район) // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2006. – № 2. – С. 76–97.

Саксонов С. В., Лобанова А. В., Иванова А. В., Ильина В. Н., Раков Н. С. Флора памятника природы «Гора Зеленая» Елховского района Самарской области // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. Серия «Экология». – 2005. – Вып. 5. – С. 3–22.

Саксонов С. В., Раков Н. С., Сенатор С. А. Ботанические экскурсии летом 2008 по Самарскому Заволжью // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2013. – Т. 22, № 2. – С. 98–114.

Саксонов С. В., Сенатор С. А., Васюков В. М., Ташев А. Н. Флора Муранского лесного массива (Предволжье, Самарская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2018. – Т. XII, № 1. – С. 18–73.

Сенатор С. А., Васюков В. М., Саксонов С. В. Материалы к флоре бассейна реки Уса (Среднее Поволжье) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2018. – Т. 27, № 1. – С. 153–178.

Серегин А. П. Флора Владимирской области: Конспект и атлас. – Тула: Гриф и К, 2012. – 620 с.

Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры): монография. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2010. – 352 с.

Сосудистые растения Татарстана. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000. – 496 с.

Толмачев А. И. Введение в географию растений. – Л.: ЛГУ, 1974. – 244 с.

Толмачев А. И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск: Изд-во Наука. Сибирское отделение, 1986. – 196 с.

Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / [Ред. А. В. Ступишина]. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1964. – 173 с.

Хохряков А. П. Основные типы флористических спектров Средней России. Флора Центральной России: Материалы научной конференции. – 1995. М. – С. 12–16.

Хохряков А. П. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике // Ботанический журнал. – 2000. – № 5. – С. 1–11.

Шмидт В. М. Статистические методы сравнительной флористики. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.

Шмидт В. М. Флора Архангельской области. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. – 346 с.

**Ivanova A. V., Kostina N. V., Aristova M.A. Features of the composition of the taxonomic spectra of flora in the forest-steppe part of Samara-Ulyanovsk Volga region // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 14–23.**

Traditionally special attention is paid to the top of the family or clan spectrum (10-15 largest families or genera) while conducting taxonomic analysis. Two top positions in the family spectrum of Holarctic flora are most often occupied by Asteraceae and Poaceae; it is customary to distinguish the type of flora of the studied area by the third family. According to the available floristic data from administrative units, the territory of Samara and Ulyanovsk regions belong to the legumes zone (Fabaceae-zone). However, the analysis of this area based on physiographic division principle shows that the Fabaceae-type of flora does not grow in all locations. Zhigulevsk as well as Sviyago-Usinsky physical-geographical areas, demonstrate Rosaceae-type of flora. The paper considers the reasons of emergence of the Rosaceae-type analyzing the family and generic spectra of the corresponding floras. It is established that in Samara-Ulyanovsk Volga region, the species abundance of the Fabaceae family is provided mainly by representatives of the genus *Astragalus*, some contribution is also made by the genera *Vicia*, *Lathyrus* and *Medicago*. It is shown that the role of the genus *Astragalus* is weakened in physiographic areas with Rosaceae-type, while the genus *Vicia* becomes numerous and takes the first place in number. There are few examples of the preservation of Fabaceae-type flora in the examined area, provided that the genus *Astragalus* is small. It is obvious that these cases are exceptions to the general rule for the given territory. Similar studies are required to establish patterns in other areas related to the Fabaceae zone. The research highlights that the number of the genus *Astragalus* decreases and the dominant role is transferred to the genus *Vicia* which increases in the floras of the northwestern part of the Volga basin (Vladimir, Kaluga regions). The second place is occupied by the genus *Lathyrus*. The most numerous genus in the Rosaceae family in the legumes zone is *Potentilla*. The change of flora types is associated with the increasing number of the genus *Alchemilla*. This is confirmed by the analysis of the generic spectra of the floras of the northwestern part of the Volga basin, in which the genus *Alchemilla* appears in leading positions.

*Key words:* top of the taxonomic spectrum, Rosaceae-type of flora, Fabaceae-type of flora, physiographic areas, Samara-Ulyanovsk Volga region, Volga basin.

*Поступила в редакцию 04.03.19*



УДК 582.28(477.75)

## Фитотрофная паразитная микобиота государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Степной участок у села Школьное»

Присянникова И. Б., Ковальчук Д. И., Кравчук Е. А.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского  
Симферополь, Республика Крым, Россия  
aphanisomenon@mail.ru, dara.kovalchuk@mail.ru, disa005@mail.ru

В результате проведенных флористических исследований на территории государственного заказника регионального значения Республики Крым «Степной участок у села Школьное» за вегетационный сезон 2018 года нами обнаружено 167 видов из 118 родов и 36 семейства высших растений, 3 классов, принадлежащих к двум отделам: Magnoliophyta и Pinophyta. Ведущие семейства высших растений (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae и Euphorbiaceae) занимают 53 % от общего количества видов. На долю остальных семейств приходится 46,7 % видов. В ходе впервые проведенных микологических исследований было выявлено 25 видов из 14-ти родов паразитных грибов, принадлежащих к 3-м отделам грибов и грибоподобных организмов: Basidiomycota (12 видов, 5 родов, 4 семейства, 2 порядка, 2 класса), Ascomycota (10 видов, 8 родов, 4 семейства, 4 порядка, 2 класса) и Oomycota (3 вида, 1 род, 1 семейство, 1 порядок, 1 класс); определена частота встречаемости (обилие) фитотрофных паразитных микромицетов по шкале Гааса. Микромицеты были обнаружены на 26 видах питающих растений из 12 семейств, 12 порядков, двух классов (Magnoliopsida и Liliopsida) и одного отдела (Magnoliophyta). Наиболее поражаемыми семействами явились Asteraceae, Poaceae и Euphorbiaceae, что составляет 52 % от общего количества грибов. Указанные семейства играют большую роль в сложении растительных сообществ степного заказника и этим семействам сопутствует видовое разнообразие паразитных микромицетов, консортивно связанных с растениями-хозяевами. Заказник «Степной участок у села Школьное» является источником растительного и микологического биоразнообразия и выполняет свою охранную функцию в системе ООПТ Крыма.

*Ключевые слова:* фитотрофные паразитные грибы, аннотированный список, шкала Гааса, растения-хозяева, заказник регионального значения Республики Крым «Степной участок у села Школьное», Предгорный Крым.

### ВВЕДЕНИЕ

Детальное изучение и проведение инвентаризации видового состава компонентов биоты, в частности такого их структурного элемента как фитотрофные паразитные микромицеты, входящих в состав гетеротрофного блока экосистем, является одним из обязательных условий сохранения биологического разнообразия. Среди грибов, консортивно связанных с высшими растениями-хозяевами дикорастущей флоры, довольно часто обнаруживаются новые виды, поэтому изучение видового состава этих организмов является актуальным, особенно в тех регионах, которые являются малоизученными в микологическом отношении (Дудка и др., 2004). В состав ООПТ Предгорного Крыма входит государственный природный заказник регионального значения «Степной участок у села Школьное», созданный 21 декабря 2011 года в Симферопольском районе Республики Крым.

Общая площадь заказника составляет 224 га; он расположен в 1,5 км к северо-западу от города Симферополь и состоит из двух участков: № 1, площадью 44 га, что находится северо-восточнее села Школьное, приурочен к верховью балки, берущей свое начало от трассы Евпатория – Симферополь; и № 2, площадью 180 га, располагающийся юго-западнее данного села, примыкает к территории воинской части и также приурочен к крупной балке «Джабанак» (рис. 1). По руслу балки протекает пересыхающая река Тобе-Чокрак (длина 48 км, площадь водосбора 318 км<sup>2</sup>), впадающая в озеро Кизил-Яр. Административно участок располагается на территории двух сельских советов Симферопольского района: Родниковский сельский совет – 44 га и Скворцовский сельский совет – 180 га (Епихин, 2013).

Заказник создан с целью комплексного сохранения ценных ландшафтов, растительного и животного мира, рационального их использования и возобновления и для выполнения следующих задач: сохранение, восстановление и воспроизводство степных сообществ и условий их произрастания; экологическое просвещение; осуществление экологического мониторинга; проведение научных исследований (ООПТ России ...). Степь в окрестностях села Школьное Симферопольского района отличается относительно сохранившейся природной структурой и при создании заказника была рекомендована в качестве экологического коридора в проекте экологической сети Крыма (Вахрушева, Епихин, 2009).

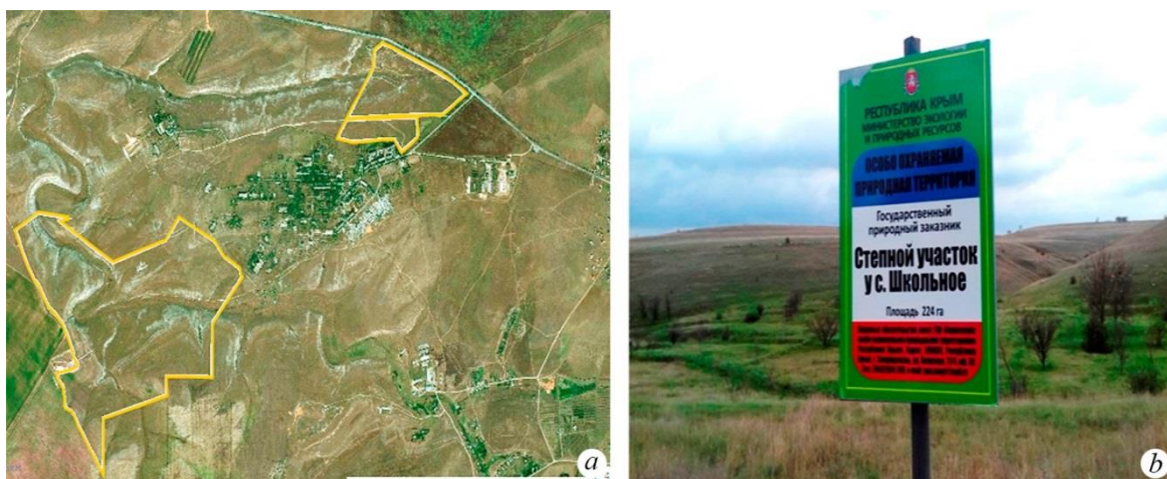


Рис. 1. Картограмма заказника «Степной участок у села Школьное»

*a* – участок № 1 площадью 44 га и участок № 2 площадью 180 га (<https://www.google.ru/maps>);  
*b* – информационный стенд на его территории (фото И. Б. Просянниковой).

Флора и растительность территории, благодаря расчленённости рельефа (рис. 1), отличается высокими уровнями разнообразия; также участок характеризуется высоким экотонным эффектом – фитоценозы несут следы как растительного покрова равнинного Крыма, так и горно-предгорного. Многие виды растений (особенно эндемичные и древнесредиземноморские) находятся здесь в крайней точке своего географического ареала (Епихин, 2013). Планомерное микологическое обследование территории заказника ранее не проводилось. В связи с этим, целью нашей работы явилось изучение видового состава фитотрофных паразитных микромицетов, консортивно связанных с растениями, произрастающими на территории заказника «Степной участок у села Школьное».

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор гербарных образцов растений заказника, пораженных паразитическими микромицетами, проводился в течение вегетационного сезона 2018 года маршрутно-экспедиционным способом. Собранные образцы гербаризировались с составлением стандартных этикеток и обрабатывались по общепринятой методике (Благовещенская, 2015). Для каждого вида гриба на этикетке указывались субстрат (питающее растение), поражаемый орган и дата сбора. Идентификацию образцов грибов и грибоподобных организмов проводили при помощи микроскопа Микромед 3 Professional с визуальной насадкой для фотосъёмки (приведённые в работе микрофотографии сделаны при четырёхсоткратном увеличении) и стереомикроскопа МС-2-ZOOM с использованием отечественных и зарубежных определителей и справочной литературы (Купревич, Ульянищев, 1975; Ульянищев, 1978; Станявичене, 1984; Гелюта, 1989; Каратыгин, Азбукина, 1989; Азбукина, 2015). Названия паразитных грибов и сокращения авторов приведены в соответствии с интерактивными базами «Mycobank» (Mycobank..., 2019) и «Index Fungorum» (Index Fungorum..., 2019). Для

идентификации питающих растений были использованы определители высших растений Крыма и Украины (Определитель..., 1972; Доброчаева и др., 1987); видовые названия питающих растений представлены в соответствии со сводкой «The Plant List» (The Plant List..., 2019).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе вегетационного сезона 2018 года (май – октябрь) нами обнаружено и определено 167 видов высших растений из 118 родов и 36 семейств растений 3 классов и 2 отделов. Как видно из данных рисунка 2, ведущими семействами высших растений являются Asteraceae и Poaceae, что составляет 17,9 и 16,2 % от всего флористического состава высших растений заказника соответственно. Значительный вклад во флористический состав заказника также вносят такие семейства, как: Fabaceae, Lamiaceae и Euphorbiaceae – 7,8, 6,6 и 4,8 % соответственно. В целом, ведущие семейства (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae и Euphorbiaceae) высших растений заказника занимают 53,3 % от общего количества. На долю остальных семейств приходится 46,7 %. Стоит отметить, что семейства Asteraceae и Poaceae являются доминирующими по количеству видов и играют значительную роль в сложении растительного покрова заказника.

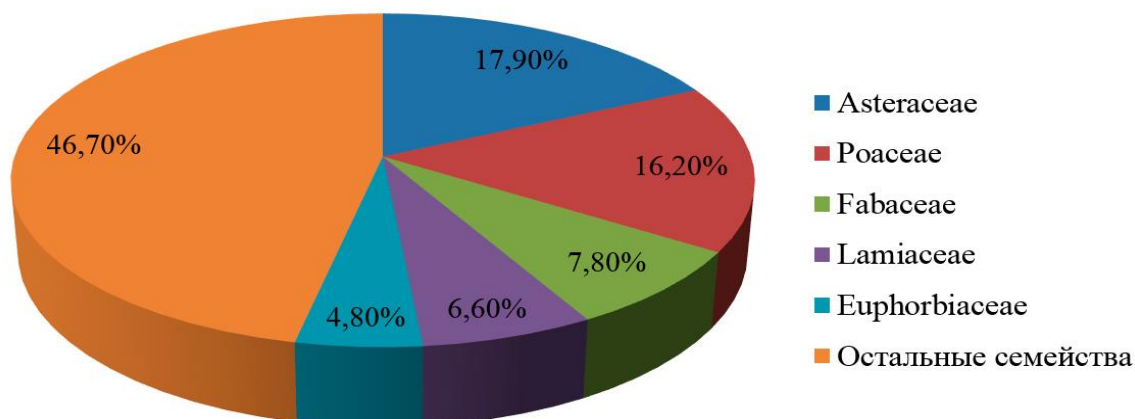


Рис. 2. Соотношение между семействами по видам растений, произрастающих на территории заказника «Степной участок у села Школьное»

Ранее проведенными геоботаническими исследованиями Л. П. Вахрушевой и Д. В. Епихиным (2009) на территории заказника было выявлено шесть растительных ассоциаций: Elytrigietum lolieto-bromopsidosum (53 га), Stipetum festucosum (34 га), Botriochloetum festucosum (23 га), Botriochloetum bromopsidoso-festucosum (26 га), Botriochloetum stiposum (24 га), Botriochloetum agropyrosum (27 га). По мнению авторов, заказник «Степной участок у села Школьное» является источником растительного биоразнообразия и выполняет свою охранную функцию (Вахрушева, Епихин, 2009).

Данный объект ООПТ также имеет высокую созологическую значимость: два вида растений охраняются Красной книгой Крыма (*Stipa capillata* L. и *S. pontica* P.A. Smirn.) (Ена и др., 2015), и четыре – относятся к крымским эндемичным видам (*Cota monantha* (Willd.) Oberpr. & Greuter, *Centaurea sterilis* Steven, *Dianthus marschallii* Schischk. и *Veronica taurica* Willd.). На территории заказника произрастают также 19 видов лекарственных растений, включенных в отечественную фармакопею.

Микологические исследования, проводившиеся в сообществах заказника «Степной участок у села Школьное», позволили установить специфику видового состава и трофической структуры паразитической микобиоты растений, что отражено в приведенном ниже списке видов грибов и грибоподобных организмов с указанием их обилия по шкале Гааса (Леонтьев, 2008) (индекс указан в скобках).

**Список видов грибов и грибоподобных организмов заказника «Степной участок у  
села Школьное»**

**Chromista, Oomycota, Incertae sedis, Peronosporae, Peronosporidae, Peronosporales,  
Peronosporaceae**

***Peronospora conglomerata* Fuckel (+)**

на *Geranium pusillum* L., листья, 20.04.2018 (рис. 3 *c, d*).

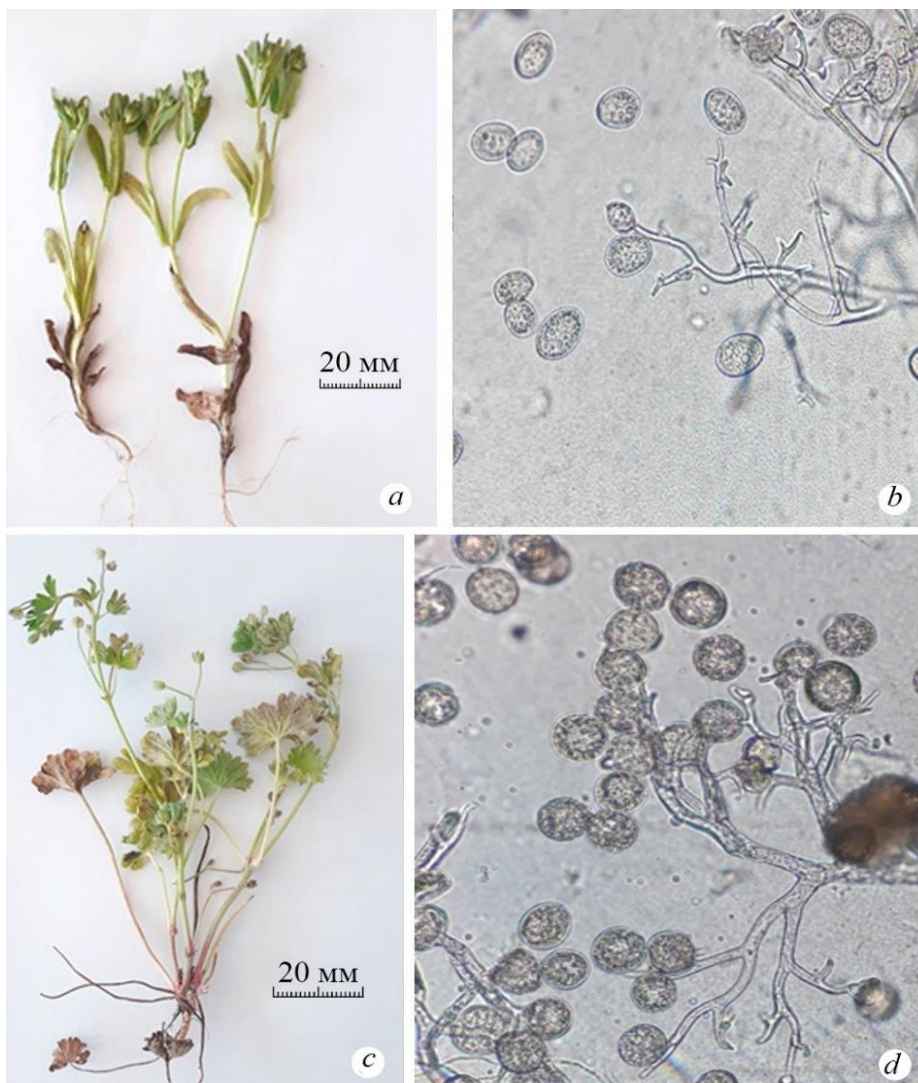


Рис. 3. Представители порядка Peronosporales заказника  
«Степной участок у села Школьное»

*Peronospora valerianellae* Fuckel на *Valerianella turgida* (Steven) Betcke: *a* – поражённые побеги;  
*b* – конидиеносцы с конидиями. *Peronospora conglomerata* Fuckel на *Geranium pusillum* L.:  
*c* – поражённые побеги; *d* – конидиеносцы с конидиями.

***Peronospora aparines* (de Bary) Gäum. (1)**

на *Galium* sp., листья, 20.04.2018.

***Peronospora valerianellae* Fuckel (1)**

на *Valerianella turgida* (Steven) Betcke., листья, 20.04.2018 (рис. 3 *a, b*).

**Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Leotiomycetidae, Leotiomycetes, Rhytismatales,  
Rhytismataceae**

***Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. (1)**

на *Acer pseudoplatanus* L., листья, 12.10.2017.

**Helotiales, Dermateaceae**

***Diplocarpon rosae* F.A. Wolf (1)**

на *Rosa canina* L., листья, 12.10.2017.

**Erysiphales, Erysiphaceae**

***Blumeria graminis* (DC.) Speer (4)**

на *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis, листья, стебли, 26.05.2018.

***Erysiphe convolvuli* DC. (2)**

на *Convolvulus arvensis* L., листья, 21.09.2018.

***Erysiphe polygoni* DC. (2)**

на *Polygonum aviculare* L., листья, 12.10.2017.

***Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V. P. Heluta (4)**

на *Sonchus asper* (L.) Hill., листья, стебли, 26.05.2018.

***Erysiphe pisi* DC.**

на *Medicago* sp., листья, стебли, 12.10.2017.

***Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & Shishkoff**

на *Taraxacum campylodes* G. E. Haglund, листья, 12.10.2017 (2), (рис. 4 a, b); на *Leontodon biscutellifolius* DC., листья, 26.05.2018 (3); на *Jacobaea erucifolia subsp. arenaria* (Soó) B. Nord. & Greuter, листья, 26.05.2018, 30.06.2018 (4), (рис. 4 c-e).

***Sawadaea bicornis* (Wallr.) Homma (1)**

на *Acer negundo* L., листья, 21.09.2018.

**Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Dothideomycetes, Pleosporales, Pleosporaceae**

***Alternaria* sp. (+)**

на *Cirsium arvense* (L.) Scop., листья, 21.09.2018.

**Fungi, Basidiomycota, Pucciniomycotina, Pucciniomycetes, Pucciniales, Melampsoraceae**

***Melampsora euphorbiae* (Ficinus & C. Schub.) Castagne (+)**

на *Euphorbia exigua* L., листья, 20.04.2018.

**Phragmidiaceae**

***Phragmidium sanguisorbae* (DC.) J. Schröt. (1)**

на *Sanguisorba minor subsp. magnolii* (Spach) Briq., листья, 20.04.2018 (рис. 5).

**Pucciniaceae**

***Puccinia cesatii* J. Schröt. (3)**

на *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng., листья, 21.09.2018.

***Puccinia chondrillina* Bubák & Syd. (1)**

на *Chondrilla juncea* L., листья, стебли, 30.06.2018 (рис. 6 e, f).

***Puccinia tanacetii* DC.**

на *Artemisia austriaca* Jacq., листья, 21.09.2018.

***Puccinia falcariae* Fuckel (3)**

на *Falcaria vulgaris* Bernh., листья, 20.04.2018.

***Puccinia graminis* Pers.**

на *Elymus repens* (L.) Gould, листья, стебли, 12.10.2017 (4); на *Poa longifolia* Trin., листья, стебли, 26.05.2018 (4).

***Puccinia hieracii* (Röhl.) H. Mart. (4)**

на *Picris hieracioides* L., листья, 26.05.2018.

***Uromyces striatus* J. Schröt. (2)**

на *Medicago* sp., листья, 12.10.2017, 21.09.2018 (рис. 6 a, b).

***Uromyces scutellatus* (Schrank) Lév. (1)**

на *Euphorbia agraria* M. Vieb., листья, 20.04.2018.

***Uromyces sublevis* Tranzschel (4)**

на *Euphorbia petrophila* C. A. Mey., листья, 26.05.2018 (рис. 6 c, d).

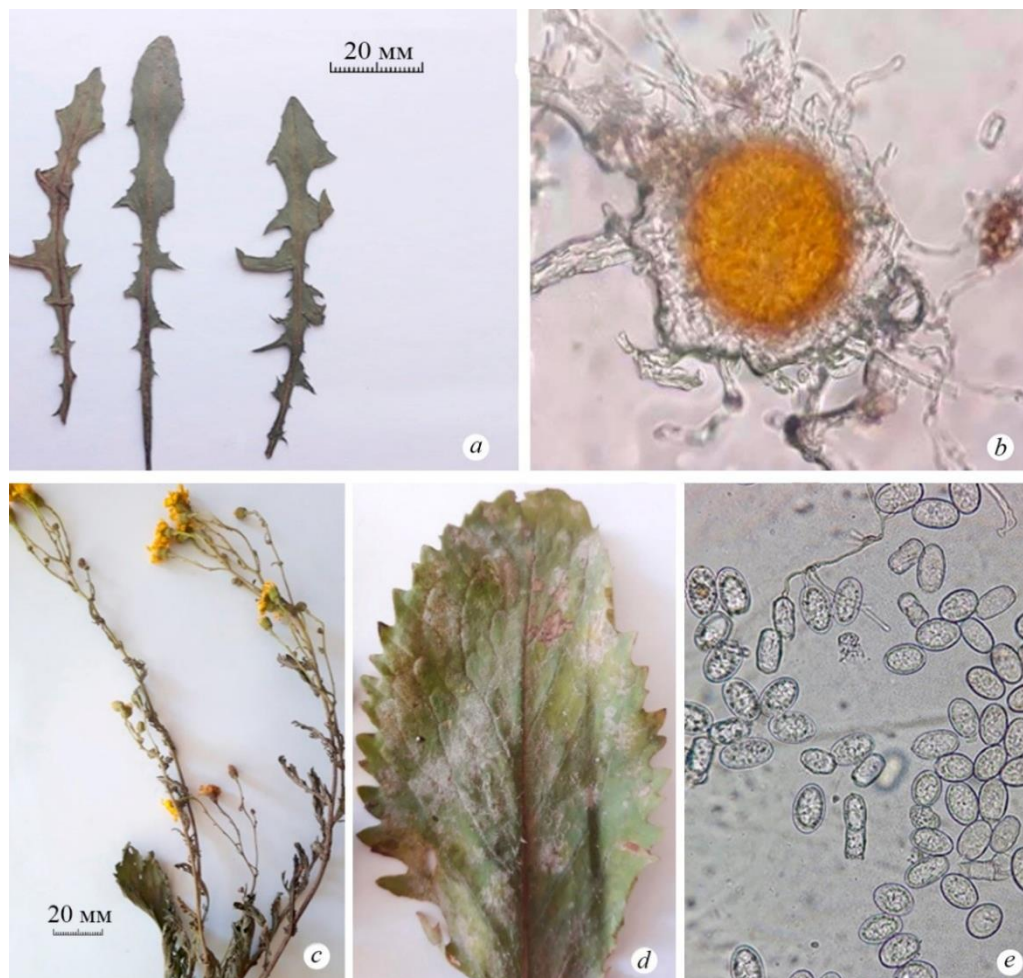


Рис. 4. Мучнисторосяной гриб *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & Shishkoff  
*a* – на листьях *Taraxacum campylodes* G. E. Naglund; *b* – хазмотеций; *c* – на листьях *Jacobaea erucifolia*  
*subsp. arenaria* (Soó) B. Nord. & Greuter; *d* – фрагмент поражённого листа, *e* – конидии.

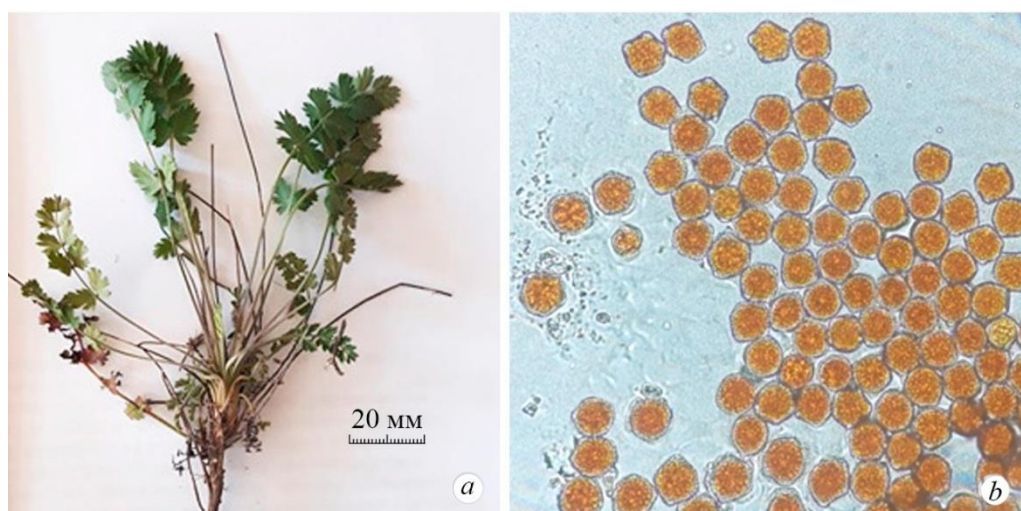


Рис. 5. Ржавчинный гриб *Phragmidium sanguisorbae* (DC.) J. Schröt. на *Sanguisorba minor*  
*subsp. magnolii* (Spach) Briq.  
*a* – общий вид поражённого растения; *b* – эциоспоры.

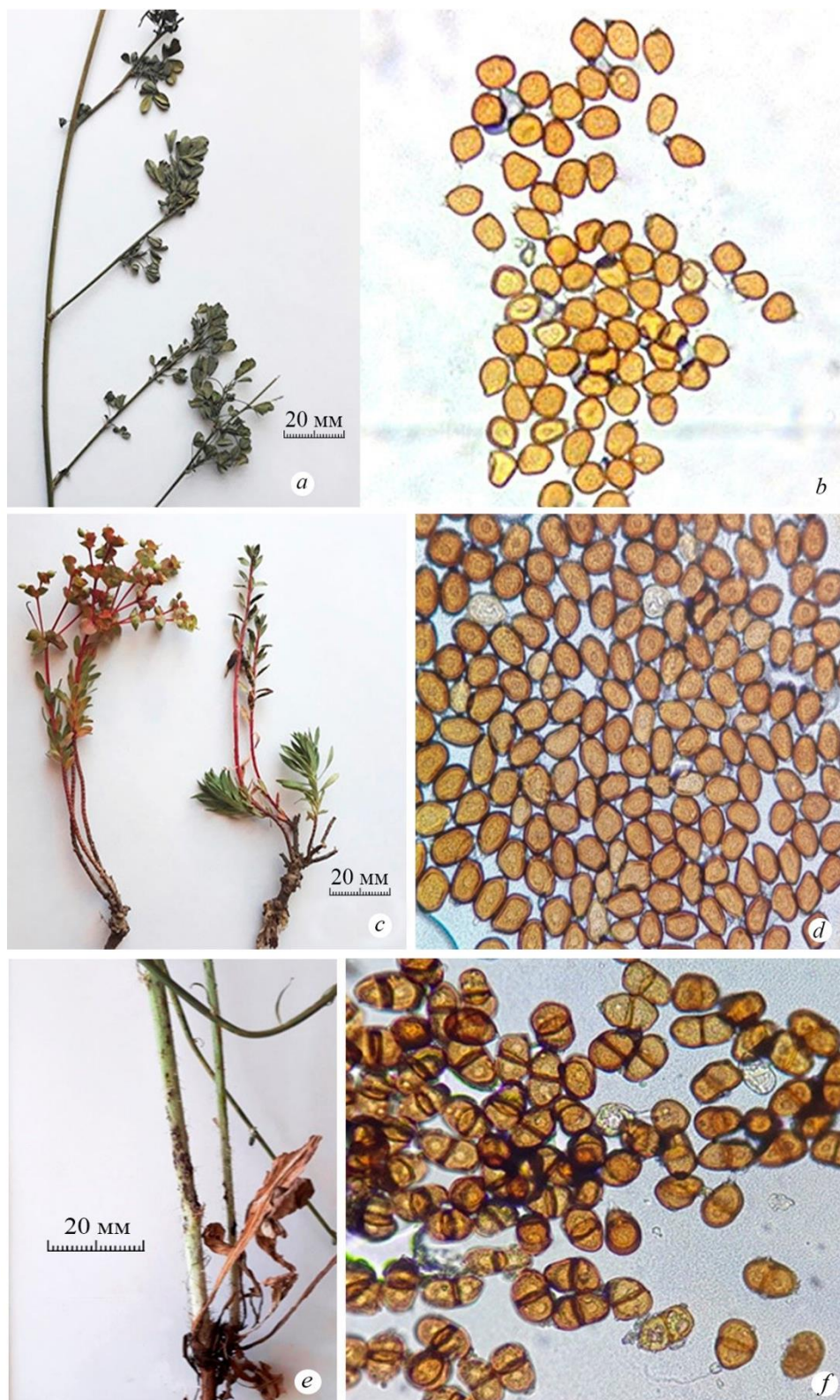


Рис. 6. Представители порядка Pucciniales заказника «Степной участок у села Школьное» *Uromyces striatus* J. Schröt. на *Medicago* sp.: *a* – общий вид поражённого побега; *b* – телиоспоры. *Uromyces sublevis* Tranzschel на *Euphorbia petrophila* C. A. Mey.: *c* – поражённое растение; *d* – телиоспоры. *Puccinia chondrillina* Bubák & Syd. на стебле *Chondrilla juncea* L.: *e* – поражённое растение; *f* – телиоспоры.

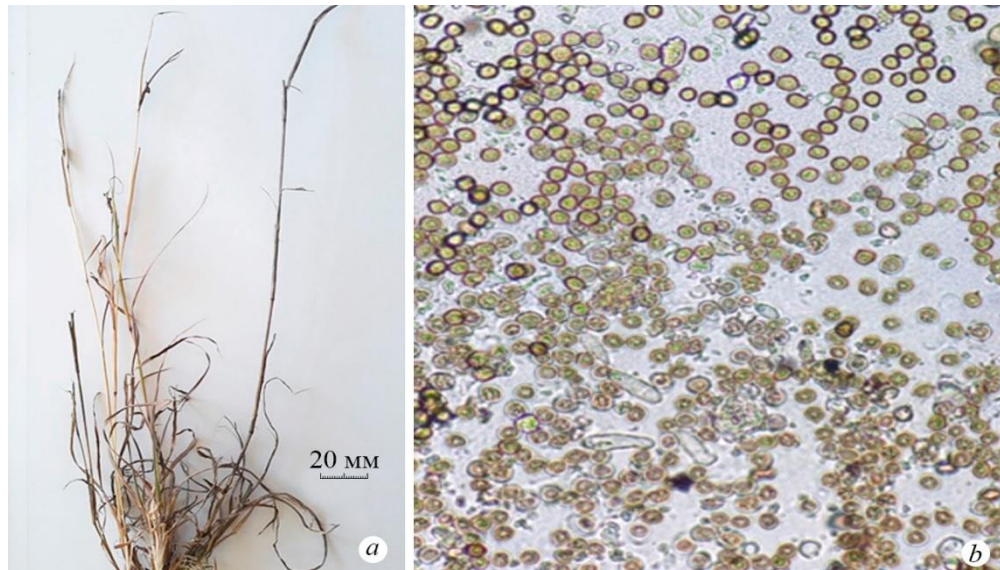


Рис. 7. Головневый гриб *Sporisorium andropogonis* (Opiz) Vánky на соцветиях *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng  
*a* – побег с поражёнными соцветиями; *b* – устоспоры.

**Ustilaginomycotina, Ustilaginomycetes, Ustilaginomycetidae, Ustilaginales, Ustilaginaceae**  
***Sporisorium andropogonis* (Opiz) Vánky (3)**

на *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng., соцветия, 30.06.2018 (рис. 7).

Так, например, согласно градации шкалы Гааса, на территории заказника пероноспорный гриб *Peronospora conglomerata* и мучнисторосяный гриб *Erysiphe pisi* встречались только в одном месте; ржавчинные грибы *Puccinia hieracii* и *P. chondrillina* – единично; ржавчинный гриб *Uromyces striatus* – очень рассеянно; виды *Podosphaera fusca*, *Puccinia cesatii*, *Sporisorium andropogonis* и другие – неравномерно рассеянно, а ржавчинный гриб *Puccinia graminis* – во многих местах.

В результате проведённых микологических исследований нами обнаружено 25 видов из 14 родов паразитных грибов, принадлежащих к 9 семействам, 7 порядкам, 5 классам и 3 отделам грибов и грибоподобных организмов. Доминирующее место занимает отдел Basidiomycota, который представлен 12 видами (что составляет 48 % от общего числа видов), 5 родами, 4 семействами, 2 порядками и 2 классами. Отдел Ascomycota представлен 10 видами (40 %), 8 родами, 4 семействами, 4 порядками и 2 классами. На третьем месте находятся представители отдела Oomycota (грибоподобные организмы); он представлен 3 видами (12 % соответственно), относящимися к 1 роду, 1 порядку, 1 семейству и 1 классу.

Рассматривая фитотрофные микромицеты, которые паразитируют на дикорастущих растениях заказника «Степной участок у села Школьное», с точки зрения органотропной специализации паразитов, следует отметить, что большинство из них развивалось на листьях и стеблях, вызывая пятнистости, пустулы (рис. 5, 6, 7), налеты (рис. 3, 4), увядания, усыхания этих органов, реже – встречались на генеративных органах (рис. 7), поражая завязи, семена и плоды.

Данные о связях паразитных грибов, ассоциированных с семействами высших растений, представлены в таблице 1. Обнаруженные грибы зарегистрированы на представителях 11 семейств покрытосеменных (Magnoliophyta) класса Magnoliopsida и 1 семейства класса Liliopsida.

Процентное соотношение паразитных микромицетов по семействам питающих растений на территории заказника «Степной участок у села Школьное» отражено на рисунке 8. Как видно, наибольшее количество видов грибов приходится на семейство Asteraceae – 24 %, на



семейства Poaceae и Euphorbiaceae – 16 и 12 %, семейства Fabaceae, Rosaceae и Sapindaceae – по 8 %, остальным семействам – Apiaceae, Convolvulaceae, Geraniaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Valerianaceae соответствует по 4 %.

Таблица 1

Распределение паразитных грибов по семействам питающих растений заказника «Степной участок у села Школьное»

Семейство питающих растений	Количество видов грибов
Asteraceae	6
Poaceae	4
Euphorbiaceae	3
Fabaceae	2
Rosaceae	2
Sapindaceae	2
Apiaceae	1
Convolvulaceae	1
Geraniaceae	1
Polygonaceae	1
Rubiaceae	1
Valerianaceae	1

В целом, нами выявлено, что фитотрофные паразитные микромицеты на территории заказника были обнаружены на 26 видах питающих растений из 12 семейств, 12 порядков, двух классов и одного отдела.

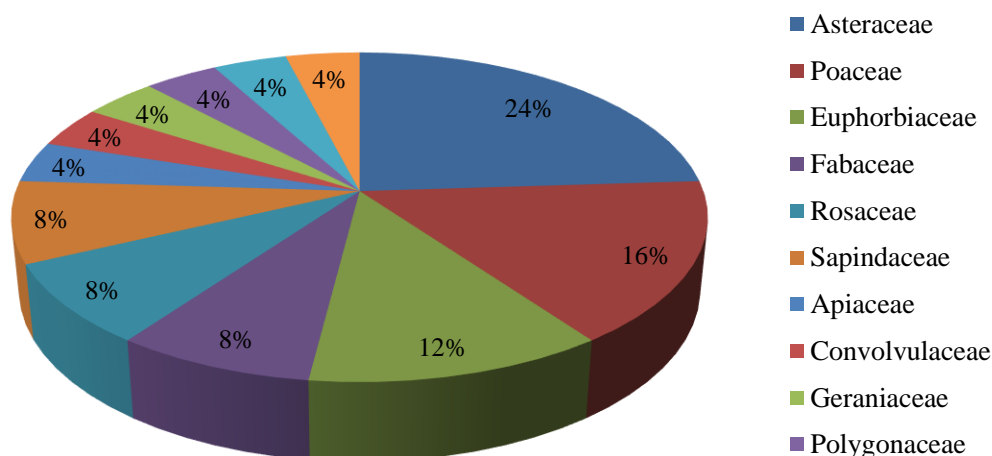


Рис. 8. Соотношение ассоциированных с паразитными грибами семейств питающих растений заказника «Степной участок у села Школьное»

## ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований на территории заказника за вегетационный сезон 2018 года нами обнаружено 167 видов из 118 родов и 36 семейств высших растений, принадлежащих к отделам Magnoliophyta и Pinophyta.

2. В результате проведенных микологических исследований обнаружено 25 видов из 14 родов паразитных грибов, принадлежащих к 9 семействам, 7 порядкам, 5 классам и 3 отделам грибов и грибоподобных организмов; определена частота встречаемости фитотрофных паразитных микромицетов по шкале Гааса.

3. Микромицеты обнаружены на 26 видах питающих растений из 12 семейств, 12 порядков, двух классов (Magnoliopsida и Liliopsida) и одного отдела (Magnoliophyta).

4. Наиболее поражаемыми семействами явились Asteraceae, Poaceae и Euphorbiaceae, на них приходится 52 % от общего количества видов грибов. Вышеуказанные семейства играют большую роль в сложении растительных сообществ степного заказника и этим семействам сопутствует видовое разнообразие паразитных микромицетов, консортивно связанных с растениями-хозяевами.

### Список литературы

Азбукина З. М. Определитель грибов России. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Мелампсоровые, Факопсоровые, Чакониевые, Микронегериевые. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 281 с.

Благовещенская Е. Ю. Фитопатогенные микромицеты: учебный определитель / М.: изд-во ЛЕНАНД, 2015. – 240 с.

Вахрушева Л. П., Епихин Д. В. Флористический и синтаксономический состав степи в окрестностях села Школьное (Симферопольский район) // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе. – 2009. Материалы V международно-практической конф. (Симферополь, 22-23 октября 2009 г.). – Симферополь, 2009. – С. 157 – 159.

Гелюта В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы / [Отв. ред. А.И. Дудка]. – АН УССР. Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – К.: Наук. думка, 1989. – 256 с.

Дудка І. О., Гелюта В. П. та інш. Гриби природних зон Криму. – Киев: Фітосоціоцентр, 2004. – 452 с.

Епихин Д. В. Характеристика ландшафтного заказника «Степной участок у села Школьное» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян», Мат. межд. науч. конф. «40 лет природному заповеднику «Мыс Мартьян», 14-17 мая 2013 г., Ялта. – 2013. – Вып. 4. – С. 86.

Каратыгин И. В., Азбукина З. М. Семейство Устилаговые. Определитель грибов СССР. Порядок Головневые. – Л.: изд-во Наука, 1989. – Вып. 1. – 220 с.

Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. А. В. Ена и А. В. Фатерыга]. Симферополь, ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015, 480 с.

Купрович В. Ф., Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. – Минск: Наука и техника, 1975. – Ч. 1. – 485 с.

Леонтьев Д. В. Флористический анализ в микологии. Учебник для студентов высших учебных заведений. Харьков: ПП «Ранок-НТ», 2008. – 110 с.

Определитель высших растений Крыма: [Ред. Рубцова Н. И.]. – Л.: Наука, 1972. – 550 с.

Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др. Определитель высших растений Украины / [Ред. Ю. Н. Прокудина]. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.

ООПТ России. Степной участок у села Школьное [Электронный ресурс]. Режим доступа к статье: <http://oort.aagi.ru/oort/Степной-участок-у-с-Школьное>

Станявичене С. А. Пероноспорные грибы Прибалтики. – Вильнюс: Изд-во Мокслас, 1984. – 208 с.

Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. – Минск: Наука и техника, 1978. – Ч. 2. – 383 с. Index Fungorum (электронный ресурс). 2003. Режим доступа: <http://www.indexfungorum.org> (веб-сайт, версия 1.00) / (Дата обращения: 23.03.2019).

Мусобанк [Электронный ресурс]. 2004. Режим доступа: <http://www.mycobank.org> [Веб-сайт] / (Дата обращения: 21.03.2019).

The Plant List [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа к сайту: <http://www.theplantlist.org> (веб-сайт, версия 1.1) / (Дата обращения: 22.03.2019).

**Prosiannikova I.B., Kovalchuk D.I., Kravchuk E.A. Phytotrophic parasitic mycobiota of the regional sanctuary “Steppe area near the village Shkolnoye” (the Republic of Crimea) // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 24–34.**

The research was carried out on the territory of regional sanctuary (zakaznik) “Steppe area near the village Shkolnoye” (the Republic of Crimea) in the vegetation season in 2018. As a result of the floristic study 167 species from 118 genera, 36 families of vascular plants, 3 classes belonging to two divisions: Magnoliophyta and Pinophyta were revealed. Dominating families of vascular plants (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae and Euphorbiaceae) make 53 % of the total number of species. The remaining families account for 46.7 % of the species. During the first mycological studies, 25 species of 14 genera of parasitic fungi were identified, belonging to the 3rd divisions of fungi and fungi-like organisms: Basidiomycota (12 species, 5 genera, 4 families, 2 orders and 2 classis), Ascomycota (10 species, 8 genera, 4 families, 4 orders and 2 classis) and Oomycota (3 species, 1 genus, 1 family, 1 order and 1 class). The frequency of

occurrence (abundance) of phytotrophic parasitic micromycetes measured by the Haas scale was determined. Micromycetes were found on 26 species of feeding plants from 12 families, 12 orders, two classes (Magnoliopsida and Liliopsida) and one department (Magnoliophyta). The Asteraceae, Poaceae and Euphorbiaceae families representing 52 % of the total number of fungi are proved to be the most affected ones. These families play an important role in the composition of plant communities of the steppe sanctuary. These families are accompanied by a diversity of parasitic micromycetes species associated with host plants. Zakaznik "Steppe area near the village Shkolnoye" – is home to many plant and mycological species. It performs its protective function in the system of protected areas of Crimea.

*Key words:* phytotrophic parasitic fungi, annotated list, the Haas scale, host plants, regional sanctuary (zakaznik) "Steppe area near the village Shkolnoye" (the Republic of Crimea), foothill Crimea.

*Поступила в редакцию 01.03.19*

УДК 574.2:58.02:581.1

## Адаптивные структуры Maloideae (Rosaceae), детерминированные сублимитирующими стрессовыми факторами

Кумахова Т. Х.<sup>1</sup>, Белошапкина О. О.<sup>1</sup>, Воронков А. С.<sup>2,3</sup>, Иванова Т. В.<sup>2</sup>, Рябченко А. С.<sup>4</sup>,  
Дакиева М. К.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет –  
Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева  
Москва, Россия  
tkumachova@yandex.ru

<sup>2</sup> Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева РАН  
Москва, Россия

<sup>3</sup> Государственный гуманитарно-технологический университет  
Орехово-Зуево, Россия

<sup>4</sup> Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН  
Москва, Россия

<sup>5</sup> Ингушский государственный университет  
Магас, Россия

В настоящее время всё более актуальным становится вопрос обеспечения населения страны высококачественными экологически-чистыми продуктами питания. В этой связи, получение продукции сельскохозяйственных растений в условиях низкой антропогенной нагрузки в горах представляет большой интерес. Однако горные условия произрастания являются достаточно суровыми для культурных форм, в связи с резкими колебаниями суточных температур, неравномерным увлажнением в течении вегетации, большими чем на равнине дозами ультрафиолетового облучения и высокой патогенной нагрузкой. Поэтому изучение факторов, способствующих устойчивости растительных организмов к данному комплексу неблагоприятных ограничивающих условий, является актуальной задачей и представляет, как теоретический, так и практический интерес. В связи с этим мы изучали специфику организации покровных тканей, непосредственно контактирующих с внешней средой представителей четырёх родов (яблоня – *Malus* Mill., груша – *Pyrus* L., айва – *Cydonia* Mill. и мушмула – *Mespilus* L.) подсемейства Maloideae (Rosaceae), произрастающих в условиях высотной поясности в горах Северного Кавказа. В работе на разных уровнях организации (субклеточном, клеточном, тканевом, органном и организменном) обсуждается специфика формирования адаптивных структур вегетативных и репродуктивных органов, обусловленных сублимитирующими стрессовыми факторами различной этиологии. Предполагается, что повышенная устойчивость у некоторых представителей (айвы и мушмулы) к неблагоприятным факторам, в особенности биотическим, обусловлена формированием на поверхности листьев мощного складчатого микрорельефа кутикулярной природы, сильной кутинизацией и суберинизацией клеточных стенок наружных тканей плодов, а также высоким содержанием в них веществ фенольной природы.

*Ключевые слова:* стресс, *Malus*, *Pyrus*, *Cydonia*, *Mespilus*, адаптивные структуры, полифенолы.

### ВВЕДЕНИЕ

Значение экологических исследований в современном мире возрастает с каждым годом, поскольку кризисное состояние биосферы ставит проблемы поддержания стабильности биоразнообразия и восстановления нарушенных биологических систем в число важнейших.

В настоящее время в этом плане достигнут определенный успех и накоплен немалый фактический материал, требующий обобщения и выхода на практику (Виноградов, 1964; Библь, 1965; Метлицкий, 1985; Веселова, 1993; Larcher, 1995; Третьяков, 2000; Buchanan et al., 2000; Усманов, 2001; Чиркова, 2002; Гиляров, 2003; Орлов и др., 2017). Показано, что в организме, пребывающем длительное время в неблагоприятных условиях происходит изменение структурных, физиолого-биохимических, генетических и иммунных систем, при этом индикаторная значимость биологической системы определяется экологической толерантностью. В пределах зоны толерантности организм способен поддерживать свой

гомеостаз, а любой фактор, если он выходит за пределы «зоны комфорта», для него становится стрессовым. Растительные организмы, как и все другие живые системы, существуют в довольно сложных изменяющихся условиях среды, испытывают усиливающийся с каждым годом прессинг сублимитирующих стрессовых факторов (комплекса созависимых некритичных ограничивающих условий). К этим факторам можно отнести: резкие суточные перепады температуры, влажность воздуха, показатель гидротермического коэффициента, гипоксию, высокую инсоляцию, УФ-облучение, экспозицию склона и высоту над уровнем моря, а также фитопатогенную нагрузку. Немаловажная черта растений – экологическая пластичность, способность к изменчивости на всех уровнях организации под влиянием условий жизни, обусловленная структурно-функциональной гетерогенностью как многоклеточной биологической системы. При рассмотрении причин формирования устойчивости растений к стрессорам разной этиологии необходимо учитывать все аспекты организации тканей, непосредственно контактирующих с внешней средой. Структурные и функциональные особенности этих тканей в комплексе, а именно специфика организации и характер расположения воскового и кутикулярного покровов, толщина и строение клеточных стенок, а также способность отдельных органелл противостоять воздействию неблагоприятных факторов, то есть синтезировать протекторные вещества обуславливают устойчивость растений к стрессам.

Модельными объектами для изучения особенностей тонкого строения покровных тканей, а также «интерфейса» биоразнообразия мы выбрали разные таксоны подсемейства Яблоневые (Maloideae), принадлежащих семейству Розовые (Rosaceae). Актуальность исследования этих объектов заключается, прежде всего, в том, что накопленный на данный момент материал по тонкому строению покровных тканей вегетативных и репродуктивных органов Maloideae, а также о разнообразии их фитопатогенов носит фрагментарный характер (Кумахова, 2003; Багирова и др., 2012; Beloshapkina и др., 2014). Роль ультраструктуры кутикулы листьев и плодов в экологическом плане остается дискуссионной и прямой зависимости от типа структуры и общей толщины не выявлено. Кроме того, несмотря на огромное количество имеющихся в настоящее время сортов плодовых культур существует необходимость совершенствования сортимента, поскольку в процессе длительной селекции утеряны многие ценные признаки дикорастущих родичей (Понамаренко, 1977; Ванина, Вартапетян, 2010), в частности устойчивость к разным экологическим условиям произрастания, а также патогенам, вызывающим различные заболевания, значительно снижающие их продуктивность.

Цель данной работы – выявить микроморфологические и эколого-физиологические адаптивные признаки покровных тканей листьев и плодов представителей подсемейства Maloideae, обусловленные сублимитирующими стрессовыми факторами.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований были листья и плоды некоторых представителей подсемейства Яблоневые (Maloideae Werber или Pomoideae Focke) семейства Розовых (Rosaceae Juss.), включающие древнейших окультуренных представителей покрытосеменных растений, широко распространенных во многих эколого-географических зонах. В состав подсемейства входят известные плодовые растения: *Pyrus* L., *Malus* Mill., *Cydonia* Mill., *Mespilus* L. и другие, главной таксономической особенностью которых являются плоды, обросшие видоизмененным гипантием – сборные листовки или костянквидные видоизмененные карпеллы, называемые яблоками (Камелин, 2006). Типичное яблоко характерно для яблони, груши и айвы, а костянквидное – для мушмулы германской (*Mespilus germanica* L.). Среди данных представителей как ценная плодовая культура ведущее место занимают яблоня и груша, а к числу перспективных можно отнести *Cydonia oblonga* и *M. germanica*, которым не уделено должного внимания до настоящего времени.

Для исследований листья и плоды были отобраны из средней части кроны 3 модельных плодовых деревьев, произрастающих в условиях высотной зональности на Северном Кавказе.

Выявление заболеваний растений и идентификацию их возбудителей проводили методом влажной микробиологической камеры, с выделением патогенов на универсальную искусственную питательную среду (картофельно-глюкозный агар) с последующим микроскопированием инфекционных структур (Багирова и др., 2012).

Гистохимические исследования плодов проводили на микроскопе AxioImager D1 (Carl Zeiss, Германия). Срезы толщиной 50 мкм изготавливали с помощью микротомы с вибрирующим лезвием (Thermo Scientific, Microm HM 650V). Для выявления конденсированных полифенолов срезы обрабатывали бихроматом калия (Marin et al., 2010) и 4-(Dimethylamino)cinnamaldehyde (DMACA, Sigma-Aldrich) (Brillouet et al., 2011). Микрофотографии были получены с помощью камеры AxioCamMRc (Carl Zeiss, Германия); изображения обрабатывали в программе ZEN lite 2012 (Carl Zeiss, Германия).

Микроструктуру поверхности листьев и плодов изучали методом КриоСЭМ с помощью сканирующего электронного микроскопа LEO-1430 VP (Carl Zeiss, Германия) с замораживающей приставкой в режиме высокого вакуума и при напылении золотом. Для исследований фрагменты (1 см<sup>2</sup>) вырезали из средней части между главной жилкой и краем листовой пластинки, а также в области экватора плода. Образцы помещали на столик замораживающей приставки «*Deben CoolStage*» и охлаждали до -30 °С.

Автофлуоресценцию поверхностных структур листьев и плодов исследовали с использованием конфокального микроскопа «Olympus FV1000D» при возбуждении светом с длиной волны 405, 473, 560 нм.

Подготовку материала для электронно-микроскопического исследования содержания полифенолов в покровных тканях осуществляли по модифицированной методике (Кумахова, Меликян, 1989). Материал (кусочки плодов 1 мм<sup>2</sup>) фиксировали глутаровым альдегидом (на 0.1 М фосфатном буфере с рН=7.2) и 1 % раствором четырехокси осмия. Затем образцы обезвоживали в серии спиртов и ацетонов возрастающей концентрации и заливали в Эпон-812. Ультратонкие срезы изготавливали на ультрамикротоме LKB-III-8801A. Срезы контрастировали 2 % водным раствором уранилацетата (37 °С) и цитратом свинца по Рейнольдсу. Изучали и фотографировали образцы в трансмиссионных электронных микроскопах (ТЭМ) JEM-1400 и JEM-100B.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На основании анализа литературных данных и фитопатологических исследований выявлены основные грибные заболевания листьев и плодов растений подсемейства Maloideae (Хохряков, 2003; Скоропудов, 2017; Баскакова, 2017 и др.) (рис. 1).

На всех исследованных представителях *Malus*, *Pyrus*, *Cydonia* и *Mespilus* отмечено поражение листьев ржавчиной (*Gymnosporangium* sp.) и мучнистой росой (*Podosphaera* sp.), вызываемые фитопатогенными грибами – облигатными узкоспециализированными паразитами, биотрофами (рис. 1). Эти растения систематически поражаются рядом патогенов, относящихся к типичным факультативным паразитам, некротрофам, как правило, с широкой филогенетической специализацией. Монилиальная плодовая гниль (*Monilia fructigena* Pers.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), черный рак (*Sphaeropsis malorum* Peck.) и антракноз, или, горькая гниль (*Colletotrichum fructigenum* (Berk.) Vassil.) встречаются на плодах всех растений. В период вегетации плоды и листья поражаются альтернариозом (*Alternaria* spp.). Также они поражаются грибами рода *Phyllosticta*, вызывающими филлостиктоз, или бурую пятнистость листьев, при этом на каждой из них паразитирует свой вид патогена, соответственно, *P. mali* Pr.et Del., *P. pirina* Sacc., *P. cydoniae* var. *cydoniicola* (Allesch.) Cif. и *P. mespili* Sacc. Бурая пятнистость, вызываемая *Entomosporium maculatum* Lév. f. *maculate* Kleb. отмечается на *Pyrus* и *Cydonia*, а *Mespilus* поражает только специализированный на ней вид *E. (Diplocarpon) mespili* Sacc. Гриб *Ascochyta piricola* Sacc. паразитирует только на листьях груши и яблони, у мушмулы поражение вызывает близкий вид *A. mespili* West., на айве патогены данного рода не зарегистрированы.

Анализ видового состава возбудителей микозов представителей подсемейства Maloideae указывает на наличие у *M. germanica* наибольшего количества узкоспециализированных патогенов (рис. 1), относящихся к группе факультативных паразитов и сапротрофов. По нашим наблюдениям более устойчивыми к комплексу грибных заболеваний являются *Cydonia* и *M. germanica*. При этом, степень поражения зависит от видовой принадлежности и условий произрастания растений.

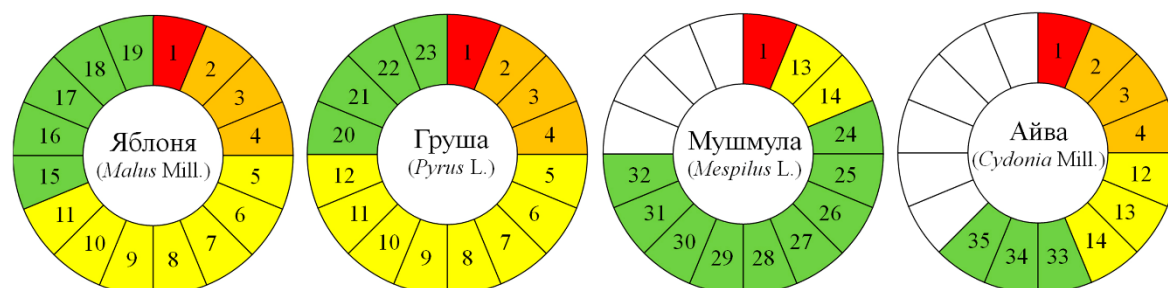


Рис. 1. Поражаемость некоторых представителей Maloideae (Rosaceae) микозами

■ возбудитель, поражающий всех представителей: 1 – *Monilia fructigena* Pers. ■ возбудители, поражающие трех исследуемых представителей: 2 – *Colletotrichum fructigenum* (Berk.) Vassil. (= *Gloeosporium fructigenum* Berk). сумчатая стадия – *Glomerella cingulata* (Ston.) Sp. et Schr.; 3 – *Botrytis cinerea* Pers.; 4 – *Sphaeropsis malorum* Peck. ■ возбудители поражающие двух представителей: 5 – *Ascochyta piricola* Sacc.; 6 – *Monilia laxa* Her. = *M. cinerea* Bonord; 7 – *Leptothyrium pomi* Sacc.; 8 – *Podosphaera leucotricha* Salm.; 9 – *Alternaria tenuis* Nees.; 10 – *Cladosporium herbarum* Link.; 11 – *Phyllosticta pirina* Sacc.; 12 – *Entomosporium maculatum* Lév. f. *maculate* Kleb. сумчатая стадия *Fabraea maculata* (Lév.) Atk.; 13 – *Podosphaera oxycanthae* DB; 14 – *Gymnosporangium confusum* Plowr. ■ высокоспециализированные возбудители, поражающие только одного из представителей: 15 – *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck. сумчатая стадия *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.; 16 – *Hendersonia mali* Trum.; 17 – *Gymnosporangium juniperinum* (L.) Mart. = *G. tremelloides* Hartig.; 18 – *Phyllosticta briardi* Sacc.; 19 – *Phyllosticta mali* Pr. et Del.; 20 – *Fusicladium pirinum* Foidl, сумчатая стадия *Venturia pirina* Aderh.; 21 – *Hendersonia piricola* Sacc.; 22 – *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks) Wint.; 23 – *Septoria piricola* Desm.; 24 – *Ascochyta mespili* West.; 25 – *Monilia necans* Ferr.; 26 – *Asteroma mespili* Rob. et Desm.; 27 – *Monilia foliicola* Woronich.; 28 – *Hendersonia mespili* West.; 29 – *Monilia linhartiana* Sacc.; 30 – *Septoria mespili* Sacc.; 31 – *Entomosporium mespili* Sacc.; 32 – *Phyllosticta mespili* Sacc.; 33 – *Cylindrosporium cydoniae* (Mont.) *Schoschiaschwili* (= *Gloeosporium cydoniae* Mont.); 34 – *Monilia cydoniae* Schell.; 35 – *Phyllosticta cydoniae* (Desm.) Sacc.

Особенности строения покровных тканей, прежде всего эпидермы имеют важное значение на первых этапах патологического процесса. Общими для всех представителей Maloideae является гипостоматность и формирование кутикулярной складчатости на поверхности листьев, а также одно- и многоклеточных трихом, или волосков (рис. 2 a–f). При этом абаксиальная (рис. 2 b–f) и адаксиальная (рис. 2 a) поверхности эпидермы листовой пластинки имеют различный характер формирования микрорельефа. В отличие от адаксиальной поверхности сильно поражающейся *Podosphaera* sp., *Gymnosporangium* sp., которые легко проникают через покровные ткани, для абаксиальной стороны листьев некоторых представителей (*Cydonia*, *Mespilus* и в меньшей степени у *Malus*) характерны мощные складки в области устьиц, представленные перистоматическими кольцами, опоясывающими замыкающие клетки, а также многочисленные радиально расходящиеся во всех направлениях микротяжи, обычно простирающиеся поверх границ собственно эпидермальных клеток (рис. 2 b–e). Большая высота кутикулярных складок изменяет характер смачиваемости поверхности листьев (Страсбургер, 2007), при этом водяные капли вследствие высокого поверхностного натяжения касаются только верхних кромок кутикулярных гребней и поэтому легко скатываются с эпидермы. Аналогичным образом, вероятно происходит сдувание воздушными потоками или смывание дождем спор (конидий) фитопатогенных

грибов, имеющих округлую форму, из-за чего они не могут прочно удержаться на складках кутикулы, прежде чем начнется процесс прорастания ростка гифы. Возможно, характер поверхности листьев *Cydonia* и, в несколько меньшей степени *Mespilus* способствуют повышенной устойчивости к грибным патогенам на этапе адсорбции к поверхности поражаемого органа, препятствуя дальнейшему проникновению.

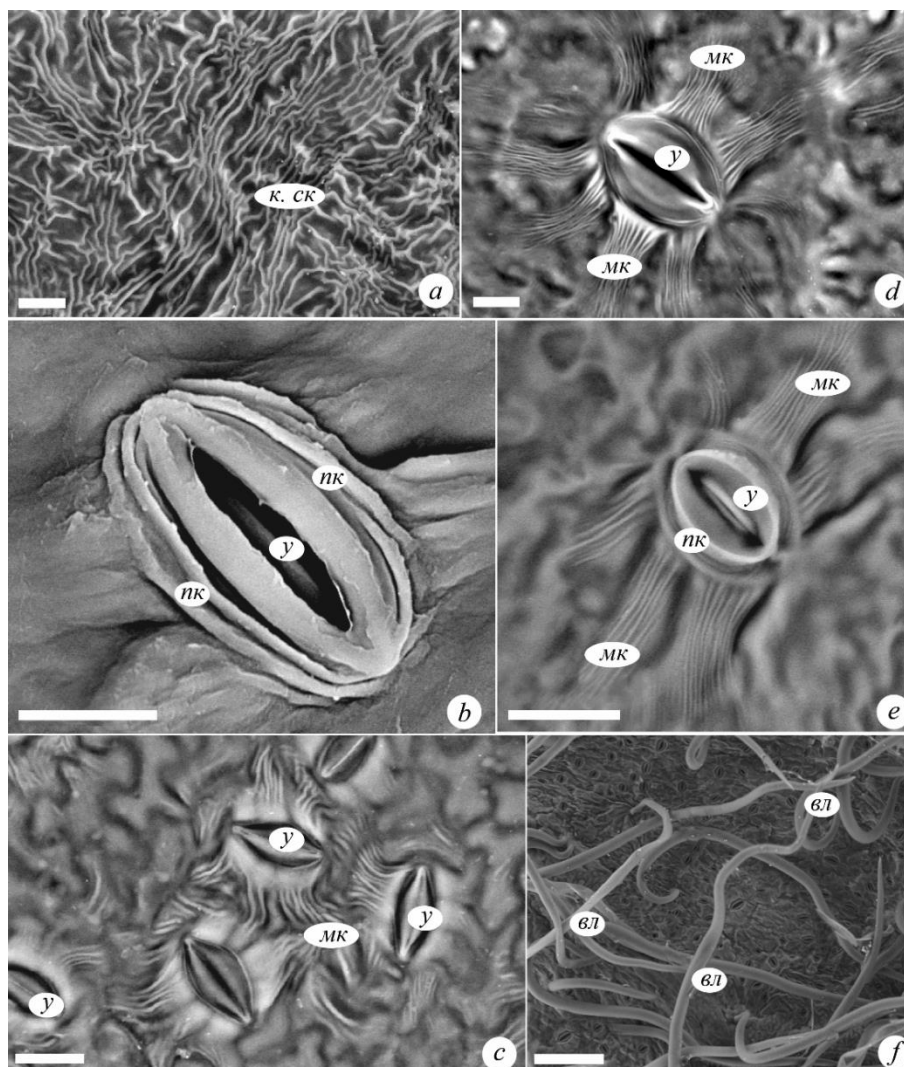


Рис. 2. Фрагменты адаксиальной (a) и абаксиальной (b – f) поверхности листьев Maloideae

СЭМ-микрографии: a – *Cydonia oblonga*, кутикулярная складчатость эпидермы; b – *Cydonia oblonga*, устьице с перистоматическими кольцами; c – *Pyrus*, устьица с радиальными кутикулярными микротыжами; d, f – *Malus*, устьица с радиальными кутикулярными микротыжами и многочисленные волоски, соответственно; e – *Mespilus germanica* устьица с перистоматическими кольцами и радиальными кутикулярными микротыжами. Обозначения: вл – волоски, к. ск – кутикулярная складчатость, мк – микротыжи, пак – перистоматические кольца, у – устьице. Масштабная линейка: a, b, d – 10 мкм; c, e – 20 мкм; f – 100 мкм.

Наряду с этими особенностями, поверхность эпидермы околоплодника *Malus* и *Pyrus* покрыты сплошным слоем кутикулы толщиной  $13,7 \pm 2,7$  и  $11,5 \pm 1,6$  мкм, соответственно. У *Cydonia* толщина кутикулярного покрова на 80 % больше ( $22,6 \pm 4,0$  мкм), чем у этих растений. По литературным данным плоды *M. germanica*, уже с ранних этапов формирования не имеют восковых отложений на поверхности (Miller, 1984). В отличие от других изученных видов, у



них также отсутствует кутикулярный покров, что отмечено нами при исследовании поверхности зрелых плодов *M. germanica* в СЭМ.

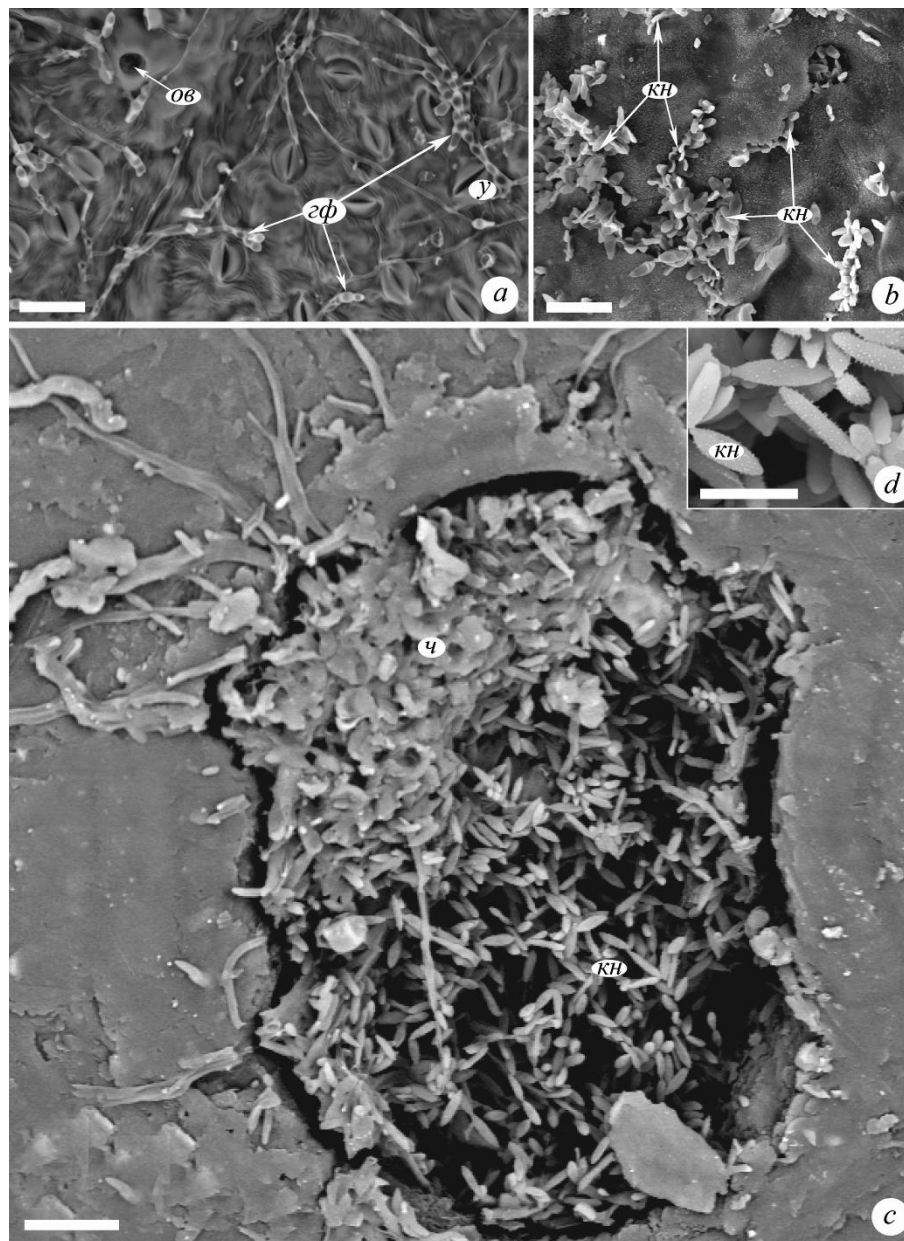


Рис. 3. Фрагменты абаксиальной поверхности листа (а) и плодов (b – d) Maloideae СЭМ-микрографии: а – *Malus*, многочисленные гифы гриба на поверхности и их скопление в области устьиц и оснований волосков; b – *Malus*, микротрещины с конидиями в кутикуле плода; c, d – *Pyrus*, многочисленные конидии в чечевичках и увеличенный фрагмент конидий, соответственно. Обозначения: гф – гифы, кн – конидии, ов – основание волоска, у – устьице, ч – чечевичка. Масштабная линейка: а, b, c – 20 мкм; d – 10 мкм.

Структурным отличием плода *Mespilus* является сваливающаяся эпидермальная ткань с многочисленными волосками, которая вероятно, способствуют удалению спор возбудителей заболеваний с поверхности. Кроме того, плотно расположенные ниже толстостенные пробковые клетки с суберинизированными стенками ограничивают проникновение патогена во внутренние ткани околоплодника. По нашему мнению, этими особенностями строения

поверхностных тканей и обусловлена такая высокая устойчивость плодов *M. germanica* к поражению различными фитопатогенными грибами.

СЭМ-скрининг поверхности листьев и плодов представителей Maloideae показал, что устьица, чечевички, а также основания опавших трихом являются основными и наиболее доступными путями для инвазии патогенных грибов во внутренние ткани (рис. 3 *a, c, d*).

Картины участков поверхности с чечевичками заполненными многочисленными конидиями различных грибов обнаружены у плодов *Pyrus*. Кроме того, на поверхности плодов *Malus* в кутикуле были отмечены микротрещины с выходящими из них многочисленными конидиями грибов – возбудителей парши (рис. 3 *b*)

Гифы и конидии патогенного гриба (предположительно рода *Fusicladium*) были обнаружены также методом конфокальной микроскопии в устьичной щели и полости чечевичек (рис. 4). При этом, гифальные клеточные стенки обладали интенсивной автофлуоресценцией в синей части спектра, благодаря этому четко выделялись среди клеток выполняющей ткани чечевичек, а конидии в щели между замыкающими клетками устьица.

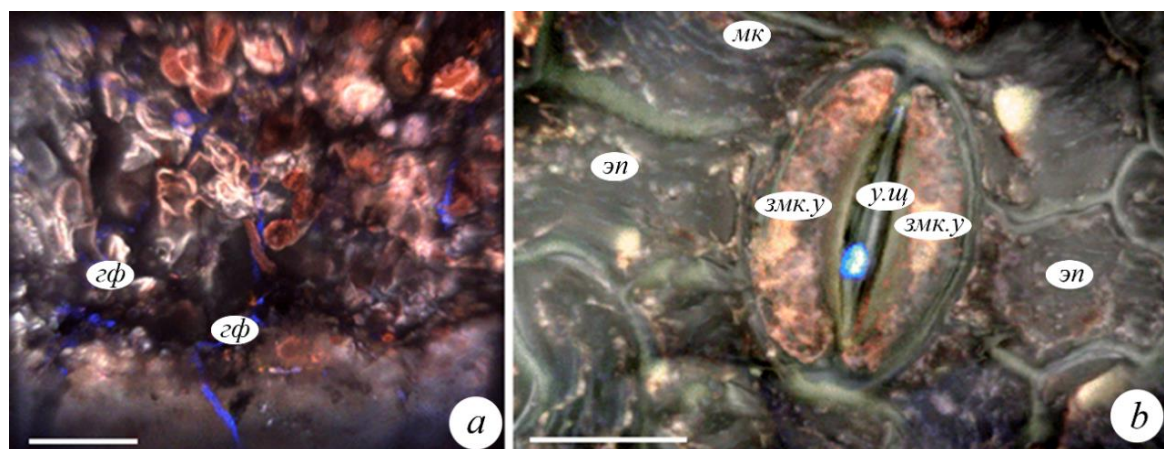


Рис. 4. Фрагменты поверхности плода *Malus* в конфокальном микроскопе  
*a* – полость чечевички с гифами мицелия; *b* – устьице с микротрещинами и конидией в устьичной щели. Обозначения: *гф* – гифы гриба, *зmk. у* – замыкающие клетки устьица, *mk* – микротрещины, *у. щ* – устьичная щель, *эп* – эпидерма. Масштабная линейка – 100 мкм.

Наряду с отмеченными структурными особенностями у представителей Maloideae в большом количестве представлены флавоноиды и флавоноидные гликозиды кверцетина и антоцианов, а также полифенольные соединения – катехин и эпикатехин (Камелин, 2006; Растительные ресурсы России, 2009). Фенольные соединения, обладающие антиоксидантной активностью, присутствуют в тканях растений в качестве предшественников лигнина и других сложных флавоноидов (полифенолов), выполняющих различные функции. Фенолы являются стрессовыми метаболитами, синтез которых резко возрастает при поранении или заражении патогенами (Запрометов, 1993; Шкалик, 2005; Упадышев, 2008). Эти соединения в подавляющем большинстве обладают фунгитоксичностью, многие флавоноиды даже при минимальном влиянии на рост фитопатогенных микроорганизмов, способны ингибировать выработку некоторыми грибами, например, видами аспергиллов *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus*, микотоксинов, опасных для здоровья человека и животных (De Luca et al., 1995; Gonzalez, 2001; Джавахия, 2016).

Конденсированные полифенолы хорошо выявляются при окрашивании бихроматом калия (рис. 5) и ДМАСА (рис. 6). При наличии в клетках флорафенолов – продуктов окисления

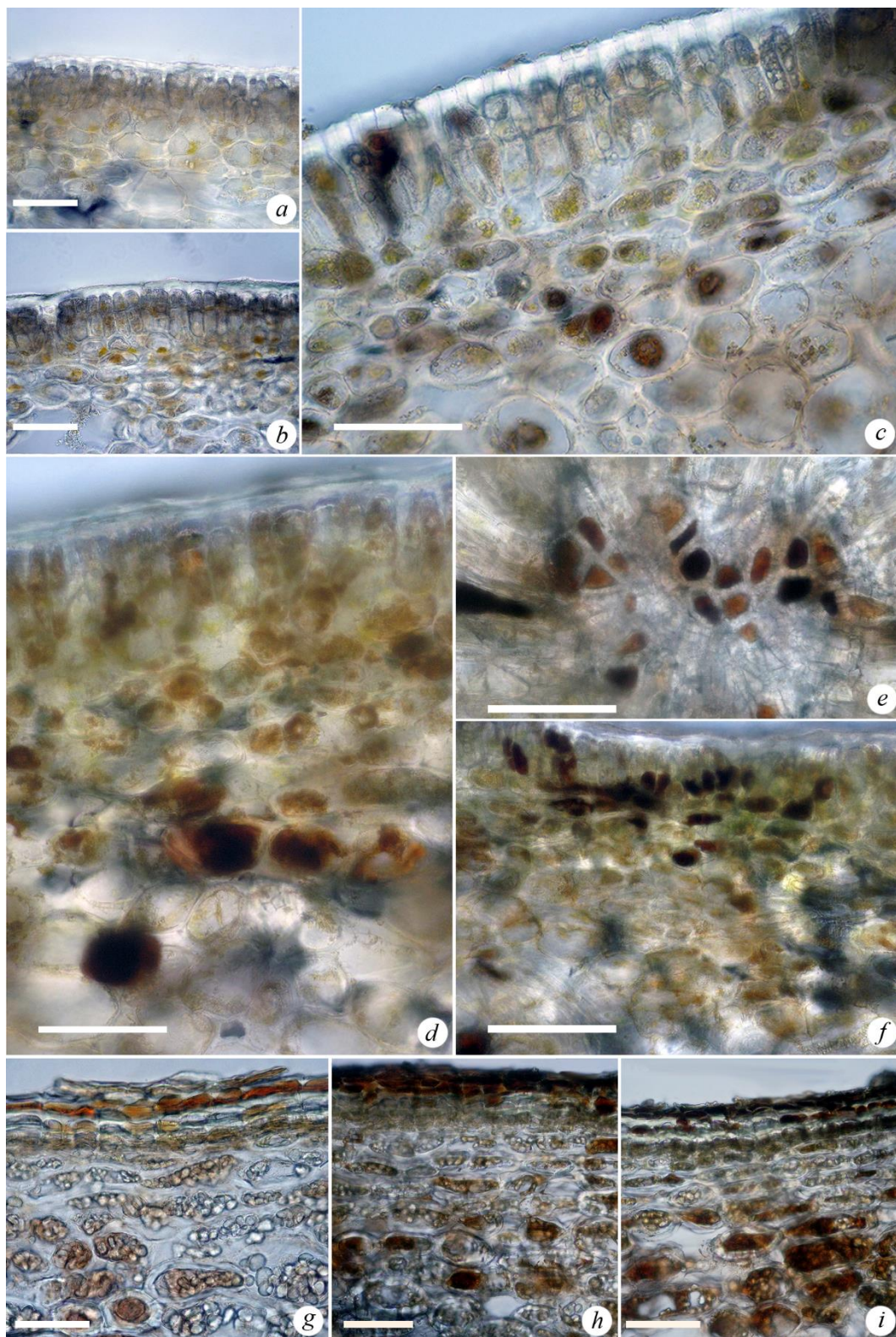


Рис. 5. Полифенолы в клетках околоплодника *Cydonia oblonga* (a – f) и *Mespilus germanica* (g – i)

Неокрашенные срезы с высоты 300 (a, g) и 700 м (b). Окрашенные  $K_2Cr_2O_7$  срезы с высот 300 (c, d, h) и 700 м (e, f, i). Масштабная линейка: a – d, g – i – 50 мкм; e, f – 80 мкм.

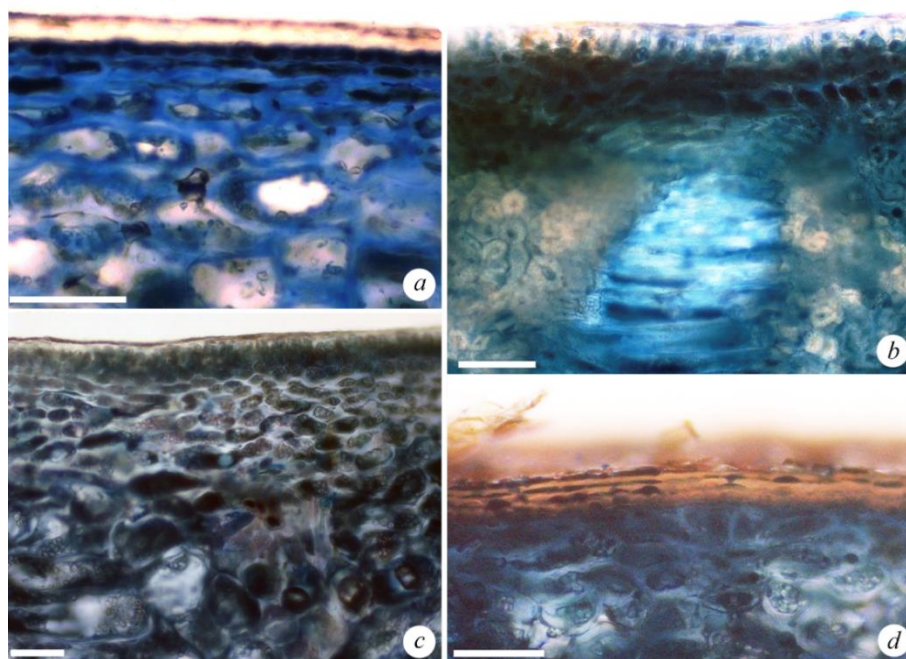


Рис. 6. Полифенолы в околоплодниках Maloideae (700 м),  
визуализированные DMACA

*a – Malus, b – Pyrus, c – Cydonia oblonga, d – Mespilus germanica.* Масштабная линейка – 100 мкм.

дубильных веществ, относящихся к полифенолам, они становятся насыщенно темно-коричневато-буроватого цвета (Marin et al., 2016). Клетки, не содержащие конденсированных полифенолов, после окрашивания имели бледно-коричневый оттенок (рис. 5 *a, b, d*). При этом прослеживается тенденция, что с увеличением высоты произрастания над уровнем моря количество клеток с полифенолами и количество полифенолов в них возрастает (рис. 5). В гиподерме плодов с высоты 700 м количество клеток с конденсированными полифенолами значительно меньше, чем в эпидерме (рис. 7).

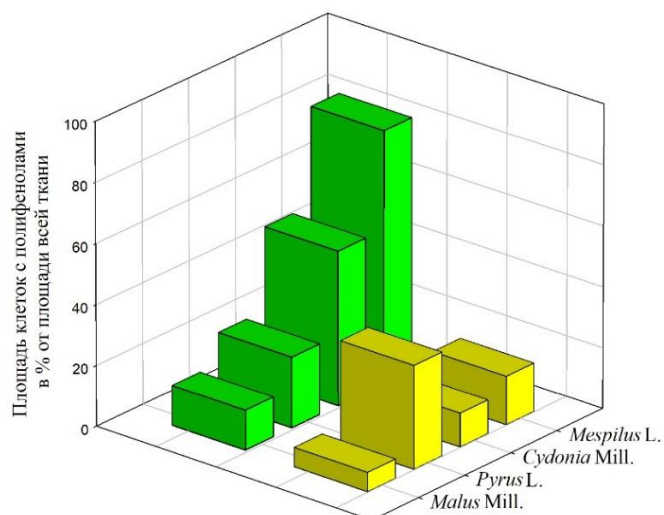


Рис. 7. Процент площади клеток с полифенолами в покровных тканях околоплодников Maloideae

Для *Malus, Pyrus, Cydonia oblonga*: ■ – эпидерма, ■ – гиподерма; для *Mespilus germanica*: ■ – пробковые клетки, ■ – паренхимные клетки (по результатам морфометрического подсчета исследования околоплодников в опытах с  $K_2Cr_2O_7$ ).

Наличие конденсированных полифенолов в наружных тканях плодов *Maloideae* также было выявлено при исследовании образцов с помощью ТЭМ, поскольку в данном методе фиксация материала оксидом осмия ( $OsO_4$ ) позволяет визуализировать комплексы белков с полифенолами в виде черного электронно-плотного материала (ЭПМ), основными местами локализации которых являются вакуоли (рис. 8).

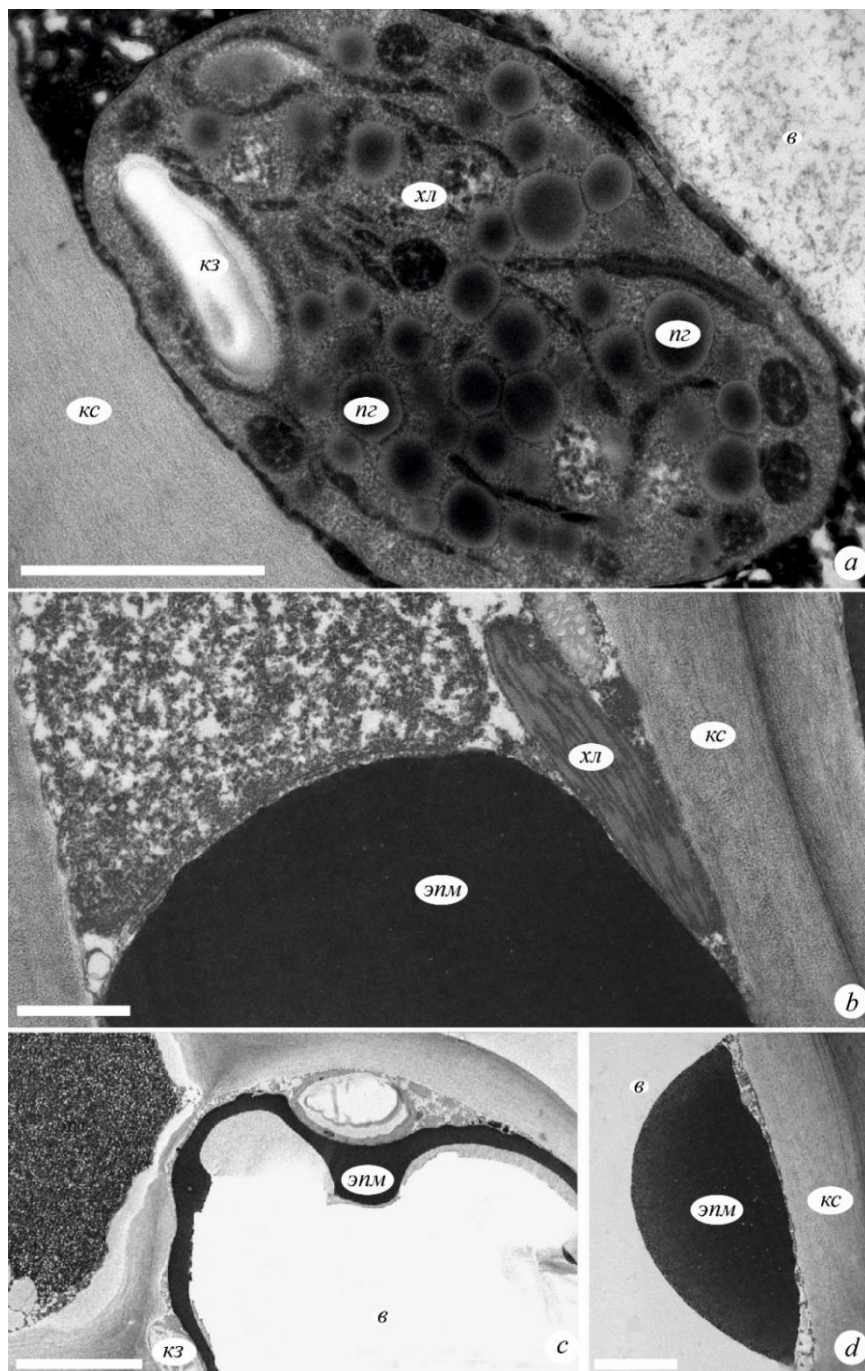


Рис. 8. Фрагменты клеток поверхностных тканей околоплодника *Maloideae* в ТЭМ  
*a* – *Mallus*, хлоропласт клетки гиподермы на стадии синтеза полифенолов; *b*, *c* – *M. germanica*, клетки наружного слоя, заполненные ЭПМ (полифенолами); *d* – *Mallus*, клетки эпидермы с полифенолами в виде ЭПМ – танноглобул. Обозначения: *в* – вакуоль, *кз* – крахмальное зерно, *кс* – клеточная стенка, *пг* – пластоглобула, *хл* – хлоропласт, *эпм* – электронно-плотный материал. Масштабная линейка – 1 мкм.

Как видно на микрографиях ТЭМ большинство клеток наружного слоя околоплодника *M. germanica* полностью заполнены полифенолами, в отличие от *Malus*, *Pyrus*, и *C. oblonga*, у которых ЭПМ откладываются в виде отдельных округлой формы образований (рис. 8 *b-d*). По нашим данным синтез танинов (полифенолов) происходят главным образом в хлоропластах (рис. 8 *a*). Механизм их образования и транспорта в места локализации нами описаны ранее (Kumachova et al., 2018).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали проведенные исследования, вегетативные (листья) и репродуктивные органы (плоды) Maloideae обладают не только структурным и химическим разнообразием защитных соединений, но и разнообразными стратегиями их применения, то есть имеют глубоко эшелонированную оборону с гибким управлением, способным создавать в нужном месте и в нужное время разнообразные защитные барьеры на пути продвижения патогена.

Можно предположить, что в формировании структурного и функционального иммунитета Maloideae основная роль принадлежит поверхностному слою клеток – эпидерме (*Malus*, *Pyrus*, и *Cydonia oblonga*) и клеткам пробки (*Mespilus germanica*), которые служат барьером при проникновении патогенов в ткани околоплодника. При этом, эпидерма содержит большую часть конденсированных полифенолов, являющихся одним из химических факторов устойчивости к фитопатогенным грибам. Но, кроме фитопротекторной роли, фенольным соединениям (ФеС) может быть так же присуща защитная роль от абиотических факторов среды. С повышением высоты произрастания наблюдается увеличение в наружном слое околоплодника Maloideae количества клеток, содержащих ФеС в вакуолях. Как нам представляется, эта особенность связана с приспособлением растительного организма к увеличению УФ облучения с изменением высоты произрастания плодовых деревьев над уровнем моря (Berli et al., 2008). Известно, что ФеС обладают выраженными антиоксидантными свойствами, а высокие дозы УФ в горах вызывают окислительный стресс в растительной клетке. Следовательно, увеличение ФеС является защитным механизмом, позволяющим Maloideae (Rosaceae) произрастать на разных высотах с контрастными почвенно-климатическими условиями, сохраняя при этом генетический материал семян от вредного воздействия высоких доз УФ.

По нашему мнению, важную роль при воздействии сублимитированных стрессоров как абиотической, так и биотической этиологии принадлежат адаптивным структурам эпидермы листьев, в частности кутикулярной складчатости разной морфологии, а также мощным восковому и кутикулярному покровам плодов у *Malus*, *Pyrus*, и *C. oblonga*, и слущивающейся эпидерме, как первичная покровная ткань при ее смене на вторичную – пробковые клетки с сильно суберинизированными стенками у *M. germanica*. При этом, анатомо-морфологические изменения сопровождаются физиолого-биохимическими и цитологическими, в частности синтезом протекторных веществ фенольной природы (полифенолы) некоторыми органеллами (ЭР и хлоропластами) в клетках наружного слоя околоплодника.

## Список литературы

- Багирова С. Ф., Джавахия В. Г., Дьяков Ю. Т. и др. Фундаментальная фитопатология / [Под ред. О. Л. Дьякова]. – М.: Краснодар., 2012. – 512 с.
- Баскакова В. Л. Создание сортов айвы для промышленного садоводства // Сборник научных трудов ГРБС, Ялта. – 2017. – Т. 144. ч. 1. – С. 98–102.
- Библь Р. Цитологические основы экологии растений. – М.: Мир, 1965. – 465 с.
- Ванина Л. С., Вартапетян В. В. Дикорастущие яблони (Коллекция ботанического сада биологического факультета МГУ имени К.А. Ломоносова). – М.: КМК, 2010. – 84 с.
- Веселова Т. В., Веселовский В. А., Чернявский Д. С. Стресс у растений: Биофизический подход. – М.: МГУ, 1993. – 144 с.
- Виноградов Б. В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. – М.: Высшая школа, 1964. – 324 с.

- Гиляров А. М. Становление эволюционного подхода как объяснительного начала в экологии // Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64, № 1. – С. 3–22.
- Джавахия В. Г., Воинова Т. М., Поплетаяева С. Б. и др. Некоторые природные и синтетические соединения, блокирующие биосинтез афлатоксина В1 и меланина у *Aspergillus flavus* // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 51. – С. 533–542.
- Запрометов М. Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
- Камелин Р. В. Розоцветные (Rosaceae). – Барнаул: ООО Алтайские страницы, 2006. – 100 с.
- Кумахова Т. Х., Меликян А. П. Ультраструктура кутикулы плодов разных сортов яблони *Malus domestica* (Rosaceae) // Бот. журнал. – 1989. – Т. 74, № 3. – С. 328–332.
- Кумахова Т. Х. Некоторые особенности анатомии плодов *Malus domestica* (Rosaceae) в зависимости от высоты культивирования в горах // Бот. журнал. – 2003. – Т. 88, № 6. – С. 75–84.
- Метлицкий Л. В., Метлицкий Л. В., Озерецковская О. Л. Как растения защищаются от болезней. – М.: Наука, 1985. – 189 с.
- Орлов С. Н., Котелевцев С. В., Новиков К. Н. и др. Химико-биотические взаимодействия при изучении различных уровней живых систем, в том числе взаимодействия с участием мембранотропных веществ и биомембран // Ecological Studies, Hazards, Solutions. – 2017. – Vol. 24. – P. 103–106.
- Понамаренко В. В. Видовой состав дикорастущих яблонь СССР и центры их генетического разнообразия // Бот. журн. – 1977. – Т. 66. – Вып. 6. – С. 820–831.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / [Отв. ред. А. Л. Буданцев]. – Санкт-Петербург: КМК, 2009. – 513 с.
- Скоропудов В. Н., Куклина А. Г., Федулова Ю. А. Болезни редких садовых культур в Европейской части России // Материалы Международной конференции «Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль». – 2017. – Вып. 8. – С. 152–158.
- Страсбургер Э. Ботаника. – М.: Изд. «Академия», 2007. – 362 с.
- Третьяков Н. Н., Кошкин Е. И., Макрушин Н. М. и др. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 2000. – 640 с.
- Упадышев М. Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. – М.: Изд. дом МСП, 2008. – 318 с.
- Усманов И. Ю., Рахманкулова З. Ф., Кулагин А. Ю. Экологическая физиология растений. – М.: Логос, 2001. – 222 с.
- Хохряков М. К., Дорозракова Т. Л., Степанов К. М., Летова М. Ф. Определитель болезней растений. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
- Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. – 238 с.
- Шкаликов В. А., Дьяков Ю. Т., Смирнов А. Н. и др. Иммуитет растений. – М.: Колос, 2005. – 190 с.
- Beloshapkina O. O., Kumachova T. Kh., Vakhshekh I. N. Immunological assessment to apple varieties in terms of their scab resistance and its correlation with leaf and fruit microstructure // Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy. – 2014. – N 4. – С. 52–62.
- Berli F., D'Angelo J., Cavagnaro B. et al. Phenolic Composition in Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) Ripened with Different Solar UV-B Radiation Levels by Capillary Zone Electrophoresis // Journal of Agricultural and Food Chemistry – 2008. – Vol. 56. – P. 2892–2898.
- Biochemistry and Molecular Biology of Plants. / [Eds. B. B. Buchanan, W. Gruissem and R. L. Jones]. – American Society of Plant Physiologists, 2000. – 1408 p.
- Brillouet J-M., Romieu C., Schoefs B. et al. The tannosome is an organelle forming condensed tannins in the chlorophyllous organs of Tracheophyta // Annals of Botany. – 2013. – Vol. 112, N 6. – P. 1003–1014.
- De Luca C., Passi S., Fabbri A. A., Fanelli C. Ergosterol oxidation may be considered a signal for fungal growth and aflatoxin production in *Aspergillus parasiticus* // Food Add. Contam. – 1995. – Vol. 12. – P. 445–50.
- Gonzalez E., Felicio J. D., Pinto M. M. Biflavonoids inhibit the production of aflatoxin by *Aspergillus flavus* // Brazil. J. Med. Biol. Res. – 2001. – Vol. 34. – P. 1453–1456.
- Kumachova T. Kh., Voronkov A.S., Orlova Yu.V. et al. Tannosomes in the pericarp cells of *Maloideae* (Rosaceae) // Doklady Biological Sciences. – 2018. – Vol. 482, N 6. – P. 214–218.
- Larcher W. Physiological plant ecology. – N. Y.: Springer, 1995. – 506 p.
- Marin M., Jasníc N., Lakušić D. et al. The micromorphological, histochemical and confocal analysis of satureja *Subspicata* Bartl. Ex Vis. Glandular trichomes // Archives of Biological Sciences. – 2010. – Vol. 62, № 4. – P. 1143–1149.
- Miller R. H. The Multiple Epidermis-Cuticle Complex of Medlar Fruit *Mespilus germanica* L. (Rosaceae) // Annals of Botany. – 1984. – Vol. 53. – P. 779–792.

**Kumachova T. Kh., Beloshapkina O. O., Voronkov A. S., Ryabchenko A. S., Ivanova T. V., Dakieva M. K.**  
**Adaptive structures of the Maloideae (Rosaceae) determined with sublimitating stress factors** // Ekosistemy. 2019.  
Iss. 18. P. 35–47.

Currently, the issue of providing the population with high-quality environmentally friendly food is becoming increasingly important. In this regard, the production of agricultural plants in conditions of low anthropogenic load in mountains is noteworthy. However, the conditions of growth in mountain are quite severe for cultural forms due to great diurnal temperature variation, uneven moisture distribution during the growing season, higher doses of ultraviolet radiation compared with lowlands and high pathogenic load. Therefore, the study of the factors contributing to the resistance of plant organisms to this complex of adverse limiting conditions is an urgent task and is of both theoretical and practical interest. In this regard, the research studies the specific features of organization of cover tissues contacting directly external environment of representatives of 4 genera (apple – *Malus* Mill., pear – *Pyrus* L., quince – *Cydonia* Mill. and medlar – *Mespilus* L.) of the subfamily Maloideae (Rosaceae), grown in the conditions of high altitudinal zonality in the mountains of the North Caucasus. The paper discusses the peculiarities of formation of vegetative and reproductive organs adaptive structures at different levels of organization (subcellular, cellular, tissue, organ and organism) caused by sublimitating stress factors of various etiology. It is assumed that the increased resistance of some representatives (quince and medlar) to unfavorable factors results from the formation of powerful folded microstructure of cuticular nature on the leaf surface, strong cutinization and suberinization of the cell walls of the outer tissues of fruit, as well as a high content of phenolic substances in them.

*Key words:* stress, *Malus*, *Pyrus*, *Cydonia*, *Mespilus*, adaptive structures, polyphenols.

*Поступила в редакцию 17.01.19*



УДК 582.572.7:581.54+581.41(571.14)

## Сезонный ритм развития и органогенез *Iris setosa* (Iridaceae) в лесостепной зоне Западной Сибири

Седельникова Л. Л.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук  
Новосибирск, Россия  
lusedelnikova@yandex.ru

Проанализирован сезонный ритм развития *Iris setosa* – ириса щетинистого из двух популяций: Забайкальской и Якутской за вегетационные периоды 2016–2018 годов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Установлено, что фенофазы развития начала вегетации и начала цветения у растений из Якутской популяции, соответственно, наступают быстрее на 5–14 и 5–9 дней, чем у растений Забайкальской популяции. Однако габитус растений Забайкальской популяции в 2–3 раза превышает рост вегетативных и генеративных побегов особей Якутской популяции. Плодоношение наступает одновременно. Определено, что в предзимье конус нарастания побега возобновления формирует вегетативные органы–листья, что соответствует второму этапу органогенеза. Дифференциация конуса нарастания побега на генеративные органы начинается ранней весной в мае в период интенсивного роста. В течение 14–15 дней конус нарастания проходит внутривидовое развитие с III по VIII этапы органогенеза. IX–XII этапы органогенеза соответствуют фенодатам от цветения до плодоношения. Продолжительность цветения составляет 10–25 дней. Синфлоресценция *I. setosa* – монохазий и относится к монотелическому типу. Растения из обеих популяций обладают высокой холодоустойчивостью, устойчивостью к болезням и вредителям. В лесостепной зоне Западной Сибири адаптивный потенциал *I. setosa* составляет 23–30 баллов. Обнаружено, что по критериям адаптации высокоперспективные растения *I. setosa* из Забайкальской популяции.

*Ключевые слова:* *Iris setosa*, рост, развитие, органогенез, Западная Сибирь.

### ВВЕДЕНИЕ

Среди цветочно-декоративных растений представители рода *Iris* (Iridaceae) имеют одно из приоритетных научно-практических значений. Они достаточно широко распространены в природе и культивируются в различных эколого-географических регионах России (Верещагина, 1996; Родионенко, 2002; Алексеева, 2009; Данилова и др., 2012; Решетникова, 2014). Сохранение видового разнообразия и исследование биологических особенностей путем *ex situ* главная задача ботанических садов. Среди них касатик (ирис) щетинистый – *Iris setosa* Pall. ex Link s. l. из подрода *Limniris* (Taush) Reichenb., секции *Laevigatae* (Diels) Rodion (Родионенко, 2007; Wilson, 2011; Конспект..., 2012). Распространен *I. setosa* в Сибирской северо-восточной горно-гипарктической флористической провинции (Малышев и др., 2000). В основном вид обитает по берегам водоемов, на пойменных лугах, в лиственных лесах и их опушках, на морских террасах в Восточной Сибири и Дальнем Востоке, на севере Японии и северо-востоке Китая, а также северо-западе Северной Америки. Морфологические признаки вида сильно зависят от условий произрастания. Введение в культуру этого вида послужило основанием для исследования адаптивных возможностей его в Сибири.

Целью работы явилось изучение биологических особенностей интродуцированного вида – *Iris setosa* в условия лесостепной зоны Новосибирской области.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лесостепной зоне Западной Сибири, в юго-восточном районе Приобского округа агроклиматической провинции Новосибирской области в Центральном сибирском ботаническом саду Сибирского отделения РАН (ЦСБС СО РАН). Эта зона характеризуется резкоконтинентальным климатом (Седельникова, 2002). Коллекционный участок расположен в окрестности поселка Кирово, окруженный березовым лесом с

разнотравьем. Приведены данные за 2016–2018 годы. По гидротермическим условиям 2016 год был теплый, слабо засушлив, с умеренно увлажненным вегетационным периодом, гидротермический коэффициент (ГТК=1,1). 2017 год отличался очень засушливым, недостаточно увлажненным вегетационным периодом (ГТК=0,63). Избыточно увлажненным и прохладным вегетационным периодом характерен 2018 год. Весна 2018 года была поздняя, сход снега наблюдали 23 апреля, с возвратным похолоданием до  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ночью и днем  $+3\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (26.04–09.05). Однако осень 2018 года была продолжительная и теплая, до 17 октября ночью 0, днем  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В качестве объекта исследования использовали взрослые растения *I. setosa*, интродуцированные из двух популяций – Забайкальской (ЗП) и Якутской (ЯП). Фенологические наблюдения проводили согласно методике (Методы..., 1966; Бейдеман, 1974). Этапы органогенеза конуса нарастания побега определяли по методике (Куперман, 1977). Апикальная зона побега возобновления проанализирована с помощью стереомикроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V 12, с использованием микрофотографий полученных в центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН. Морфологическое описание соцветия и побеговой системы проведены согласно работам (Кузнецова и др., 1992; Жмылев и др., 1993).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительное изучение сезонного развития взрослых растений *I. setosa*, принадлежащих к Забайкальской и Якутской популяциям показало, что весенняя вегетация растений ЯП начинается на 5–14 дней раньше особей ЗП популяции, в конце апреля–начале мая. С наступлением устойчивых положительных температур выше 10 градусов развитие растений ЯП ускоряется на 9–20 дней. Начало бутонизации отмечено в первой декаде июня. Ее продолжительность составляла 8–12 дней. Цветение растений ЯП наступало раньше на 5–9 дней по сравнению с растениями ЗП. Однако рост надземных вегетативных органов у растений ЯП значительно был замедлен. Высота растений ЯП в период цветения была в 2 раза меньше, чем у особей ЗП. Таким образом, процессы роста и развития синхронно взаимосвязаны. Начало цветения соответствовало первой–второй, реже третьей декадам июня и наступало при сумме положительных температур 560–790  $^{\circ}\text{C}$ . Плодоношение у данных интродуцентов наблюдали одновременно, во второй–третьей декадах июня и первой декаде июля до первой декады августа. Осенняя вегетация продолжительная (30.09–10.10) до устойчивых заморозков (рис. 1).

Продолжительность цветения одного цветка в соцветии составляла 3–3,5 дней. У взрослых растений сформировано 10–13 генеративных побегов и цветение одного куста продолжалось от 10 до 25 дней. Растения ЗП и ЯП популяций имели отличия по габитусу. Высота куста особей ЗП составляла 50–85 см, длина соцветия 40–87 см, в соцветии 4–7 цветков фиолетовой окраски, их размер  $7\times 7$  см в диаметре (рис. 2). Растения ЯП имели меньший габитус, высота куста – 35–40 см, длина соцветия – 20–25 см, в соцветии формировалось всего 3 цветка, их размер  $5\times 5$  см в диаметре.

В современной концепции строение соцветий рассматривается на физиономическом, структурном и ритмологическом уровнях (Кузнецова и др., 1992), что отражает закономерность их морфогенеза и эволюции. При структурном подходе универсальная схема соцветия представляет совокупность цветоносных осей годовичного побега, что равнозначно синфлоресценции (Troll, 1964). Нами отмечено, что главная ось годовичного генеративного побега *I. setosa* заканчивается флоральной единицей (ФЕ) состоящей из цимы – монохазия. Такими же ФЕ заканчиваются и боковые оси, именуемые паракладиями (П). Соцветие *I. setosa* цимозное, закрытое, так как характеризуется наличием на главной оси терминального цветка и смешанным базипетально-акропетальным порядком распускания цветков. Однако в пределах паракладия порядок распускания цветков всегда базипетален. Соцветие брактеозно-фрондозное. Во-первых, кроющие листья в виде брактеей (прицветничков) хорошо выражены в пазухе каждого цветка. Во-вторых, в междоузлиях 1–2 нижних боковых осей зоны

обогащения расположены хорошо развитые зеленые пластинки листа мечевидного типа, которые мало отличаются от листьев на растении, только меньших размеров. Боковые оси в числе 2–3 заканчиваются цветками и вместе с терминальным цветком соцветия представляет собой монохазий. Количественные признаки соцветия обладают широкой амплитудой варьирования в разных эколого-географических местообитаниях и при формировании играют адаптивную роль. По поведению апикальной меристемы главной оси и паракладиев, которые формируют верхушечный цветок, синфлоресценция *I. setosa* – монохазий и относится к монотелическому типу (рис. 3).

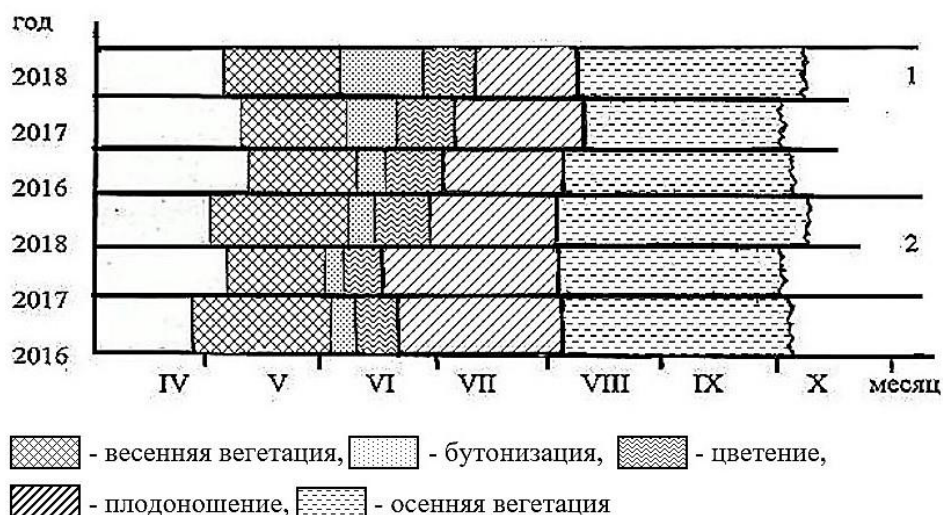


Рис. 1. Феноспектр *Iris setosa* Забайкальской (1) и Якутской (2) популяций в условиях Новосибирской области



Рис. 2–3. *Iris setosa* (Забайкальская популяция) в экспозиции сада (2) и схема соцветия (3)

1–7 – порядок распускания цветков; а – брактей; б – укороченные междоузлия; в – срединные листья зоны обогащения; г – срединные листья зоны возобновления.

Согласно классификации (Николаева и др., 1985) плод *I. setosa* многосеменная локулицидная трехстворчатая коробочка. Её средняя длина – 2,2–3,0 см и ширина – 1,1–1,7 см. Реальная семенная продуктивность в 2 раза ниже потенциальной и составляла  $23 \pm 3,5$  шт. семян в коробочке. Семена светло-коричневые, продолговатые с бороздой по центру. У растений ЯП плод формируется каждый год, но полноценные семена завязываются слабо, либо не завязываются. Самосев у растений отсутствует.

Вид вегетирует до устойчивых заморозков, при непрерывном формировании зеленых листьев. Период зимнего покоя – вынужденный. Перед наступлением устойчивых морозов и снежного покрова (30.09–17.10) надземную часть побегов подрезаем на 10–15 см от поверхности почвы.

Исследование состояния побега возобновления в течение сезонного периода 2017 года показало, что процесс дифференциации конуса нарастания на генеративную сферу у *I. setosa* происходит в весенний период роста (рис. 4 *a–e*). Установлено, что во второй декаде мая (17.05) происходит начало формирования главной оси зачаточного соцветия, что характерно для III этапа органогенеза (рис. 4 *a*). Дифференциация конуса нарастания на органы цветка происходит быстро и через пять дней (22.05) на зачаточной оси соцветия формируются конусы нарастания второго порядка (IV этап органогенеза) и далее лепестки цветка (V–VI этапы, рис. 4 *c*). Причем генеративные органы закладываются базипетально. Развитие верхних цветков опережает нижние, что связано с базипетальным типом распускания цветков в период цветения. Формирование органов цветка отмечено 24 мая, что соответствует VII–VIII этапами органогенеза (рис. 4 *d, e*). Таким образом, дифференциация побега возобновления на генеративные органы у *I. setosa* проявляется весной в период начала вегетации и в фазе 5–6 настоящего листа уже сформировано зачаточное соцветие. Эти процессы связаны с переходом среднесуточных температур через +10 °С. Этапы органогенеза с IX по XII соответствуют фенофазам цветения, плодоношения и формирования семян.

В предзимье (10.10.2017) вегетативный апекс побега возобновления *I. setosa* формирует на поверхности экзогенно в акропетальной последовательности зачатки листьев. Конус нарастания побега следующего года вегетации находится на II этапе органогенеза. В его основании сформировано 4–5 зачаточных листьев. Форма конуса нарастания плоская (рис. 4 *f, g*). В таком состоянии растения *I. setosa* зимуют.

Ирис щетинистый – восточно-сибирско-североамериканский вид (Алексеева, 2009). Имеет в условиях лесостепной зоны Западной Сибири длительновегетирующий весенне-летне-осенний феноритмотип, с раннелетним периодом цветения. По строению подземных побегов *I. setosa* – коротко-плотно-корневищный поликарпик, по структуре надземных побегов и размещению листьев на них принадлежит к полурозеточным растениям, так как помимо сильно развитых срединных листьев в зоне возобновления побега, наблюдается формирование срединных листьев на генеративном побеге в зоне обогащения.

Жизненная форма *I. setosa* согласно классификации (Raunkiaer, 1934) относится к корневищным геофитам. Почка возобновления максимально защищена в базальной части побега листьями. Биоморфа неявнополицентрическая, поскольку побеги, корни и почки возобновления взрослых особей образуют близко расположенные друг к другу центры разрастания.

Одним из показателей адаптационной способности интродуцируемых декоративных видов служит оценка их перспективности (Седельникова, 2002; Решетникова, 2014). Основные критерии адаптации *I. setosa* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что высоким уровнем адаптации обладали особи *I. setosa* Забайкальской популяции, которые в сумме имели 30 баллов и определены в высокоперспективную первую группу (I). Эти растения, несмотря на позднее отрастание и цветение, отличаются хорошим жизненным состоянием, декоративными качествами, формируют высокие компактные клоны. Их генеративные побеги выше или на уровне листьев, а продолжительность цветения составляет в целом от 10 до 25 дней.

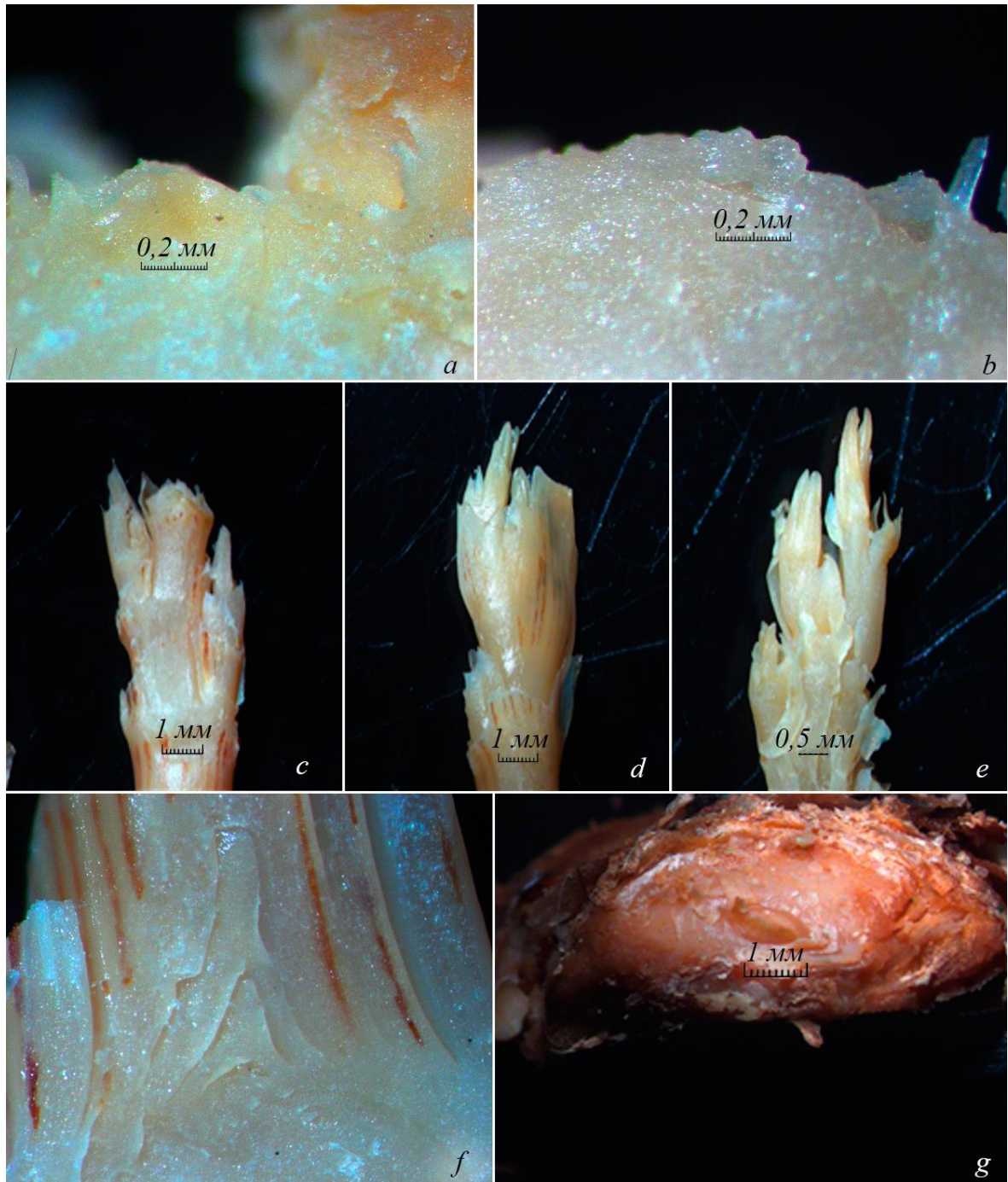


Рис. 4. Этапы органогенеза побега возобновления *Iris setosa*  
*a* – III этап; *b* – IV этап; *c* – V–VI этап; *d* – VII этап; *e* – VIII этап; *f*, *g* – II этап (*f* – поперечный срез, *g* – вид сверху).

Средний уровень адаптации отмечен у растений Якутской популяции. Они отнесены нами ко второй группе перспективности (II). Их развитие несколько ускорено, однако за годы интродукции особи имели значительно меньший габитус, слабое вегетативное размножение и отсутствие семенного размножения.

В результате исследования установлено, что растения из обеих популяций обладают высокой холодоустойчивостью, устойчивостью к болезням и вредителям, что также отмечено рядом авторов (Данилова и др., 2012) при изучении этого вида в северных условиях. В

лесостепной зоне Западной Сибири адаптивный потенциал растений, в целом, высокий и составляет 23–30 баллов. В течение вегетации взрослые особи *I. setosa* проходят полный цикл развития от II до XII этапа органогенеза. В сибирском регионе *I. setosa* сохраняет декоративность до устойчивых осенних заморозков и его, возможно, использовать в различных композициях ландшафтного дизайна.

Таблица 1

Оценка перспективности растений *Iris setosa* из двух популяций в условиях лесостепной зоны Западной Сибири

Популяция	Критерии оценки в баллах							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Забайкальская	5	5	5	5	5	5	30	I
Якутская	3	4	3	3	5	5	23	II

Примечание к таблице. 1 – габитус растений; 2 – обильность цветения; 3 – вегетативное размножение; 4 – плодоношение; 5 – устойчивость к болезням и вредителям; 6 – холодоустойчивость; 7 – сумма баллов; 8 – группа перспективности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сезонный рост и развитие *Iris setosa* из двух популяций в условиях лесостепной зоны Западной Сибири происходит синхронно с прохождением всех фенофаз, у особей Забайкальской популяции за 143–158 дня, а Якутской за 154–170 дней. Феноритмотип – длительновегетирующий весенне-летне-осенний, с раннелетним периодом цветения. Синфлоресценция – монохазий.

Дифференциация конуса нарастания побега возобновления взрослых особей *I. setosa* на генеративные органы происходит весной в период интенсивного роста, во второй – третьей декадах мая, в течение 13–23 дней и соответствует III–VIII этапам органогенеза. В предзимье у побега формируются только вегетативные органы.

Критерии адаптационной способности *I. setosa* из разных местообитаний не идентичны. Высокий уровень адаптации растений Забайкальской популяции в 30 баллов позволяет выделить их в качестве высокоперспективных к условиям изученного региона Сибири.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность д. б. н. Е. В. Байковой за методическую помощь в структурном анализе соцветия.

Работа выполнена в рамках госзадания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А17-1170126100053-9 «Выявление путей адаптации растений к контрастным условиям обитания на популяционном и организменном уровнях».

При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534.

## Список литературы

- Алексеева Н. Б. Иридрий ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. – СПб.: Российская Академия Наук, 2009. – 144 с.
- Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.
- Верещагина И. В. Перезимовка декоративных многолетников в Алтайском крае. – Новосибирск: Российская Академия Сельскохозяйственных наук Сибирское Отделение, 1996. – 169 с.
- Данилова Н. С., Борисова С. З., Иванова Н. С. Декоративные растения Якутии. – М.: Фитон+, 2012. – 248 с.
- Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпухина Е. А. Основные термины и понятия современной биоморфологии. – М.: Московский Государственный Университет, 1993. – 147 с.

- Конспект флоры Азиатской России. Сосудистые растения / [Ред. К. С. Байков]. – Новосибирск: Сибирское Отделение Российской Академии Наук, 2012. – 631 с.
- Кузнецова Т. В., Пряхина Н. И., Яковлев Г. П. Соцветия. Морфологическая классификация. – С-Пб.: Химико-фармацевтический институт, 1992. – 126 с.
- Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
- Мальшев Л. И., Байков К. С., Доронькин В. М. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков // *Krylovia*. Сибирский ботанический журнал. – 2000. – Т. 2, № 1. – С. 3–16.
- Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях / [Ред. Г. Э. Шульц]. – М.Л.: Наука, 1966. – 103 с.
- Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
- Решетникова Л. Ф. Оценка интродукции видов рода *Iris* L. в условиях предгорной зоны Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2014. – Т. 27 (66), № 5. – С. 133–139.
- Родионенко Г. И. Ирисы. – СПб.: Агропромиздат, 2002. – 189 с.
- Родионенко Г. И. О самостоятельности рода *Linniris* (Iridaceae) // Ботанический журнал – 2007. – Т. 92, № 4. – С. 547–554.
- Седельникова Л. Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2002. – 307 с.
- Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford: Clarendon prees, 1934. – 632 p.
- Troll W. Die Infloreszenzen. Band I. – Jena: Fischer Verlag, 1964. – 615 s.
- Wilson C. A. Subgenetic classification in *Iris* re-examinad using chloroplast sequence data // *Taxon*. – 2011. – Vol. 60, N 1. – P. 27–35.

**Sedelnikova L. L. Seasonal rhythm of development and organogenesis of *Iris setosa* in the forest-steppe zone of Western Siberia** // *Ekosistemy*. 2019. Iss. 18. P. 48–54.

The research considers seasonal rhythm of development of *Iris setosa* from two populations: the Transbaikal and Yakutsk in the conditions of forest-steppe zone of Western Siberia during the vegetation periods 2016–2018. It was found that the phenophases of the beginning of vegetation and the beginning of flowering of plants from the Yakut population take place respectively 5–14 and 5–9 days faster than of plants from the Transbaikal population. However, plant habitus of the Transbaikal population has 2–3 times higher growth rate of vegetative and generative shoots than of the Yakut population. Fruiting occurs at the same time. It was determined that in pre-winter period the cone of growth of renewal shoots form vegetative organs (leaves), which corresponds to the second stage of organogenesis. Differentiation of the cone of shoot growth on generative organs begins in early spring in May in the period of intensive growth. The cone of growth passes intra-bud development from III to VIII stages of organogenesis within 14–15 days. IX–XII stages of organogenesis correspond to phenodata from flowering to fruiting. Flowering period lasts for 10–25 days. Inflorescence *I. setosa* is a monochesi and it refers to monotonicity type. Plants from both populations are tolerant to low temperature and resistant to diseases and pests. In the forest-steppe zone of Western Siberia, the adaptive potential of *I. setosa* is 23–30 points. It is proved that the most prospective plants are *I. setosa* from the Transbaikal population.

*Key words:* *Iris setosa*, growth, development, organogenesis, Western Siberia.

*Поступила в редакцию 14.02.19*

УДК 582.35/99.082:712.4

## Особенности подбора поздно цветущих представителей семейства Asteraceae для городского озеленения

*Кабанов А. В.*

*Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина Российской академии наук  
Москва, Россия  
alex.kabanow@rambler.ru*

В статье рассматривается возможность введения в городское озеленение (на примере города Москвы) перспективных представителей семейства Asteraceae. В настоящее время использование многолетних декоративных травянистых растений в городском озеленении становится все более массовым. При этом в осенний период, несмотря на достаточно широкий ассортимент многолетников, в озеленении города практически нет цветущих растений. В то же время в ГБС РАН собрана достаточно репрезентативная коллекция поздно цветущих растений из семейства астровые, которые могут быть использованы в массовом озеленении. В статье предлагается сортимент осенне-цветущих представителей семейства астровые (сорта и природные виды), которые прошли успешное интродукционное испытание. Они характеризуются обильным цветением, длительной декоративностью, достаточной устойчивостью к болезням и вредителям, не требовательны к условиям культуры. Из обширной коллекции были отобраны лишь те виды и сорта, которые могут успешно выращиваться в условиях города. Предложенный набор природных видов и сортов достаточно разнообразен. Он позволяет подобрать устойчивый ассортимент растений практически для любого типа городского озеленения. Время цветения ряда видов и сортов может продолжаться до конца октября – начала ноября, что позволит украсить городское озеленение в один из самых «сложных», с точки зрения декоративности, периодов.

*Ключевые слова:* городское озеленение, декоративные многолетники, поздно цветущие многолетники, интродукция, семейство Asteraceae, природные виды, сорта.

### ВВЕДЕНИЕ

Использование в городском озеленении Москвы многолетних декоративных травянистых растений имеет давние традиции. Достаточно активно, а главное, массово многолетники применялись в послевоенный период (Каширский, 1954) и до середины 60-х годов. Позже использование многолетников открытого грунта стало постепенно сокращаться, за счет увеличения доли однолетних цветочных культур. При этом в основном посадки многолетников сохранились в крупных городских парках, а так же на территориях ограниченного использования.

Однако в последнее время ситуация изменилась кардинальным образом. Сейчас в городском оформлении Москвы достаточно много многолетних декоративных травянистых растений, при этом постоянно увеличивается их ассортимент. Но, тем не менее, стоит отметить, что в осеннем оформлении города до сих пор недостаточно используются многолетние декоративные травянистые растения. В настоящее время в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина РАН собрана репрезентативная коллекция поздно цветущих растений из семейства Asteraceae Bercht. & J. Presl (Травянистые..., 2009), многие из них перспективны для выращивания в условиях Средней России (Кабанов, 2014) и лишь некоторые из них могут быть рекомендованы для массового городского озеленения (Кабанов, 2013; Карписонова и др., 2015). Стоит отметить, что поздно цветущие растения сильно реагируют на погодные условия. Так, помимо длины дня, для обильного цветения, по-видимому, лимитирующими факторами являются температура и влажность. Погодные условия вегетационного периода 2017 и 2018 годов, несмотря на их принципиальное отличие (от условий Средней полосы России), привели к существенному изменению сроков цветения отдельных представителей данного семейства. И если в 2017 году основным фактором, тормозящим цветение, были низкие температуры, то в 2018 году причиной стала высокая



температура воздуха и недостаточная сумма осадков. При этом наиболее критичные условия сложились для большинства ранцветущих сортов астр (полученных на основе астры кустарниковой, новобельгийской и новоанглийской). При этом срок их цветения оказался позже на 2 недели. Средне цветущие сорта астр (полученные на основе тех же видов) оказались менее восприимчивы к данным факторам. Полученные результаты привели к необходимости пересмотра перспективного ассортимента осенне-цветущих астр, ранее рекомендованных для городского озеленения.

Цель работы – отобрать наиболее перспективный ассортимент поздно цветущих декоративных растений для массового городского озеленения, характеризующийся обильным цветением, достаточной устойчивостью к болезням и вредителям, стабильной декоративностью, нетребовательностью в уходе.

### ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на базе коллекционного фонда представителей семейства астровые Лаборатории декоративных растений (ЛДР) ГБС РАН. Модельные объекты – поздно цветущие представители семейства Asteraceae, отобранные в результате многолетних интродукционных испытаний с использованием классических методик. Оценка декоративности проводилась по методике В. Н. Былова (1978). Родовые комплексы представителей родов *Aster*, *Symphotrichum*, *Eutrochium* создавались по методике Ф. Н. Русанова (1950), коллекция представителей флоры прерий Северной Америке – по эколого-фитоценолотическому методу Н. В. Трулевич (1991).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При подборе ассортимента растений для массового городского озеленения предъявляются достаточно жесткие требования. Важно, что бы рекомендованные образцы обладали высокой декоративностью и достаточной устойчивостью как к городским условиям, так и заболеваниям. Стоит отметить, что введение в массовое городское озеленение видов интродуцентов может привести к их инвазии в окружающие сообщества (Виноградова, Майоров, Хорун, 2010). Высокой потенциальной инвазионностью обладают многие представители семейства Asteraceae, в том числе и виды, представленные в коллекции поздно цветущих астровых в Лаборатории декоративных растений ГБС РАН (Кабанов, 2015a). В настоящее время в коллекцию входят 38 природных видов и 75 сортов представляющих 23 родов.

Основу коллекции составляют представители североамериканской флоры – 29 природных вида – *Ageratina altissima* (L.) King & H. E. Robins. (syn. *Eupatorium rugosum* Houtt.), *Ageratina aromatica* (L.) Spach (syn. *Eupatorium aromaticum* L.), *Boltonia asteroides* (L.) L'Her, *Coreopsis grandiflora* Hogg, *Coreopsis tripteris* L., *Doellingeria umbellata* (Mill.) Nees (syn. *Aster umbellatus* Mill.), *Echinacea angustifolia* DC., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Eurybia macrophylla* (L.) Cass. (syn. *Aster macrophyllus* L.), *Euthamia graminifolia* (L.) Nutt. (syn. *Solidago graminifolia* (L.) Salisb.), *Eutrochium dubium* (Willd. ex Poir.) E. E. Lamont (syn. *Eupatorium dubium* Willd. ex Poir.), *Eutrochium fistulosum* (Barratt) E. E. Lamont (syn. *Eupatorium fistulosum* Barratt), *Eutrochium maculatum* (L.) E. E. Lamont (syn. *Eupatorium maculatum* L.), *Eutrochium purpureum* (L.) E. E. Lamont (syn. *Eupatorium purpureum* L.), *Gaillardia aristata* Pursh, *Helenium autumnale* L., *Helianthus decapetalus* L., *Helianthus microcephalus* Tor. & A. Gray, *Helianthus mollis* Lam., *Heliopsis scabra* Dunal, *Rudbeckia triloba* L., *Silphium perfoliatum* L., *Solidago caesia* L., *Solidago flexicaulis* L., *Solidago rigida* L., *Symphotrichum cordifolium* (L.) G. L. Nesom (syn. *Aster cordifolius* L.), *Symphotrichum leave* (L.) A. & D. Löve (syn. *Aster laevis* L.), *Symphotrichum lateriflorum* (L.) A. & D. Löve (syn. *Aster lateriflorus* (L.) Britton), *Vernonia crinita* Raf. а так же сорта, полученные на основе природных видов у *Symphotrichum dumosum* (L.) G. L. Nesom (syn. *Aster dumosus* L.), *Symphotrichum ericoides* (L.) G. L. Nesom (syn. *Aster ericoides* L.), *Symphotrichum novae-angliae* (L.) G. L. Nesom. (syn. *Aster novae-angliae* L.),

*Symphotrichum novi-belgii* (L.) G. L. Nesom (syn. *Aster novi-belgii* L.), *Rudbeckia fulgida* Aiton, *Solidago* × *hybrida* hort).

Остальные регионы умеренной зоны земного шара представлены незначительно – флора Восточной Азии представлена 5 видами *Aster ageratoides* Turcz., *Inula racemosa* Hook f., *Kalimeris incisa* (Fisch.) DC, *Kalimeris mongolica* (Franch.) Kitam., *Ligularia dentata* (A. Gray) H. Nara. Для флоры Европы отмечено незначительное число поздно цветущих видов, в нашей коллекции этот регион представлен 4 видами – *Aster sedifolius* L., *Aster tataricus* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Leucanthemella serotina* (L.) Tzvel. Ни один из включенных в коллекционные фонды видов не относится к автохтонным элементам флоры Средней России.

При формировании коллекции очень важно было ограничить рамки, внутри которых и происходит выбор объектов для интродукционного изучения. Единственным критерием было наличие цветения осенью. Именно поэтому основу коллекции составили виды, цветение которых начинается с середины августа и продолжается до сентября – октября. Однако при таком подходе не учитываются виды и целые рода, для которых характерно длительное цветение (*Gaillardia* Foug., *Heliopsis* Pers., *Echinacea* Moench и т. д.), зацветающие раньше (в июле), но их цветение, причем достаточно обильное, может продолжаться до октября, в случае же длительной и теплой осени некоторые виды могут цвести и до начала ноября (*Coreopsis grandiflora* и т. д.). Поэтому такие виды так же были включены в коллекцию поздно цветущих многолетников семейства астровые. Значительный объем в коллекции поздно цветущих растений из семейства Asteraceae занимают представители, относящиеся к роду *Symphotrichum* Nees (Кабанов, 2015б) (*Symphotrichum cordifolium*, *Symphotrichum leave*, *Symphotrichum lateriflorum*, *Symphotrichum dumosum*, *Symphotrichum ericoides*, *Symphotrichum novae-angliae*, *Symphotrichum novi-belgii*), которые ранее относились к роду *Aster* L. В последние годы коллекция осенне-цветущих представителей данного рода значительно пополнилась и в настоящий момент насчитывает 51 сорт. Многие сорта ранее в условиях Средней России не испытывались (Каталог цветочно-декоративных..., 1997).

Стоит отметить, что за весь период интродукционных исследований в коллекции было изучено 77 сортов, относящихся к данному роду. Практически все виды осенне-цветущих астр, изученных в коллекции зимостойки, но многие из них не успевают полностью за вегетационный период пройти все фазы развития. В итоге некоторые образцы не цветут, или же цветут не обильно и зачастую не регулярно. Стоит отметить, что для большинства видов осенне-цветущих астр наиболее целесообразным является использование ранних (август – сентябрь) по сроку цветения сортов. Средние по сроку цветения сорта (цветение в октябре – ноябре) по большей части не успевают полностью процвести и тем самым не могут реализовать полностью свою потенциальную декоративность. Поздние же сорта (цветение с ноября) в зависимости от конкретных погодных условий года или могут не зацвести, либо их цветение весьма незначительно. Таким образом, все сорта и виды, цветущих осенью астр, предварительно были разделены на 4 категории:

- очень перспективные
- перспективные
- малоперспективные
- неперспективные.

Интродукционные исследования поздно цветущих астр проводятся с 1948 года, за это время был отобран ассортимент устойчивых природных видов и сортов, перспективных для городского озеленения, который несколько раз критически пересматривался (Декоративные многолетники..., 1960; Травянистые декоративные многолетники, 2009; Кабанов, 2013). Однако нестабильные условия последних лет, а так же активное пополнение коллекционного фонда, привели к необходимости пересмотра списка перспективных для городского озеленения видов и сортов поздно цветущих астр. Так, к группе очень перспективные относятся рано – (массовое цветение конец августа – сентябрь) и средне цветущие (массовое цветение сентябрь – октябрь) виды и сорта, отличающиеся обильным (одновременным цветением), устойчивостью к болезням и вредителями: *Eurybia macrophylla* (*Aster macrophyllus*) и сорт, полученный на ее основе – ‘Albus’, *Symphotrichum cordifolium* (*Aster*

*cordifolius*) и сорт, полученный на ее основе – ‘Silver Spray’, сорта из группы *Symphyotrichum ericoides* (*Aster ericoides*) – ‘Erlkonig’, ‘Lovely’, *Symphyotrichum lateriflorum* (*Aster lateriflorus*) – сорт ‘Horizontalis’, *Doellingeria umbellata* (*Aster umbellatus*), *Aster sedifolius*, *Aster ageratoides* и сорт полученный на ее основе – ‘Asran’. К группе перспективных можно отнести образцы, которые в слабой, реже средней степени поражаются грибными заболеваниями и характеризующиеся средними сроками цветения: (сентябрь – октябрь) сорта на основе *Symphyotrichum dumosum* (*Aster dumosus*) (‘Apollo’, ‘Blue Lagoon’, ‘Lady in Blue’, ‘Marjorie’, ‘Mittelmeer’, ‘Jenny’, ‘Venus’), сорта из группы *Aster* × *hybrida* (‘Wood’s Pink’, ‘Юбилейная’), сорта на основе *Symphyotrichum novae-angliae* (*Aster novae-angliae*) (‘Barr’s Blue’, ‘Herbstschnee’, ‘Barr’s Pink’), сорта на основе *Symphyotrichum novi-belgii* (*Aster novi-belgii*) (‘Royal Ruby’, ‘Rosa Perle’, ‘Reitlingstal’, ‘Porzellan’, ‘Patricia Ballard’, ‘Elta’, ‘Karminkuppel’, ‘Rosenquarz’, ‘Violetta’), *Symphyotrichum leave* (*Aster laevis*) и ее сорт – ‘Calliope’.

Для введения в массовое городское озеленение перспективны и другие представители семейства астровые. Многие из них довольно широко представлены в культурной флоре России – представители рода *Eupatorium* L. (в настоящее время все представители флоры Северной Америки, ранее относившиеся к данному роду, отнесены к другим родам – *Ageratina* Spach и *Eutrochium* Raf.), *Solidago* L., *Rudbeckia* L., *Helenium* L. (Полетико, Мишенкова 1967; Бочкова и др., 2011). Представители данных родов изредка встречаются в озеленении Москвы (Музей-заповедник Коломенское). Однако стоит отметить, что среди указанных родов два не должны быть рекомендованы для использования в массовом городском озеленении – представители рода *Solidago* – в подавляющем большинстве (за исключением *Solidago rigida*) инвазионные растения, а североамериканские представители, ранее относившиеся к роду *Eupatorium* – *Eutrochium dubium*, *Eutrochium fistulosum*, *Eutrochium maculatum* и *Eutrochium purpureum* обладают высокой потенциальной инвазионностью.

Следует более широко использовать в озеленении *Heliopsis scabra* и ряд сортов, полученных на его основе. Так, наиболее устойчивы достаточно давно полученные сорта – ‘Goldgefieder’ и ‘Neue Hybriden’. В то же время современный сортимент данной культуры зачастую недостаточно устойчив (‘Asahi’, ‘Variegata’). Такая же тенденция отмечается и у *Echinacea purpurea*. Природный вид и сорта, относящиеся к первому этапу селекции данной культуры – ‘The King’, ‘White Swan’, достаточно устойчивы и могут использоваться в городском озеленении. Современный сортимент данной культуры, несмотря на его разнообразие как по высоте, окраске и махровости, тем не менее, в основе своей не устойчив. Так, в коллекционном фонде, наиболее устойчивы лишь четыре сорта – ‘Pink Double Delight’, ‘White Double Delight’, ‘Virgin’, ‘Jade’. Однако их использование в городе возможно лишь на территориях ограниченного пользования. Длительным цветением, долголетием и высокой устойчивостью в условиях города характеризуется *Silphium perfoliatum*. Высокой декоративностью в коллекционном фонде обладают представители рода *Helianthus* L. (Кабанов, 2014).

Однако неустойчивый ход температур в зимний период в последние годы привел к тому, что список перспективных видов, рекомендованных для городского озеленения, был сокращен, из-за неустойчивости ряда видов и сортов, полученных на их основе, к неблагоприятным условиям, складывающихся во время мягкой и достаточно теплой зимы, что привело к выпреванию растений.

В настоящее время к рекомендованному ассортименту для массового городского озеленения относится лишь два вида – *Helianthus mollis* и *Helianthus microcephalus*. Среди достаточно новых, для нашего коллекционного фонда, но уже хорошо себя зарекомендовавших, следует отнести природные виды – *Leucanthemella serotina*, *Kalimeris incisa*, *Coreopsis tripteris* (один из самых устойчивых и долголетних видов данного рода), *Inula racemosa*, а так же *Aster tataricus*. Стоит отметить, что изучаемые в коллекции сорта, полученные на основе астры татарской, оказались более поздно цветущими, чем природный вид, и в условиях Средней России не перспективны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коллекционный фонд поздно цветущих представителей семейства астровые в Лаборатории декоративных растений весьма репрезентативен. Он включает как природные виды, так и сорта и позволяет представить экологическое и географическое разнообразие поздно цветущих растений данного семейства. Нестабильные климатические условия последних лет, а так же сложные, с точки зрения антропогенного воздействия, условия выращивания растений в городе обуславливают жесткий отбор ассортимента. Предложенный набор природных видов и сортов достаточно разнообразен. Он позволяет подобрать устойчивый ассортимент растений практически для любого типа городского озеленения. Время цветения ряда видов и сортов может продолжаться до конца октября – начала ноября, что позволит украсить городское озеленение в один из самых «сложных», с точки зрения декоративности, периодов.

*Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 118021490111-5).*

## Список литературы

- Былов В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений / [Отв. ред. Цицин Н. В.]. – М.: Наука, 1978. – С. 7–32.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.
- Декоративные многолетники (краткие итоги интродукции). – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 333 с.
- Кабанов А. В. Поздноцветущие представители Asteraceae, перспективные для введения в городское озеленение // Матеріали Міжнародної наукової конференції Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій. – Київ, 2013. – С. 219–220.
- Кабанов А. В. Перспективные поздно цветущие представители семейства астровые в коллекциях отдела декоративных растений главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. научн. тр. – Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, 2014. – Вып. 50. – С. 96–100.
- Кабанов А. В. Оценка инвазионного потенциала коллекции поздно цветущих представителей семейства Asteraceae Dum. в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина РАН // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. ФГБНУ ВНИИЦиСК. – Сочи: ФГБНУ ВНИИЦиСК, 2015а. – Вып. 54. – С. 29–33.
- Кабанов А. В. Интродукция осеннецветущих представителей рода Aster L. в Главном ботаническом саду имени Н. В. Цицина РАН // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015б – Т. 12. – Вып. 5. – С. 137–139.
- Каталог цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтии. – Минск: Изд. Э. С. Гальперин, 1997. – С. 64–67.
- Каширский К. Ф. Озеленение Москвы // Озеленение городов и населенных пунктов / [Ред.-сост.: Бахтин А. Г., Черкасов М. А.] . – М.: Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1954. – С. 21–45.
- Бочкова И. Ю., Карписонова Р. А., Карьянова И. В. и др. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России: Атлас. – М.: Фитон+, 2011. – 432 с.
- Полетико О. М., Мишенкова А. П. Декоративные травянистые растения открытого грунта. – Л.: Наука, 1967. – 208 с.
- Русанов Ф. Н. Новые методы интродукции растений // Бюллетень Главного ботанического сада. – М., 1950. – Вып. 7. – С. 27–36.
- Карписонова Р. А., Андреева В. А., Бондорина И. А. и др. Справочник ландшафтного дизайнера и озеленителя (травянистые декоративные многолетники для городских цветников на объектах общего пользования). – М.: Книжкин Дом; Омега-Л, 2015. – 64 с.
- Травянистые декоративные многолетники Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А. С. Демидов; Учреждение РАН Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина РАН. – М.: Наука, 2009. – 396 с.
- Трулевич Н. В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. – 213 с.

**Kabanov A. V. Features of selection of late-flowering plants from the family Asteraceae for urban landscaping** // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 55–60.

The paper considers the possibility of introduction of prospective members of the family Asteraceae into the urban landscaping (in Moscow). Currently, the use of perennial ornamental herbaceous plants in urban landscaping is becoming more widespread. In the autumn period, despite the fairly wide range of perennials, there are virtually no flowering plants in urban green spaces. At the same time, N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences has a substantial collection of late flowering plants of the aster family, which can be used for mass planting. The article offers

on an assortment of autumn-flowering species of the family Asteraceae (cultivars and original species) that have passed introductory test successfully. They are characterized by abundant flowering, a prolonged decorative period, sufficient resistance to diseases and pests, moreover, they are not demanding to environmental conditions. The researchers selected only those species and cultivars that can be effectively grown in urban areas. The proposed set of natural species and cultivars is quite diverse, therefore, it allows to choose a sustainable range of plants for almost any type of urban landscaping. The flowering period of some species and cultivars can last till the end of October – beginning of November. It enables to beautify urban green spaces in one of the most problematic periods for decoration.

*Key words:* urban landscaping, ornamental perennials, late flowering, perennials, introduction, family Asteraceae, natural species, cultivars.

*Поступила в редакцию 19.02.19*

УДК 712.4 (477.75)

## Зеленые насаждения поселка Щebetовка (Юго-Восточный Крым): история, современное состояние и перспективы их оптимизации

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю.

Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник Российской академии наук  
Феодосия, Республика Крым, Россия  
[ira\\_potapenko@mail.ru](mailto:ira_potapenko@mail.ru)

Представлены результаты дендрологической инвентаризации зеленых насаждений поселка Щebetовка в Юго-Восточном Крыму. Проведен ботанико-географический и биоморфологический анализ, приведена частота встречаемости видов и форм, оценено фитосанитарное состояние растений. Дендрофлора включает 79 видов и 11 декоративных форм относящихся к 58 родам 36 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении семейства: Rosaceae – 14 видов, Oleaceae – 7 видов, Cupressaceae – 6 видов, Fabaceae – 5 видов, Moraceae, Pinaceae, Salicaceae – по 4 вида. Остальные семейства включают 1–3 вида. В дендрофлоре более всего видов, ареал которых охватывает нескольких флористических областей – 24, или 30,4 %. Виды средиземноморской флоры также довольно многочисленны – 21, или 26,6 %; все они хорошо адаптированы, но при низких отрицательных зимних температурах некоторые растения подмерзают. По видовому и формовому разнообразию более половины зеленых насаждений Щebetовки составляют листопадные деревья и кустарники (соответственно 40,0 % и 23,3 %). Вечнозеленые растения составляют около 30 %: хвойные деревья – 15,6 %; вечнозеленые кустарники – 6,7 %; доля остальных незначительна. Массово в Щebetовке встречаются 5 (6,3 %) видов деревьев: *Fraxinus excelsior*, *Maclura pomifera*, *Platyclusus orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Styphnolobium japonicum*. Практически все исследуемые растения имеют возраст 35–50 лет. Большинство деревьев и кустарников (55, или 61,1 % видов и форм) находятся в хорошем состоянии, но нуждаются в санитарной и формирующей обрезке. Нами предложен ряд декоративных деревьев и кустарников с учетом местных почвенно-климатических условий для повышения эстетического уровня зеленых насаждений поселка, что окажет позитивное влияние на его общий архитектурный облик.

*Ключевые слова:* состав дендрофлоры, фитосанитарное состояние, оптимизация зеленых насаждений, поселок Щebetовка, Юго-Восточный Крым.

### ВВЕДЕНИЕ

Зеленые насаждения оказывают разностороннее позитивное влияние на климат города, поселка, деревни, являются одним из важнейших факторов в создании наилучших экологических, микроклиматических и санитарно-гигиенических условий. Однако в последние десятилетия благоустройству и озеленению населенных пунктов Крыма не уделялось должного внимания. И если в городах некоторые работы по озеленению все же проводились, то небольшие поселки оставались вне зоны соответствующего внимания. Нет сомнения, что в ближайшем будущем развитие промышленности, сельского хозяйства и рекреационного потенциала Крымского полуострова повлечет за собой совершенствование инфраструктуры населенных пунктов, что в свою очередь затребует масштабные работы по озеленению. В связи с этим озеленителям потребуется посадочный материал декоративных деревьев и кустарников, хорошо адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Большое значение в дальнейшем совершенствовании ассортимента имеет учет многолетнего опыта использования различных видов деревьев и кустарников в зеленом строительстве данного населенного пункта.

Цель настоящей работы – предложить пути оптимизации зеленых насаждений поселка Щebetовка на основании определения видового и формового разнообразия дендрофлоры, проведения ее таксономического, ботанико-географического, биоморфологического анализа, оценки фитосанитарного состояния отдельных видов и форм древесных растений, их биологических и декоративных качеств.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наблюдения за древесными растениями поселка Щебетовка проводились регулярно, начиная с 2004 года. В данной работе приводятся результаты дендрологической инвентаризации зеленых насаждений 2018–19 годов. Нами были обследованы улицы: Ленина (центральная в поселке), Македонского, Мира, Садовая, Маяковского, Октябрьская; зеленые насаждения детского сада «Семицветик» (~ 1,0 га), средней школы (~ 1,0 га), вокруг дома культуры (~ 2,0 га) и административных зданий (~ 0,5 га), сквер в центре поселка (~ 1,5 га), и небольшой парк у бывшей больницы (~ 1,5 га), которая в настоящее время не функционирует. Мы также обследовали холмы, прилегающие к православному кладбищу, которые «озеленялись» в 60-е годы прошлого века. От Щебетовки к морю проложена автотрасса и пешеходная дорожка, обсаженные деревьями, которые также нами учитывались.

При обследовании зеленых насаждений определяли видовую принадлежность и формовое разнообразие деревьев и кустарников, таксационные показатели, возраст, оценивали их состояние, а также частоту и способы использования в обследуемых объектах. Систематическое положение, объем и номенклатура таксонов приняты по С. К. Черепанову (1995) и А. В. Ене (2012). Для определения видовой принадлежности деревьев и кустарников, а также их декоративных (садовых) форм были использованы справочники по декоративным древесным породам (Дендрофлора Украины..., 2001, 2002, 2005). Формы и сорта садовых роз нами не определялись, отмечено лишь их наличие. Ботанико-географический анализ проведен в соответствии с делением мира (по флористическим областям) А. Л. Тахтаджяна (1978). Распространения видов природной флоры Крыма по его территории принято согласно делению полуострова на ботанико-географические провинции, предложенное В. П. Исиковым, Ю. В. Плугатарем (2018). Наличие (или отсутствие) вида в природной флоре исследуемого объекта (п. Щебетовка и ее окрестности) также основаны на данных В. П. Исикова, Ю. В. Плугатаря (2018), списке флоры Карадагского заповедника (Миронова, Фатерыга, 2015), гербарных материалах РНЕО и собственных исследованиях. Понятие «природной (естественной, дикорастущей) флоры», а также «археофитов» и «неофитов» нами принимаются согласно трактовке А. В. Ены (2012). Принадлежность некоторых видов древесно-кустарниковой флоры к неофитам природной флоры уточнялась у В. П. Исикова, Ю. В. Плугатаря (2018).

Для частоты встречаемости видов (форм) приняты следующие условные обозначения: ед – вид (форма) представлен единичными экземплярами (до 10); ч – вид (форма) встречается часто, десятками (до 100) экземпляров; м – вид (форма) массово используется в озеленении (более 100 экземпляров). Для таких видов, как: *Hedera helix* L. и *Vinca minor* L. условное обозначение «ед» обозначает, что данный вид отмечен в нескольких местах (до 10). При оценке частоты встречаемости *Cupressus sempervirens* L. и его форм, *Gleditschia triacanthos* L., *Prunus duclis* (Mill.) D.A. Webb, *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba не учитывались деревья, произрастающие в лесопосадках, вдоль трасс, а лишь те, которые отмечены в селитебной зоне поселка.

Возраст древесных растений определяли по дате посадки, которую устанавливали по времени строительства того или иного объекта (больницы, детского сада, школы, дома культуры и т.п.), принимая во внимание тот факт, что высадка декоративных деревьев и кустарников проводилась сразу же после сдачи объекта в эксплуатацию. Некоторые сведения уточнялись у старожилов поселка, многие из которых лично принимали участие в его благоустройстве и озеленении.

Состояние растений оценивали по 4-балльной шкале (плохое, удовлетворительное, хорошее, отличное), предложенной Р. В. Галушко и Ю. С. Горак (2002).

Наши предложения по оптимизации зеленых насаждений поселка основаны на результатах данной работы, собственных многолетних исследованиях культивируемой дендрофлоры региона (Потапенко, 2009; 2018), а также с учетом рекомендаций других авторов (Воинов, 1930; Кохно и др., 1983; Кузнецов, 1984). Критериями при подборе декоративных деревьев и кустарников для целей озеленения были следующие признаки:

быстрота роста, засухоустойчивость, морозостойкость, долговечность, художественно-декоративные качества предлагаемых растений. Предпочтение отдавалось тем из них, которые достигли в данном регионе значительного возраста, сохраняя при этом декоративность, необходимую для выполнения поставленной задачи (того или иного композиционного решения). Растения аборигенной крымской флоры предлагаются с учетом их фитоценологических характеристик в Крыму (Исиков, Пругатарь, 2017).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Щebetовка расположена в Юго-Восточном Крыму на шоссе Алушта – Феодосия между поселком Коктебель и городом Судак. Площадь Щebetовки – 275,1 га; численность населения 3442 человека по переписи 2014 года. Основное предприятие – завод марочных вин и коньяков «Коктебель». Щebetовка входит в городской округ Феодосия. Ближайшие железнодорожные станции Айвазовская и Феодосия находятся в г. Феодосии. До 1945 года поселок носил название Отузы.

Населенный пункт Отузы впервые упомянут в генуэзских источниках 1461 года. К началу XIX века Отузы были небольшой деревней, насчитывающей 40 дворов и 172 жителя. Население в основном занималось овцеводством и коневодством. Присоединение Крыма к России (1783 г.) способствовало развитию здесь садоводства и виноградарства. В середине XIX века деревня Отузы Таракташской волости Феодосийского уезда состояла из двух отдельных участков: Верхнего Отуза (современная Щebetовка) и Нижнего Отуза (современное Курортное). В 1930 году в селе организованы две крупные артели – колхоз им. К. Е. Ворошилова в Верхнем Отузе и колхоз им. С. М. Кирова – в Нижнем Отузе. За ними были закреплены все земли Отузской долины. Ведущими отраслями хозяйства обеих артелей стали виноградарство и табаководство. Великая Отечественная война и годы оккупации (ноябрь 1941 – апрель 1944) нанесли большой урон краю: сады и виноградники пришли в запустение, разрушены гидротехнические сооружения. Но уже в октябре 1944 года был создан виноградарский совхоз «Коктебель» винодельческого комбината «Массандра», и его директором назначен М. А. Македонский – командир Южного соединения партизанских отрядов Крыма, с именем которого связан период наибольшего расцвета всех сфер производства и быта. К 70-м годам прошлого века Щebetовка превратилась в процветающий поселок. В совхозе выращивалось 40 сортов винограда, значительного развития достигло садоводство, построены механические мастерские и винзавод, выпускающий вина и коньяки. Одновременно с подъемом экономики в поселке (с 1960 года Щebetовка – поселок городского типа) совершенствуется его инфраструктура. Открыта больница с терапевтическим, детским и неврологическим отделениями, построены новая средняя школа (1957 г.), многоквартирные дома (рис. 1). Всего лишь через три года после окончания разрушительной войны (в 1948 году) Щebetовским сельским Советом был разработан план озеленения поселка, предусматривающий восстановление миндальной рощи, закладку питомника, высадку инжира, озеленение усадеб, дворов школы и центральной улицы. В работе по выполнению этого плана активно участвовали все жители поселка (История городов и сел..., 1974). По сведениям старожилов основные работы по озеленению проводились в 60–70 годы прошлого века. Массово высаживались сосны, каштаны, туи, кипарисы, платаны. Сажены, в основном, получали из Никитского ботанического сада (г. Ялта) и Кавказа (точное место неизвестно). В поселке также функционировал зеленхоз, где выращивали различный посадочный материал, в основном, различные сорта роз, которые высаживали в поселке.

Щebetовка расположена в Отузской долине, окруженной исключительно живописными горными массивами Эчки-Даг и Кара-Даг (рис. 2). Через поселок протекает река Отузка. «Красота Отуз – в самой долине, в этой протянувшейся на три версты, то суживающейся от близко сдвинувшихся гор, то снова широко раздвигающейся долине, что тянется от деревни Отузы до моря», – так описывает эти места С. Я. Елпатьевский (1998).

Согласно данным метеостанции, расположенной в поселке Курортное, в 5 км южнее Щebetовки, местный климат может считаться близким к средиземноморскому, но несколько



более континентальным, о чем свидетельствуют средние и в особенности абсолютные минимумы температуры воздуха. Среднесуточная температура воздуха по многолетним наблюдениям (2000–1017 гг.) составила 12,4 °С. Абсолютный максимум 38,9 °С (август), абсолютный минимум – –24 °С (январь). Среднегодовое количество осадков 406, 6 мм (Зуев и др., 2017).



Рис. 1. Щебетовка, улица Македонского, 60-е годы XX века  
(<https://www.kommersant.ru/gallery/2465495#id=1019823>)

Поселок окружен дубово-грабовыми лесами, в состав которых входят *Quercus pubescens* Willd., *Carpinus orientalis* Mill., *C. betulus* L., *Cornus mas* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz; лишь на западе эти леса заменяются шибляковыми сообществами из *Quercus pubescens*. Почвы – горные бурые лесные (буроземы) или дерновые карбонатные, формирующиеся в условиях леса при промывном или периодически промывном водном режиме (Драган, 1989).

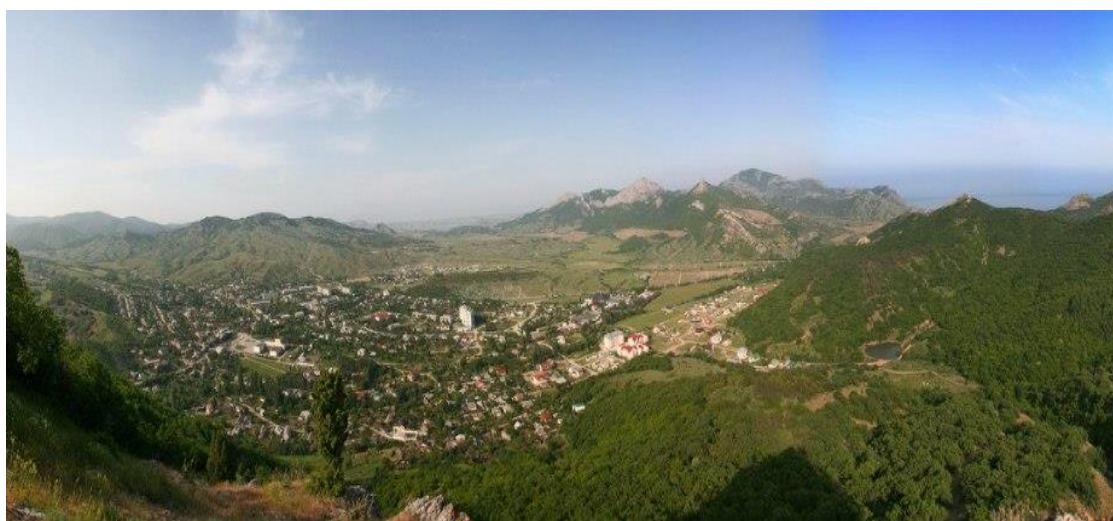


Рис. 2. Отузская долина. Вид на поселок Щебетовка с вершины горы Папас-Тепе  
(фото Л. Знаменской)

Структура зеленых насаждений Щебетовки типична для подобных крымских населенных пунктов: уличное озеленение в виде обсадок проезжей части, небольшие зеленые зоны вокруг административных зданий, различных объектов ограниченного пользования, многоэтажных домов, сквер в центре поселка. Всего в зеленых насаждениях Щебетовки нами зарегистрировано 90 видов и форм (79 видов 11 форм) древесных растений (табл. 1). Примерно такое же видовое и формовое разнообразие (82 вида и формы) отмечено в поселке Солнечная Долина (Судакский городской округ), расположенном в 13 км западнее Щебетовки. В поселке Коктебель, расположенном в 7 км восточнее, разнообразие значительно выше – 169 видов и форм, что связано с наличием здесь обширных парковых зон крупных рекреационных комплексов с богатым разнообразием древесно-кустарниковой флоры (Потапенко, 2016; Потапенко, Летухова, 2017). В поселках, расположенных в Степном и Предгорном Крыму, флористическое разнообразие зеленых насаждений ниже (Репецкая и др., 2015; Клименко и др., 2018; Клименко, Потапенко, 2018).

Таблица 1

Древесные растения поселка Щебетовка

№	Вид (форма)	Семейство	Частота встречаемости	Жизненная форма	Состояние	Происхождение (флористическая область); принадлежность к флоре Крыма
1	2	3	4	5	6	7
1.	<i>Acer negundo</i> L.	Sapindaceae	ед	1	2	Цб, АС
2.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Hippocastanaceae	ч	1	2, 3	Ср
3.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Simaroubaceae	ед	1	4	ВА
4.	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	Mimosaceae	ед	1	3	ИТ
5.	<i>Betula pendula</i> Roth	Betulaceae	ед	1	3	Цб; А
6.	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Buxaceae	ч	7	2	Ср
7.	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	Bignoniaceae	ед	4	4	АС
8.	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) G.Manetti ex Carrière	Pinaceae	ед	5	2, 3	Ср
9.	<i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai	Rosaceae	ед	2	3	ВА
10.	<i>Clematis vitalba</i> L.	Ranunculaceae	ед	4	4	Ср; Аа
11.	<i>Cornus mas</i> L.	Cornaceae	ч	2	3	Ср; Аа
12.	<i>Crataegus taurica</i> Pojark.	Rosaceae	ед	1	3	Крым; Аа
13.	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cupressaceae	ч	5	3, 4	АС, М
14.	<i>C. sempervirens</i> L.	– // –	ч	5	3, 4	Ср

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
15.	<i>C. s. `Australis`</i>	–//–	ч	5	3, 4	ф
16.	<i>C. s. `Pyramidalis`</i>	–//–	ч	5	3, 4	ф
17.	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Rosaceae	ед	1	4	ИТ
18.	<i>Diospyros lotus</i> L.	Ebenaceae	ед	1	3	ВА, Ср, ИТ
19.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae	ед	1	4	Ср, ИТ; Аа
20.	<i>Euonymus japonica</i> Thunb.	Celastraceae	ед	7	2	ВА
21.	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	ед	1	3	Ср, ИТ
22.	<i>Forsythia × intermedia</i> Zab.	Oleaceae	ч	2	3	ВА
23.	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. subs. <i>angustifolia</i>	–//–	ч	1	3	Ср; А
24.	<i>F. excelsior</i> L. subs. <i>excelsior</i>	–//–	м	1	3	Цб, Ср; Аа
25.	<i>F. pensilvanica</i> March.	–//–	ед	1	3	АС
26.	<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	Fabaceae	ед	1	3, 4	АС
27.	<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	ед	8	4	Цб, Ср; Аа
28.	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Malvaceae	ч	2	3	ИТ
29.	<i>Ilex aquifolium</i> L.	Aquifoliaceae	ед	7	3	Ср
30.	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	ч	1	3	Ср, ИТ, ВА
31.	<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	Cupressaceae	ед	5	3	Ср; Аа
32.	<i>J. deltoids</i> R.P. Adams (= <i>J. oxycedrus</i> L.)	–//–	ед	5	3	Ср; Аа
33.	<i>J. sabina</i> L.	–//–	ч	6	2, 3	Цб, Ср, ИТ; А
34.	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Sapindaceae	ед	1	3	ВА
35.	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Oleaceae	ед	7	2	ВА
36.	<i>L. vulgare</i> L.	–//–	ч	3	4	Цб, Ср; Аа
37.	<i>Lonicera fragrantissima</i> Lindl. et Paxt.	Caprifoliaceae	ед	2	4	ВА
38.	<i>L. japonica</i> Thunb.	–//–	ед	8	4	ВА
39.	<i>Lycium barbatum</i> L.	Solanaceae	ч	2	4	Ср, ИТ
40.	<i>Maclura pomifera</i> (Rafin.) Schneid.	Moraceae	м	1	3	АС
41.	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt	Berberidaceae	ч	6	3	ОСг
42.	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	ед	1	3	ВА, ИТ

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
43.	<i>M. a.</i> `Pendula`	– // –	ед	1	3	ф
44.	<i>M. nigra</i> L.	– // –	ед	1	3	ИТ
45.	<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	Rhamnaceae	ед	2	3	Ср, ИТ; Аа
46.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Vitaceae	ед	4	4	АС
47.	<i>P. tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch. f. <i>veitchii</i> (Graebn.) Rehd.	– // –	ед	4	4	ф
48.	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Hydrangeaceae	ч	2	3	Ср
49.	<i>Picea pungens</i> Engelm.	Pinaceae	ч	5	3, 4	ОСг
50.	<i>P. p.</i> `Glauca`	– // –	ч	5	3, 4	ф
51.	<i>Pinus brutia</i> var. <i>pityusa</i> (Steven) Silba	– // –	ч	5	3, 4	Ср; А
52.	<i>P. nigra</i> J.F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	– // –	ед	5	3	Ср; Аа
53.	<i>Platanus</i> × <i>acerifolia</i> Willd.	Platanaceae	ч	1	3	гибрид
54.	<i>P. occidentalis</i> L.	– // –	ед	1	3	АС
55.	<i>P. orientalis</i> L.	– // –	ч	1	3	Ср
56.	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Cupressaceae	м	5	3, 4	ВА
57.	<i>P. o.</i> `Globosa`	– « –	ч	5	3	форма
58.	<i>Populus alba</i> L. f. <i>genuae</i> (= <i>P. bolleana</i> Lauche)	Salicaceae	ч	1	3, 4	ф
59.	<i>P. italica</i> (DuRoi) Moench	– // –	ч	1	3, 4	ИТ
60.	<i>P. tremula</i> L.	– // –	ед	1	4	Цб, ВА, ИТ; Аа
61.	<i>Prunus armeniaca</i> L. (= <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.)	Rosaceae	ч	1	3	ИТ
62.	<i>P. cerasifera</i> Ehrh. (= <i>P. divaricata</i> Ledeb.)	– // –	ч	1	3	Ср, ИТ
63.	<i>P. cerasus</i> L. (= <i>Cerasus vulgaris</i> Mill.)	– // –	ч	1	3	Не известно
64.	<i>P. duclis</i> (Mill.) D.A. Webb (= <i>Amygdalus communis</i> L.)	– // –	ч	1	3	Цб, Ср, ИТ

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
65.	<i>Prunus laurocerasus</i> L. (= <i>Laurocerasus officinalis</i> M. Roem.)	– // –	ед	7	3	Ср
66.	<i>Pyracantha coccinea</i> (L.) M. Roem.	Rosaceae	ед	3	3	Ср; А
67.	<i>Pyrus communis</i> L.	– // –	ед	1	3	Цб, Ср, ИТ; Аа
68.	<i>P. elaeagnifolia</i> Pall.	– // –	ед	1	3	Ср; Аа
69.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	м	1	2, 3	АС
70.	<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	Rosaceae	ед	2	3, 4	Ср; Аа
71.	<i>Rosa</i> sp. sp.	– // –	ч	2	3	форма
72.	<i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae	ед	1	3	ИТ
73.	<i>S. caprea</i> L.	– // –	ед	2	3	Цб, ВА, Ср; Аа
74.	<i>S. triandra</i> L. f. <i>elliptica</i> (Ser.) Toepff.	– // –	ед	2	3	ф
75.	<i>Sambucus nigra</i> L.	Caprifoliaceae	ед	2	3	Цб, Ср; Аа
76.	<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	ед	2	3	Ср
77.	<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	Rosaceae	ед	2	3	ВА
78.	<i>S. × vanhouttei</i> (Briot) Zab.	– // –	ед	2	3	гибрид
79.	<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott	Fabaceae	м	1	3	ВА
80.	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Oleaceae	ч	2	3	Ср
81.	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	Tamaricaceae	ед	2	3	Ср, ИТ; Аа
82.	<i>T. tetrandra</i> Pall.	– // –	ед	2	3	Ср; Аа
83.	<i>Taxus baccata</i> L.	Taxaceae	ед	5	3	Цб, Ср; А
84.	<i>T. b. `Stricta`</i> ( <i>Hibernica`</i> )	– // –	ед	5	3	ф
85.	<i>Ulmus pumila</i> L.	Ulmaceae	ч	1	3	Цб, ВА, ИТ
86.	<i>Viburnum opulus</i> L.	Adoxaceae	ед	2	3	Цб, Ср
87.	<i>Vinca minor</i> L.	Аросунасеае	ед	10	3	Цб, Ср
88.	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	Fabaceae	ед	4	4	ВА
89.	<i>Yucca filamentosa</i> L.	Agavaceae	ед	9	4	АС
90.	<i>Y. flaccida</i> `Major`	– // –	ед	9	4	ф

Примечания к таблице. 1 – листопадное дерево, 2 – листопадный кустарник, 3 – полувечнозеленый кустарник, 4 – листопадная лиана, 5 – хвойное дерево, 6 – хвойный кустарник, 7 – вечнозеленый кустарник, 8 – вечнозеленая лиана, 9 – ветвящееся розеточное дерево (юкка), 10 – вечнозеленый кустарничек; АС – Атлантическо-Североамериканская флористическая область, ВА – Восточноазиатская, ИТ – Ирано-Туранская, ОСг – Область Скалистых гор, Ср – Средиземноморская, Цб – Циркумбореальная; а – археофит флоры Крыма, аа – археофит, естественно произрастающий на исследуемой территории, н – неофит; ф – форма.

Как следует из таблицы, древесная флора включает 79 видов, относящихся к 58 родам, входящих в 36 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении следующие семейства: Rosaceae Juss. – 14 видов, Oleaceae Hoffmanns. et Link – 7 видов, Cupressaceae S.F. Gray – 6 видов, Fabaceae Lindl. – 5 видов, Moraceae Link, Pinaceae Spreng. ex F.Rudolphi, Salicaceae Mirbel – по 4 вида. Остальные семейства включают 1–3 вида.

Представители сем. Rosaceae лидируют по видовому разнообразию: среди них – деревья, кустарники листопадные, вечнозеленые, полувечнозеленые. Но только 4 вида данного семейства используются часто, причем это – плодовые деревья (*Prunus armeniaca*, *P. cerasus*, *P. cerasifera*, *P. duclis*), которые, как правило, являются самосевными растениями, все они очень декоративны во время массового цветения. Остальные представители семейства Rosaceae отмечены в поселке единичными экземплярами, следовательно, не создают желаемого декоративного эффекта.

Из представителей сем. Oleaceae выделяются ясени (р. *Fraxinus* L.), которые довольно многочисленны, особенно ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*). Нужно отметить, что ясень узколистый (*F. angustifolia*), который реже встречается в зеленых насаждениях Щебетовки, имеет ряд преимуществ: меньшую высоту (до 15 м, а в местных условиях – не выше 12 м), компактную округлую крону, что предпочтительнее для населенного пункта, а также он значительно легче переносит летние засухи, будучи более ксерофильным, что подтверждается другими авторами (Исиков, Плугатарь, 2018).

Представители сем. Cupressaceae, среди которых платикладус восточный (*Platyclusus orientalis*), повсеместно произрастающий в поселке, а также довольно многочисленные кипарисы (*Cupressus arizonica*, *C. sempervirens*) и их формы, хорошо адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, декоративны во все времена года, особенно в зимний период. Однако, в суровую зиму 2005/06 годов примерно 30 % деревьев кипариса вечнозеленого (*C. sempervirens*) были сильно повреждены морозами (Потапенко и др., 2006). Можжевельники используются неоправданно мало, особенно можжевельник высокий (*Juniperus excelsa*), который очень красив и экологически устойчив.

Представители сем. Fabaceae, такие, как робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) и софора японская (*Styphnolobium japonicum*), повсеместно произрастают в поселке. Данные виды хорошо адаптированы к местным климатическим условиям, но многие деревья имеют довольно солидный возраст (более 40 лет), следовательно, нуждаются в санитарной и формирующей обрезке. Дрок испанский (*Spartium junceum*) и гледичия трехколочковая (*Gleditschia triacanthos*) встречаются в поселке отдельными экземплярами, но вдоль трассы Щебетовка – Коктебель имеются насаждения как гледичии, так и дрока. Растения в них находятся в хорошем состоянии, ежегодно цветут и плодоносят, на протяжении длительного времени сохраняют свою декоративность, следовательно вполне адаптированы к местным условиям.

Представители сем. Moraceae отмечены единично, кроме маклюры яблоконосной (*Maclura pomifera*), которая часто встречается как в виде отдельных деревьев, так и в групповых посадках. Шелковицы издавна выращивают в Крыму. Как шелковица белая (*Morus alba*), так и шелковица черная (*Morus nigra*) хорошо здесь адаптировались, отнесены к неофитам крымской флоры. В Щебетовке встречаются редко. Немногочисленные деревья инжира, или смоковницы (*Ficus carica* L.) встречаются на улицах возле жилых домов. Инжир красив крупными широкояйцевидными пальчато-лопастными листьями, оригинальными плодами. И хотя в суровые зимы он подмерзает, быстро растет, восстанавливается в течение нескольких лет. Как шелковица, так и инжир, прочно и органично вошли в культуру Крыма, поэтому вполне заслуживают более широкого применения именно в качестве декоративных растений.

Семейство Pinaceae представлено кедрами (р. *Cedrus* Trew.), соснами (р. *Pinus* L.), елями (р. *Picea* A. Dietr.). До 2005 года в поселке произрастали три вида кедров: атлантический (*Cedrus atlantica*), гималайский (*C. deodara* (D. Don) G. Don f.), ливанский (*C. libani* A. Rich.) В холодные зимы 2005/06 и 2010/11 годов вымерзли все гималайские и ливанские кедры. Были значительно повреждены и атлантические, многие из которых выпали или получили сильные

повреждения скелетных ветвей кроны. В настоящее время сохранились единичные деревья данного вида. Из сосен наиболее многочисленны сосны судакские (*Pinus brutia* var. *pityusa*), которые практически повсеместно хорошо развиты и очень декоративны. Ели немногочисленны, отличные экземпляры ели колочей (*Picea pungens* 'Glauca') отмечены на территории детского сада.

Представители сем. Salicaceae как ивы (р. *Salix* L.), так и тополя (р. *Populus* L.), произрастают отдельными экземплярами в наиболее увлажненных местах. Тополя более многочисленны, они давно культивируются местными жителями, формируя своеобразный «культурный» ландшафт поселка. «По дорогам, по речке, по краям имений, у белых домиков, разбежавшихся по зеленой долине, – высокие, зеленые колонны крымских тополей и белые акации, без которых Крым – не Крым», – так писал о Щebetовской долине С. Я. Елпатьевский (1998).

Массово в Щebetовке встречаются 5 (6,3 %) видов деревьев (*Fraxinus excelsior*, *Maclura pomifera*, *Platycladus orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Styphnolobium japonicum*); часто – 25 (31,7 %) видов, единично – 49 (62,0 %) видов. Практически все исследуемые растения имеют возраст 35–50 лет. Как отмечалось ранее, работы по озеленению в настоящее время практически не проводятся, молодые посадки в местах общего пользования не осуществляются. Поэтому желательно проведение периодических посадок молодых деревьев и кустарников с соответствующими декоративными и экологическими свойствами.

Как следует из таблицы, в зеленых насаждениях поселка более всего видов, ареал которых охватывает нескольких флористических областей – 24, или 30,4 %. Виды средиземноморской флоры также довольно многочисленны – 21, или 26,6 %. Все они хорошо адаптированы, но при низких отрицательных зимних температурах некоторые растения подмерзают, а в суровые зимы довольно сильно (Потапенко и др., 2006). Восточноазиатские (11 видов), Ирано-Туранские (8 видов) и Североамериканские (9 видов) растения также вполне пригодны для исследуемого региона. Они длительное время (более 30 лет) произрастают на данной территории, сохраняя свои биологические свойства (цветут и плодоносят) и декоративные качества.

К природной флоре Крыма относятся 44 (55,7 %) вида древесных растений, из них: 20 видов – неофиты; 24 вида – археофиты, 6 из которых на исследуемой территории (Щebetовка и ее окрестности) в диком виде не произрастают. Их ареал ограничивается другими ботанико-географическими провинциями. Например, сосна судакская (*Pinus brutia* var. *pityusa*) в естественных условиях растет несколько западнее (Судак, Новый Свет), ясень узколистный (*Fraxinus angustifolia*) распространен преимущественно на ЮБК. Однако эти виды имеют большое значение для зеленого строительства и других регионов Крыма, так как в большинстве случаев хорошо адаптируются к их почвенно-климатическим условиям. Деревья и кустарники природной флоры, которые естественным образом произрастают на исследуемой территории (19 видов), в зеленых насаждениях поселка находятся в хорошем состоянии, следовательно, их применение должно быть расширено. Немаловажен тот факт, что физиономически они «вписываются» в окружающий ландшафт, органически ему соответствуя. Все неофиты также находятся в хорошем состоянии, отмечено наличие самосева у следующих видов: *Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Lycium barbatum*, *Morus alba*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Prunus cerasifera*, *P. duclis*, *Robinia pseudoacacia*.

По видовому и формовому разнообразию более половины зеленых насаждений Щebetовки составляют листопадные деревья и кустарники (соответственно 40,0 % и 23,3 %). Вечнозеленые растения составляют около 30 %: хвойные деревья – 15,6 %; вечнозеленые кустарники – 6,7 %; доля остальных незначительна. Причем, примерно такое же соотношение листопадных и вечнозеленых древесных растений характерно для других населенных пунктов, расположенных поблизости (рис. 3).

Согласно М. П. Волошину (1964), парки южных регионов должны быть насыщены древесными вечнозелеными растениями, а доля листопадных деревьев и кустарников составлять не более 30 % по отношению ко всему составу насаждений. Это в той или иной мере можно отнести и к зеленым зонам южных приморских поселков Крыма, где возможно

культивировать достаточно разнообразные вечнозеленые растения. Следовательно, актуальной задачей является их более широкое применение.

Древесных лиан в Щебетовке мало и по численности, и по видовому разнообразию. Но некоторые из них очень эффектно декорируют стены многоквартирных домов (рис. 4). Кроме высокого эстетического эффекта, вертикальное озеленение играет защитную роль, предохраняя здания и сооружения от влияния солнечных лучей и осадков. Лианы незаменимы и в тех случаях, когда нет достаточного места для посадки деревьев и кустарников. Поэтому вопросам вертикального озеленения следует уделить особое внимание (Потапенко, 2017).

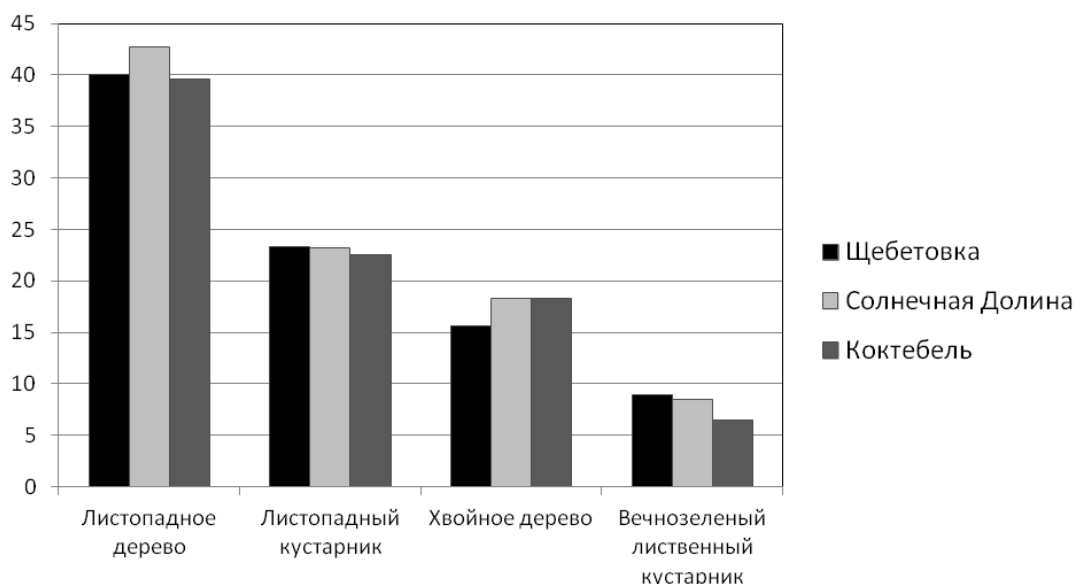


Рис. 3. Соотношение листопадных и вечнозеленых древесных растений в некоторых населенных пунктах Юго-Восточного Крыма

Из декоративных (садовых) форм часто встречаются пирамидальные кипарисы (*Cupressus sempervirens* `Pyramidalis`) и шаровидные платикладусы (*Platycladus orientalis* `Globosa`), остальные – единично. Декоративные формы древесных растений, отличающиеся от типичных для вида морфологическими признаками (формой кроны, величиной и окраской цветков, листьев, плодов), расширяют композиционные возможности озеленения, поэтому их применение следует увеличить.

Большинство деревьев и кустарников (55, или 61,1 % видов и форм) находятся в хорошем состоянии. Однако при оценке состояния древесных растений учитывался тот факт, что в засушливых условиях Юго-Восточного Крыма, культивируемые деревья и кустарники в течение всей жизни нуждаются в санитарной и формирующей обрезке: удаление сухих, поврежденных, подмерзших болезненных ветвей и сучьев для улучшения состояния растения, формирования кроны надлежащей формы и высоты. Особенно это относится к «возрастным» деревьям и кустарникам. Последние десятилетия такие работы практически не проводились, поэтому все зеленые насаждения на территории поселка нуждаются в соответствующих мероприятиях. Нужно отметить, что те деревья и кустарники, за которыми осуществляется надлежащий уход, нормально развиваются, дают хороший ежегодный прирост побегов, имеют правильно сформированную крону, регулярно цветут и плодоносят. Так, на территории детского сада такие виды, как: *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Cupressus arizonica*, *Juniperus sabina*, *Pinus brutia* var. *pityusa*, *P. pungens*, *P. p.* `Glauca` (возраст примерно 40 лет) находятся в хорошем и отличном состоянии. Ранее здесь же произрастали два прекрасных экземпляра криптомерии (*Cryptomeria japonica* `Elegans`), которые были ошибочно удалены (сотрудники решили, что деревья высохли) из-за красновато-бурого цвета хвои в зимний период. Деревья и кустарники, произрастающие на территории средней школы (посажены в 1980 году), также находятся в хорошем состоянии. Особенно красивы здесь



платаны (*Platanus* × *acerifolia*, *P. orientalis*), как крупными лопастными листьями, оригинальными соцветиями и плодами в виде плотных шаровидных головок на длинных повисающих цветоносах, так и своеобразной корой, которая особенно заметна в зимний период.



Рис. 4. *Parthenocissus quinquefolia* (а) и *Wisteria sinensis* (б) в вертикальном озеленении многоквартирных домов (фото В. Раевского (а) и Л. Знаменской (б))

Также, как и в других регионах Крыма, отмечено поражение самшита опасным восточноазиатским вредителем лесного и паркового хозяйства – самшитовой огневкой (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), которая с 2006 года начала активно заселять Европу, в 2015 году была впервые отмечена в Крыму. Для минимизации ущерба от самшитовой огневки необходимо срочно объявить ее карантинным объектом, отказаться от закупок посадочного материала самшита у западноевропейских питомников, сплошь пораженных вредителем, а учреждениям по защите растений срочно начать инвентаризацию и уничтожение очагов вредителя, главное внимание уделяя обследованию питомников, где выращивают самшит (Иванов и др., 2015; Будашкин, 2016). На различных видах платанов наблюдается наличие платановой моли (*Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1870), которая периодически дает вспышки численности, что в значительной степени влияет на декоративность листьев, однако не приводит к гибели растений (Будашкин и др., 2004). На каштанах отмечен опасный карантинный вредитель – каштановая моль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimiè), впервые отмеченная в Крыму в 2007 году и теперь активно распространяющаяся (Будашкин и др., 2009). Так же, как и предыдущий вид, каштановая моль не приводит к гибели дерева, однако сильно снижает декоративность листьев. Единичные кусты бересклета японского (*Euonymus japonica*) поражены бересклетовой щитовкой (*Unaspis euonymi* Comst).

В настоящее время все виды насаждений общего пользования в поселке нуждаются в реконструкции. Зеленые насаждения вокруг Дома культуры имеют несколько функциональных зон: партерная часть с клумбами, детская площадка, группа сосен судакских

(*Pinus brutia* var. *pityusa*), имитирующая лес. Сосны находятся в отличном состоянии, однако между рядами нужно очистить от бытового мусора, опавших сухих ветвей и хвои. На детской площадке высажена группа робиний лжеакаций (*Robinia pseudoacacia*), которые в настоящее время подсыхают, утратили декоративность, не создают тени в летнее время. Можно создать зону отдыха для всех групп населения, функционально соединив детскую площадку с зелеными насаждениями, окружающими дом культуры. Рядом с детской площадкой высадить несколько платанов (*Platanus × acerifolia*, *P. orientalis*), которые по мере роста не только украсят ландшафт, но и защитят от летнего зноя.

В парках Южного берега Крыма произрастает значительное количество растений с ароматными цветками и листьями. Климатические условия позволяют использовать здесь деревья и кустарники, цветущие осенью, зимой и ранней весной (Голубева, 1977; Кузнецова и др., 1988; Галушко, Кузнецова, 1999). Некоторые наиболее морозостойкие и засухоустойчивые виды пригодны и для Юго-Восточного берега Крыма. Таким образом, в партерной зоне (на площади перед Домом культуры) можно создать «душистый сад» из растений с ароматными цветками и листьями, распределив их по срокам цветения. Зимнецветущие: *Lonicera fragrantissima* Lindl. et Paxt., *L. standishii* Carr., *Mahonia aquifolium*, *Sarcococca humilis* Stapf., *Viburnum farreri* Stearn. Весеннецветущие: *Cornus mas*, *Prunus laurocerasus*, *Syringa persica* L., формы и сорта *Syringa vulgaris*, виды рода *Philadelphus*. Летнецветущие: *Clerodendrum trichotomum* var. *fargesii* (Dode) Rehder, *Buddleja alternifolia* Maxim., сорта и формы *Buddleja davidii* Franch., *B. × weyeriana* 'Sungold', *Calycanthus occidentalis* Hook. et Arn. Осеннецветущие: виды рода *Osmanthus*, *Elaeagnus pungens* Thunb. Многие из перечисленных растений имеют длительный период цветения, растянутый на несколько сезонов года. Например, *Lonicera fragrantissima* – зима-весна.

В центре поселка расположен сквер, который также нуждается в реконструкции (рис. 5). Здесь преимущественно произрастают: *Aesculus hippocastanum*, *Cupressus sempervirens*, *Styphnolobium japonicum*, *Platycladus orientalis*, *Buxus sempervirens*, многие из которых находятся в хорошем состоянии, но нуждаются в санитарной и формирующей обрезке. После проведения соответствующих мероприятий можно дополнить сквер красивоцветущими и вечнозелеными кустарниками, сохранив общую композиционную структуру.



Рис. 5. Сквер в центре поселка: аллея из *Aesculus hippocastanum* (а), композиционный центр (б) с *Cupressus sempervirens*, *Platycladus orientalis* и *Styphnolobium japonicum* на заднем плане

Периферийные зеленые насаждения, которые имеются в поселке, также нуждаются в восстановлении. Как уже упоминалось выше, из Щебетовки к морю (в Курортное) проложены автомобильная трасса, которая примерно в конце 60-х годов прошлого века была обсажена пирамидальными кипарисами (*Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis'), а в 90-е годы, вдоль трассы также проложена пешеходная дорожка и высажены платаны (*Platanus × acerifolia*, *P. orientalis*) и орехи (*Juglans regia*). Трасса окружена живописными приморскими

ландшафтами, автомобильное движение малочисленное, поэтому жители и гости поселка используют пешеходную дорожку не только для передвижения, но и для лечебной ходьбы, бега. Живописную живую «стенку» пирамидальных кипарисов нужно реконструировать, восстановив выпавшие за прошедшие годы деревья (рис 6.).



Рис. 6. Пирамидальные кипарисы (*Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis') вдоль трассы Щebetовка–Курортное (фото В. Раевского)

От произрастающих здесь платанов и орехов сохранились лишь отдельные деревья, страдающие от засухи. При возможности полива саженцев в первые годы посадки, можно также восстановить и платановую аллею. Однако все эти локальные мероприятия должны быть подчинены одной цели – созданию комплексной зеленой зоны поселка. Под комплексной зеленой зоной подразумевается система естественных и культурных ландшафтов сельской местности, выполняющая санитарно-гигиенические, оздоровительные, защитные, природоохранные и эстетические функции и рассматриваемая как единое художественное целое. Основными методологическими принципами формирования зеленой зоны села должны стать: принцип охраны при рациональном использовании и преобразовании природных данных. Он заключается в охране и улучшении исходных природных данных, совершенствовании ландшафтного объекта в процессе функционирования по заданной программе с учетом прогнозируемой динамики прямых и обратных связей «объект-среда» (Жирнов, 1984).

Таким образом, формирование зеленой среды поселка должно быть комплексным, учитывать естественно-исторический фон местности, почвенно-климатические условия, уже имеющиеся зеленые насаждения. При подборе ассортимента для озеленения необходимо учитывать тот факт, что сам поселок окружен живописными горным ландшафтом, и все объекты зеленого строительства должны быть его логическим продолжением, как отмечалось выше. Здесь уместны виды природной флоры: можжевельник высокий (*Juniperus excelsa* M. Bieb), сосны судакская и Палласа (*Pinus brutia* var. *pityusa*, *P. nigra* subsp. *pallasiana*), дубы пушистый и скальный (*Quercus pubescens* Willd., *Qu. petraea* Liebl.), тис ягодный (*Taxus baccata*), а также физиономически и экологически близкие им интродуценты: пихты испанская и нумидийская (*Abies numidica* De Lannoy, *A. pinsapo* Boiss.), кипарис аризонский (*Cupressus arizonica*), клен татарский (*Acer tataricum* L.), дубы (*Quercus castanefolia* C.A. Mey, *Qu. cerris* L., *Qu. pubescens* Willd.).

Кроме эстетической функции деревья должны защищать от летнего зноя, следовательно, иметь раскидистую крону: платаны (*Platanus* × *acerifolia*, *P. orientalis*), каркасы (*Celtis australis* L., *C. glabrata* Steven ex Planch.), шелковицы (*Morus alba*, *M. nigra*).

В весеннюю пору поселок украсят красивоцветущие деревья: айва (*Cydonia oblonga*), каштан мясо-красный (*Aesculus* × *carnea* Haune.), боярышник однопестичный с розовыми махровыми цветками (*Crataegus monogyna* `Rosea-plena`), яблони (*M. niedzwetzkyana* Dieck., *M. x purpurea* (Barbier) Rehd.), а также виды, современные декоративные формы и сорта рода *Prunus* L. (Городняя, Золотарева, 2017). Весеннее цветение дополняют красивоцветущие кустарники: персицы канадский и европейский (*Cercis canadensis* L., *C. siliquastrum*), хеномелесы японский и прекрасный (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl., *Ch. speciosa*), форзиции европейская и средняя (*Forsythia europaea* Degen & Bald., *F. x intermedia*), сорта сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*). Осеннему пейзажу придадут привлекательность: скумпия кожевенная (*Cotinus coggygia* Scop.), сумах оленерогий (*Rhus typhina* L.), хурма восточная (*Diospyros kaki* Thunb.), гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L.), кельрейтерия метельчатая (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) – разноцветной листвой; различные кизильники, боярышники, рябины – ярко окрашенными плодами. Для вертикального озеленения уместны: кампис (*Campsis radicans*), девичий виноград (*Parthenocissus quinquefolia*), глициния (*Wisteria sinensis*), некоторые виды клематисов и жимолости, вьющиеся розы.

Подбор деревьев и кустарников следует вести с учетом их декоративных качеств, экологических требований, а также возможности надлежащего ухода за ними (преимущественно полива), особенно в первые годы после высадки. Для этого полезным будет существующий ранее опыт работы зеленхозов на территории городов и поселков.

## ВЫВОДЫ

1. Древесная флора зеленых насаждений пгт Щебетовка включает 90 видов и форм, относящихся к 58 родам, входящих в 36 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении следующие семейства: Rosaceae – 14 видов, Oleaceae – 7 видов, Cupressaceae – 6 видов, Fabaceae – 5 видов, Moraceae, Pinaceae, Salicaceae – по 4 вида. Остальные семейства включают 1–3 вида.

2. В дендрофлоре более всего видов, ареал которых охватывает нескольких флористических областей – 24, или 30,4 %. Виды средиземноморской флоры также довольно многочисленны – 21, или 26,6 %; все они хорошо адаптированы, но при низких отрицательных зимних температурах некоторые растения подмерзают. Восточноазиатские (11 видов), Ирано-Туранские (8 видов) и Североамериканские (9 видов) растения также вполне пригодны для исследуемого региона. К природной флоре Крыма относятся 44 вида древесных растений, 20 из них – неофиты.

3. По видовому и формовому разнообразию более половины зеленых насаждений Щебетовки составляют листопадные деревья и кустарники (соответственно 40,0 % и 23,3 %). Вечнозеленые растения составляют около 30 %: хвойные деревья – 15,6 %; вечнозеленые кустарники – 6,7 %; доля остальных незначительна. Массово в Щебетовке встречаются 5 (6,3 %) видов деревьев (*Fraxinus excelsior*, *Maclura pomifera*, *Platycladus orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Styphnolobium japonicum*); часто – 25 (31,7 %) видов, единично – 49 (62,0 %) видов.

4. Практически все исследуемые растения имеют возраст 35–50 лет. Большинство деревьев и кустарников (55, или 61,1 % видов и форм) находятся в хорошем состоянии, но нуждаются в санитарной и формирующей обрезке. Все зеленые насаждения общего пользования требуют реконструкции, омоложения, насыщения новыми перспективными декоративными растениями.

5. При будущем озеленении Щебетовки следует учитывать, что сам поселок окружен живописным горным ландшафтом, и все объекты зеленого строительства должны быть его логическим продолжением. Это может быть обеспечено ассортиментом интродуцированных

деревьев и кустарников с соответствующими физиономическими и экологическими качествами, а также видами природной флоры Крыма.

**Благодарности.** Авторы признательны Е. Чапко и В. Раевскому за помощь в сборе материала.

*Работа выполнена в рамках темы гос. задания №АААА-А19-119012490044-3.*

### Список литературы

- Будашкин Ю. И. Самшитовая огневка – *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Pyraustidae) – новый для фауны Украины и Крыма вид опасного вредителя лесного и паркового хозяйства // Экосистемы. – 2016. – Вып. 6. – С. 36–39.
- Будашкин Ю. И., Потапенко И. Л., Летухова В. Ю. Организация мониторинга состояния популяций платановой моли – *Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1871) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Юго-Восточном Крыму // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2004. – Вып. 14. – С. 19–28.
- Будашкин Ю. И., Савчук В. В., Пузанов Д. В. Новые сведения по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 19. – С. 33–45.
- Воинов Г. В. Парковая растительность Крыма // Записки Гос. Никитского опытного ботан. сада. – 1930. – Т. 13. – Вып. 1. – 70 с.
- Волошин М. П. Парки Крыма. – Симферополь: Крым, 1964. – 160 с.
- Галушко Р. В., Кузнецова В. М. Душистые растения парков ЮБК // Научные и практические аспекты курортно-рекреационной деятельности: материалы межотраслевой конф. (Ялта, 17–19 ноября 1999 г.). – Ялта: ГНБС, 1999. – С. 59.
- Галушко Р. В., Горак Ю. С. О результатах интродукции древесных растений в Евпаторийском дендропарке // Бюллетень Никитского ботан. сада. – 2002. – Вып. 84. – С. 53–57.
- Голубева И. В. Методические указания по культуре в Крыму деревьев и кустарников, цветущих осенью, зимой и ранней весной. – Ялта: ГНБС, 1977. – 20 с.
- Городняя Е. В., Золотарева, А. Г. Перспективы использования декоративных представителей рода *Prunus* L. в озеленении Предгорной зоны Крыма // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Материалы Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием, г. Симферополь, 25–28 сентября 2017 г.: матер. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – С. 104–107.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Голонасінні / [За ред. М. А. Кохна, С. І. Кузнецова]. – Київ: Вища школа, 2001. – 207 с.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Покритонасінні. Частина I: довідник / [За ред. М. А. Кохна]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Покритонасінні. Частина II: довідник / [За ред. М. А. Кохна, Н. М. Трофименко]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с.
- Драган Н. А. Почвенные ресурсы Крыма. – Симферополь: ДОЛЯ, 2004. – 208 с.
- Елпатьевский С. Я. Крымские очерки. Год 1913. – Феодосия: Изд. дом «Коктебель», 1998. – 143 с.
- Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 231 с.
- Жирнов А. Д. Совершенствование системы озеленения сельских населенных мест на примере Украинской ССР: автореф. дис. ... на соиск. учен. степени канд. с/х наук / А. Д. Жирнов. – Харьков: Харьковский Ордена Трудового Красного знамени сельскохозяйственный институт им. В. В. Докучаева, 1984. – 22 с.
- Зуев А. В., Глибин Ю. В., Гасников С. В., Фролова Т. А. Проявление континентальности климата в пределах Карадагской горной группы // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – Природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 3 (7). – С. 84–92.
- Иванов С. П., Швецов В. А., Будашкин Ю. И., Пузанов Д. В., Жидков В. Ю. Апробация метода борьбы с самшитовой огневкой (*Cydalima perspectalis*) на основе искусственного разведения и выпуски в очаги поражения самшита колхидского складчатокрылых ос-энтомофагов *Euodinerus ponticus* // Экосистемы. – 2015. – Вып. 4. – С. 30–44.
- Исиков В. П., Плугатарь Ю. В. Дикорастущие деревья и кустарники Крыма. 2-е изд., испр. и доп. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 324 с.
- История городов и сел УССР. Крымская область. Щebetовка / [Предс. редкол. Л. Д. Солодовник]. – Киев: Главная редакция Украинской советской энциклопедии АН УССР, 1974. – С. 512–518.
- Клименко Н. И., Потапенко И. Л. Декоративные древесные растения зеленых насаждений поселка городского типа Красногвардейское (Республика Крым) // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 4(8). – С. 34–44.
- Клименко Н. И., Потапенко И. Л., Клименко Н. Н., Клименко О. Е. Зеленые насаждения поселка городского типа Гвардейское (Симферопольский район, Республика Крым) и перспективы их оптимизации // Экосистемы. – 2018. – Вып. 14 (44). – С. 66–74.
- Кохно М. А., Кузнецов С. И., Дорошенко О. К., Чуприна П. Я., Пасічний А. О. Дендрофлора міст півдня УРСР

// Укр. Ботан. журн. – 1983. – Вып. 40. – № 5. – С. 12–14.

Кузнецов С. И. Основы интродукции и культуры хвойных Древнего Средиземья на Украине и других районах юга СССР. – К. : Наук. думка, 1984. – 124 с.

Кузнецова В. М., Максимов А. П., Соколов Б. И. Древесные растения в саду круглогодичного цветения // Бюлл. ГБС. – 1988. – Вып. 148. – С. 38–44.

Миронова Л. П., Фатерыга В. В. Флора Карадагского природного заповедника (сосудистые растения) // 100 лет Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского (сб. науч. тр.). – Симферополь: Н.Ореанда. – 2015. – С. 160–204.

Потапенко И. Л. Культивована дендрофлора Східного району Південного берега Криму та перспективи її використання: автореф. дис. ... на здобут. наук. ступеня канд. біолог. наук / І. Л. Потапенко. – Київ: Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, 2009. – 20 с.

Потапенко И. Л. История и современное состояние зеленых насаждений поселка Коктебель // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2016. – Вып. 2. – С. 11–18.

Потапенко И. Л. Древесные растения для вертикального озеленения в рекреационных комплексах Юго-Восточного Крыма // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: VII Междунар. науч. конф., г. Донецк, 17–19 мая, 2017 г.: матер. – Ростов-на-Дону: Альтаир, 2017. – С. 346–350.

Потапенко И. Л. Роль зеленых насаждений в развитии Юго-Восточного и Восточного рекреационных районов Крыма // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: Междунар. науч.-практич. конф., г. Керчь, 19–23 сентября 2018 г.: матер. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 400–405.

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю. Декоративные древесные растения пос. Солнечная Долина (Юго-Восточный Крым) // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология, химия. – 2017. – Т. 3 (69). – № 4. – С. 174–184.

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю., Каменских Л. Н. Итоги перезимовки древесных растений в юго-восточном Крыму в условиях экстремально холодной зимы 2005–2006 гг. // Природничий альманах. Серія біологічні науки (зб. наук. праць): [Ред. колегія: Шмалей та ін.] – Херсон: ПП Вишемирський, 2006. – Вып. 8. – С. 192–201.

Репецкая А. И., Савушкина И. Г., Колосюк Е. С. Культивируемая дендрофлора г. Белогорска (Республика Крым) // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология. Химия. – 2015. – Том 1 (67). – №2. – С. 143–155.

Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. – СПб: Мир и семья, 1995. – 992 с.

**Potapenko I. L., Letukhova V. Ju. Green spaces of settlement Shchebetovka (Southeast Crimea): history, current state and prospects for their optimization// Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 61–77.**

The paper presents the results of dendrological inventory of green areas in settlement Shchebetovka (Southeast Crimea). The researchers held botanic-geographical and biomorphological analysis, specified the frequency of occurrence of plant species and their forms, inspected plant phytosanitary state. Dendroflora of the examined area includes 79 species and 11 garden forms related to 58 genera of 36 families. The most representative families are: Rosaceae (14 species), Oleaceae (7 species), Cupressaceae (6 species), Fabaceae (5 species), Moraceae, Pinaceae, Salicaceae (4 species each). Other families include 1–3 species. The majority of species (24, or 30.4 %) has a wide origin, i.e. are distributed on the territory of several floristic regions. Species of the Mediterranean flora are also quite numerous – 21, or 26.6 %; they are all well adapted, but at low negative winter temperatures some plants are damaged by frost. Native flora of the Crimea is represented by 44 species of arboreal plants, 20 of which are neophytes. More than a half of the species and form diversity of the settlement are deciduous trees (40.0 %) and shrubs (23.3 %). The proportion of evergreen plants is low: coniferous trees (15.6 %), evergreen deciduous shrubs (6.7 %); the share of the other plants is insignificant. Such tree species as: *Fraxinus excelsior*, *Maclura pomifera*, *Platycladus orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Styphnolobium japonicum* grow numerously in Shchebetovka. Almost all examined plants are 35–50 years old. Most trees and shrubs (55, or 61.1 % of species and forms) are in good state, but need sanitary and formative pruning. The authors propose a range of ornamental arboreal plants and shrubs for green areas of the settlement taking into account local soil and climatic conditions. It will contribute to green space aesthetics and improve living environment in Shchebetovka.

**Key words:** composition of dendroflora, phytosanitary state, optimization of green space, Shchebetovka settlement, Southeast Crimea.

Поступила в редакцию 15.02.19

УДК 581.6:712.4

## Возможности использования сортов пиона травянистого с японской формой цветка на объектах ландшафтной архитектуры

Мамаева Н. А.<sup>1</sup>, Хохлачева Ю. А.<sup>1</sup>, Гусев А. В.<sup>1</sup>, Баранова Е. К.<sup>2</sup>, Дьякова Г. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина Российской академии наук  
Москва, Россия

*tataeva\_n@list.ru, jusic-la@yandex.ru, gusev.gbsran@mail.ru*

<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет –  
Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева  
Москва, Россия

*katya070519@yandex.ru*

Приведены результаты изучения 18 сортов пиона травянистого с японской формой цветка из состава коллекции лаборатории декоративных растений Главного ботанического сада Российской академии наук по 6 биоморфологическим признакам, имеющим значение при отборе культиваров для использования на объектах ландшафтной архитектуры. Проведена оценка степени выравненности сортов по исследуемым признакам. Установлено, что значения коэффициента вариации, полученные за учетный период, относятся к 2-м градациям: небольшое (0–4 %) и нормальное варьирование (5–44 %). Для 18 изученных генотипов установлено влияние сортовых особенностей на изменчивость всех рассматриваемых морфометрических характеристик. Предложены 8 перспективных для применения в городском озеленении сортов: ‘Bu-Te’, ‘Cora Stubs’, ‘Gay Paree’, ‘Gold Standard’, ‘John van Leeuwen’, ‘Hit Parade’, ‘Midnight Sun’, ‘Yellow King’. С использованием этих сортов спроектированы 5 модельных вариантов цветочных композиций, сориентированных на различные объекты ландшафтной архитектуры.

*Ключевые слова:* ГБС РАН, коллекция рода *Paeonia*, сорта пиона травянистого, биоморфологические особенности сортов, городское озеленение, модельные цветочные композиции.

С ухудшением экологической обстановки в городах стало очевидным, что на урбанизированных территориях обустройство ландшафта также необходимо для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека, как растениеводство и животноводство. Поэтому в современных городских условиях приемлемым выходом является активное использование методов ландшафтной архитектуры для формирования полноценной окружающей человека среды в соответствии с эстетическими, функциональными и экологическими требованиями (Шилов, Димитриев, 2016). При этом во многих странах мира основой современного цветочного оформления часто являются декоративные травянистые многолетники. В их составе одна из ведущих позиций принадлежит представителям рода *Paeonia* L., которые благодаря большому разнообразию экологических, биологических и декоративных признаков (высокая продуктивность, долговечность, неприхотливость, высокая зимостойкость, относительная устойчивость к болезням и вредителям, а также к неблагоприятным абиотическим факторам) характеризуются универсальностью использования в озеленении (Барыкина, Гуланян, 1976; Горобец, 1991; Разумова, 2006).

Цель представленного исследования – на основе комплекса биоморфологических характеристик провести отбор сортов пиона травянистого, наиболее перспективных для применения в городских ландшафтных композициях и с их использованием разработать модельные варианты цветников, сориентированных на различные объекты ландшафтной архитектуры.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на базе коллекционного фонда представителей рода *Paeonia* L. лаборатории декоративных растений (ЛДР) Главного ботанического сада Российской академии наук (ГБС РАН).

Модельные объекты – сорта пиона травянистого с японской формой цветка: ‘Yellow King’, ‘Bu-Te’, ‘Midnight Sun’, ‘John van Leeuwen’, ‘Hit Parade’, ‘Cora Stubbs’, ‘Breako’ Day’, ‘Rashoomon’, ‘Moon of Nippon’, ‘Mrs. Wilder Bankroff’, ‘Gay Paree’, ‘Philomele’, ‘Gold Standard’, ‘Весенняя Песня’, ‘Neon’, ‘Сюрприз’, ‘Lotus Queen’, ‘West Elcton’. Выбор указанной садовой группы осуществлен, исходя из наибольшей потенциальной перспективности ее представителей в качестве компонентов цветочных композиций в городских условиях (Ефимов, 2004; Миронова, Реут, 2011; Пидгайная, Репецкая, 2015).

В работе использованы интродуцированные сорта, отобранные в результате многолетней сортооценки с использованием классических методик (Васильева, 1972; Былов, 1978) и находящиеся в составе коллекции рода *Paeonia* ЛДР ГБС РАН достаточно длительное время (более 40 лет).

Согласно методике ООС пиона травянистого изучена изменчивость сортов по 22 параметрам (Методика проведения испытаний..., 2003). При этом в настоящей статье освещены результаты работы на основе 6 признаков, значимых, на наш взгляд, при выборе сортов для использования на объектах ландшафтной архитектуры.

При проектировании цветников, наряду с декоративностью, учтены и другие характеристики культиваров: распространенность, отсутствие сложностей культивирования (короткий беспересадочный период, подвязка цветоносов и др.), высокая интенсивность цветения, отсутствие периодичности цветения, толерантность к наиболее распространенным в Средней полосе России инфекционным заболеваниям (Цветочно-декоративные травянистые ..., 1983; Травянистые декоративные многолетники ..., 2009).

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлена в соответствии с классическими методиками (Доспехов, 1985; Зайцев, 1990). Число изученных сортов – 18, объем выборки по каждому сорту – 21, повторность – 3, размещение вариантов – систематическое. Разработка моделей цветников выполнена на основе общепринятых при проектировании цветников способов и приемов (Бочкова, 2007), с использованием специализированной компьютерной программы – AutoCad.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что выравненность культивара по основным признакам является важной характеристикой, влияющей на общее визуальное восприятие цветочной композиции. Эффективным методом статистической обработки количественных экспериментальных данных, позволяющим оценить степень изменчивости сорта по тому или иному признаку, является расчет коэффициента вариации.

В процессе исследований показано, что значения коэффициента вариации морфометрических признаков изучаемых сортов за учетный период колеблются в пределах от 4 до 20 % (табл. 1) и согласно шкале, предложенной Г. Н. Зайцевым (1990), относятся к 2-м градациям: небольшое (0–4 %) и нормальное варьирование (5–44 %). Также диапазон изменчивости отдельных признаков по сортам наглядно иллюстрируют зафиксированные лимиты (табл. 1).

По совокупности количественных характеристик к наиболее выровненным можно отнести 8 сортов, у которых варьирование каждого из исследованных признаков не превышает 14 %. Это ‘Midnight Sun’, ‘John van Leeuwen’, ‘Moon of Nippon’, ‘Gay Paree’, ‘Весенняя Песня’ (5–14 % каждый), ‘Philomele’ (6–13 %), ‘Gold Standard’ (6–14 %) и ‘Сюрприз’ (5–13 %). Поэтому применение в составе цветочных композиций этих культиваров может быть предпочтительным относительно других, использованных в настоящем исследовании, сортов.



Таблица 1

Варьирование некоторых количественных признаков у сортов пиона травянистого из коллекции Главного ботанического сада Российской академии наук

Статистические показатели	Высота растения, см	Диаметр цветка, см	Соотношение диаметр цветка/диаметр зоны стаминодий	Диаметр генеративного побега у основания, см	Длина листа с черешком, см (2018 г.)
1	2	3	4	5	6
<b>Yellow King</b>					
Лимиты					
min	115,1/106,0*	16,0/13,5	1,72/1,50	0,8/0,6	24,8
max	135,2/132,0	19,9/20,0	2,27/2,29	1,1/1,1	43,0
<b>V, %**</b>	<b>5,0/6,0</b>	<b>6,0/10,0</b>	<b>6,0/10,0</b>	<b>11,0/25,0</b>	<b>14,0</b>
<b>Bu-Te</b>					
Лимиты					
min	93,2/78,0	12,9/13,0	1,45/1,23	0,8/0,5	20,3
max	118,5/102,0	17,2/16,0	1,84/2,17	1,1/0,9	35,6
<b>V, %</b>	<b>6,0/8,0</b>	<b>7,0/6,0</b>	<b>6,0/14,0</b>	<b>12,0/14,0</b>	<b>17,0</b>
<b>Midnight Sun</b>					
Лимиты					
min	84,3/86,0	15,6/13,5	1,50/1,50	0,7/0,6	20,8
max	106,7/103,0	19,8/20,0	2,00/2,13	1,1/0,8	32,3
<b>V, %</b>	<b>6,0/5,0</b>	<b>7,0/11,0</b>	<b>6,0/10,0</b>	<b>13,0/14,0</b>	<b>11,0</b>
<b>John van Leeuwen</b>					
Лимиты					
min	89,4/76,0	15,6/13,0	2,52/2,50	0,9/0,6	21,8
max	105,6/94,0	21,3/19,0	3,67/4,00	1,3/1,0	36,3
<b>V, %</b>	<b>5,0/6,0</b>	<b>8,0/10,0</b>	<b>9,0/12,0</b>	<b>12,0/14,0</b>	<b>14,0</b>
<b>Hit Parade</b>					
Лимиты					
min	113,0/104,0	15,2/12,0	1,83/1,50	0,7/0,7	15,0
max	129,5/129,0	21,0/15,5	2,85/2,00	1,2/1,0	21,0
<b>V, %</b>	<b>4,0/5,0</b>	<b>9,0/6,0</b>	<b>11,0/8,0</b>	<b>16,0/13,0</b>	<b>8,0</b>
<b>Cora Stubbs</b>					
Лимиты					
min	92,0/86,0	12,3/13,0	1,49/1,33	0,7/0,6	22,0
max	131,3/112,0	15,5/17,5	2,12/1,81	1,5/0,9	35,4
<b>V, %</b>	<b>9,0/7,0</b>	<b>7,0/7,0</b>	<b>8,0/8,0</b>	<b>20,0/14,0</b>	<b>13,0</b>

Возможности использования сортов пиона травянистого  
с японской формой цветка на объектах ландшафтной архитектуры

Продолжение *Таблицы 1*

1	2	3	4	5	6
<b>Breako' Day</b>					
Лимиты					
min	101,3/-	15,4/-	1,44/-	0,7/-	22,0
max	128,3/-	20,5/-	2,09/-	1,1/-	28,6
<b>V, %</b>	<b>5,0/-</b>	<b>7,0/-</b>	<b>9,0/-</b>	<b>14,0/-</b>	<b>8,0</b>
<b>Rashoomon</b>					
Лимиты					
min	89,4	14,2	1,78	0,6	21,4
max	118,4	21,2	2,60	0,8	37,2
<b>V, %</b>	<b>8,0/-</b>	<b>11,0/-</b>	<b>9,0/-</b>	<b>9,0/-</b>	<b>17,0</b>
<b>Moon of Nippon</b>					
Лимиты					
min	86,4/91,0	14,7/13,0	1,8/1,75	0,8/0,6	23,2
max	113,3/111,0	18,2/18,0	2,44/2,70	1,3/0,8	31,0
<b>V, %</b>	<b>6,0/5,0</b>	<b>6,0/9,0</b>	<b>8,0/10,0</b>	<b>11,0/14,0</b>	<b>8,0</b>
<b>Mrs. Wilder Bankroff</b>					
Лимиты					
min	100,0/83,0	13,5/11,0	1,4/1,2	0,7/0,5	18,0
max	125,1/118,0	18,6/18,0	1,7/1,9	1,1/0,8	27,9
<b>V, %</b>	<b>6,0/9,0</b>	<b>9,0/12,0</b>	<b>6,0/10,0</b>	<b>12,0/17,0</b>	<b>12,0</b>
<b>Gay Paree</b>					
Лимиты					
min	95,6/92,0	13,2/12,0	1,40/1,30	0,7/0,6	22,1
max	119,4/113,0	16,9/17,0	2,00/1,90	1,3/0,8	33,0
<b>V, %</b>	<b>6,0/5,0</b>	<b>7,0/8,0</b>	<b>6,0/9,0</b>	<b>11,0/14,0</b>	<b>9,0</b>
<b>Philomele</b>					
Лимиты					
min	93,6/92,7	13,3/12,0	1,42/1,39	0,8/0,7	19,5
max	119,9/114,5	19,1/16,0	2,15/1,80	1,3/1,2	27,2
<b>V, %</b>	<b>7,0/6,0</b>	<b>9,0/9,0</b>	<b>10,0/7,0</b>	<b>13,0/11,0</b>	<b>9,0</b>
<b>Gold Standard</b>					
Лимиты					
min	94,2/98,0	17,0/18,0	1,89/1,64	0,8/0,6	19,3
max	124,3/118,0	24,0/22,0	2,42/2,20	1,3/0,9	33,5
<b>V, %</b>	<b>7,0/6,0</b>	<b>10,0/7,0</b>	<b>7,0/7,0</b>	<b>14,0/13,0</b>	<b>12,0</b>

Продолжение Таблицы 1

1	2	3	4	5	6
<b>Весенняя Песня</b>					
Лимиты					
min	102,9/91,0	13,6/16,0	1,41/1,32	0,9/0,6	22,0
max	122,5/113,0	18,6/20,5	2,08/1,80	1,3/0,9	35,0
<b>V, %</b>	<b>5,0/6,0</b>	<b>9,0/8,0</b>	<b>10,0/8,0</b>	<b>12,0/14,0</b>	<b>14,0</b>
<b>Neon</b>					
Лимиты					
min	96,5/86,0	14,2/13,0	1,63/1,37	0,6/0,5	20,0
max	117,5/116,0	19,1/18,0	2,18/2,26	1,1/0,7	28,2
<b>V, %</b>	<b>6,0/9,0</b>	<b>8,0/9,0</b>	<b>7,0/15,0</b>	<b>19,0/17,0</b>	<b>10,0</b>
<b>Сюрприз</b>					
Лимиты					
min	104,5/93,0	18,1/15,0	1,60/1,70	0,7/0,6	14,8
max	126,0/115,0	24,0/21,5	2,18/2,10	1,1/1,0	29,8
<b>V, %</b>	<b>5,0/6,0</b>	<b>8,0/10,0</b>	<b>7,0/6,0</b>	<b>13,0/13,0</b>	<b>13,0</b>
<b>Lotus Queen</b>					
Лимиты					
min	-/93,0	-/14,0	-/1,27	-/0,7	21,0
max	-/129,0	-/20,0	-/2,25	-/1,1	39,6
<b>V, %</b>	<b>-/9,0</b>	<b>-/11,0</b>	<b>-/13,0</b>	<b>-/13,0</b>	<b>15,0</b>
<b>West Elcton</b>					
Лимиты					
min	-/82,0	-/12,0	-/1,67	-/0,6	22,7
max	-/103,0	-/17,0	-/2,17	-/1,1	34,0
<b>V, %</b>	<b>-/7,0</b>	<b>-/9,0</b>	<b>-/7,0</b>	<b>-/14,0</b>	<b>10,0</b>

Примечание к таблице: \* – данные 2017/2018 гг; \*\* – коэффициент вариации.

Отметим, что важной предпосылкой для эффективного отбора сортов является выявление степени вариабельности изучаемых признаков в пределах рассматриваемой выборки. Выполнить эту задачу также позволяет расчет коэффициента вариации (табл. 2).

Согласно полученным экспериментальным данным изменчивость 5 исследованных признаков в данной выборке сортов по 2 годам изучения не превышает 44 % и относится к категории нормального варьирования. При этом к верхней границе «нижней» нормы (5–24 %) (Зайцев, 1990) наиболее близки значения признака «соотношение диаметров цветка и зоны стаминодий», составляющие в 2017 и 2018 годах 18 и 20 % соответственно. Поэтому на основе выявленной степени варьирования количественных характеристик объектов исследования целесообразным является определение достоверности установленных различий. Для этого был осуществлен однофакторный дисперсионный анализ (Доспехов, 1985).

В качестве оптимального сочетания морфологических характеристик, перспективных для использования в ландшафтных композициях сортов пиона травянистого, были приняты: наименьшая высота растения, минимальный диаметр цветка, наименьшее соотношение диаметров цветка и зоны стаминодий, максимальный диаметр генеративного побега у

Возможности использования сортов пиона травянистого  
с японской формой цветка на объектах ландшафтной архитектуры

основания, наибольшие размеры листьев. Подобный подход должен обеспечить отбор сортов с наибольшим периодом декоративности как в течение фазы цветения растений, так и после ее завершения.

*Таблица 2*

Варьирование морфологических характеристик у исследованных сортов пиона травянистого

Сорт	Высота растения, см		Диаметр генеративного побега у основания, см		Диаметр цветка, см		Соотношение диаметров цветка и зоны стаминодий		Длина листа с черешком, см
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yellow King	124,3	119,3	0,9 <sup>II</sup>	0,8 <sup>II</sup>	18,4	16,6 <sup>I</sup>	1,94	1,97	32,4 <sup>II</sup>
Bu-Te	104,4	92,8 <sup>II</sup>	0,9 <sup>II</sup>	0,7 <sup>II</sup>	15,2 <sup>II</sup>	14,3 <sup>II</sup>	1,64 <sup>II</sup>	1,75 <sup>I</sup>	25,9
Midnight Sun	96,7	95,8 <sup>I</sup>	0,8	0,7 <sup>II</sup>	17,8	16,2 <sup>I</sup>	1,76 <sup>I</sup>	2,35	26,1
John van Leeuwen	97,4	86,8	1,0 <sup>II</sup>	0,7 <sup>II</sup>	18,4	15,6 <sup>II</sup>	3,00	2,78	28,8 <sup>III</sup>
Hit Parade	121,5	115,5	0,9 <sup>II</sup>	0,8 <sup>II</sup>	17,5	14,2 <sup>II</sup>	2,20	2,73	18,2
Cora Stubbs	107,2	98,9	0,9 <sup>II</sup>	0,7 <sup>II</sup>	14,0	15,4 <sup>II</sup>	1,81	1,93	29,5 <sup>II</sup>
Break o' Day	117,1	-	0,9 <sup>II</sup>	-	18,0	-	1,78 <sup>I</sup>	-	-
Rashoomon	76,8	-	0,7	-	17,4	-	2,11	-	-
Moon of Nippon	102,9	100,9	1,1	0,7 <sup>II</sup>	16,6 <sup>I</sup>	15,6 <sup>II</sup>	2,09	2,35	27,1
Mrs. Wilder Bankroff	108,6	99,6	0,8	0,6	16,1 <sup>I</sup>	15,0 <sup>II</sup>	1,51	1,66 <sup>I</sup>	22,2
Gay Paree	109,5	103,7	0,9 <sup>II</sup>	0,7 <sup>II</sup>	15,3 <sup>II</sup>	14,6 <sup>II</sup>	1,58 <sup>II</sup>	1,89	33,2
Philomele	108,7	106,2	1,0 <sup>II</sup>	0,9	16,2 <sup>I</sup>	13,8	1,7 <sup>II</sup>	2,09	23,1
Gold Standard	112,4	107,0	1,1	0,8 <sup>II</sup>	20,3	19,8	2,06	1,86	28,9 <sup>III</sup>
Весенняя Песня	111,4	102,0	1,0 <sup>II</sup>	0,7 <sup>II</sup>	15,8 <sup>II</sup>	18,0	1,68 <sup>II</sup>	2,00	28,8 <sup>III</sup>
Neon	109,4	100,2	0,8	0,6	16,2 <sup>I</sup>	15,6 <sup>II</sup>	1,97	1,37	24,3
Сюрприз	114,8	103,9	0,9 <sup>II</sup>	0,8 <sup>II</sup>	20,5	18,4	1,86	2,00	25,3
Lotus Queen	-	107,7	-	0,8 <sup>II</sup>	-	16,3 <sup>I</sup>	-	1,39 <sup>II</sup>	28,8 <sup>III</sup>
West Elton	-	94,6 <sup>II</sup>	-	0,8 <sup>II</sup>	-	14,0 <sup>II</sup>	-	1,90	26,7
<b>V, %</b>	<b>9,0</b>	<b>8,0</b>	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	<b>18,0</b>	<b>20,0</b>	<b>14,0</b>

Продолжение Таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Лимиты</b>									
<b>min</b>	<b>76,8</b>	<b>86,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>14,0</b>	<b>13,8</b>	<b>1,51</b>	<b>1,37</b>	<b>18,2</b>
Сорт	Rashoomon	John van Leeuwen	Rashoomon	Neon, Mrs. Wilder Bankroff	Cora Stubbs	Philomele	Mrs. Wilder Bankroff	Neon	Hit Parade
<b>max</b>	<b>124,3</b>	<b>119,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>20,5</b>	<b>19,8</b>	<b>3,00</b>	<b>2,78</b>	<b>33,2</b>
Сорт	Yellow King	Yellow King	Moon of Nippon, Gold Standard	Philomele	Сюрприз	Gold Standard	John van Leeuwen	John van Leeuwen	Gay Paree
<b>Fф/F<sub>05</sub></b>	<b>1,79/2,01</b>	<b>27,7/2,01</b>	<b>8,65/2,01</b>	<b>7,10/2,01</b>	<b>27,45/2,01</b>	<b>14,73/2,01</b>	<b>119,36/2,01</b>	<b>28,81/2,01</b>	<b>24,45/2,01</b>
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>8,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>4,0</b>
<b>Источники вариации (p<sup>in</sup>, %)</b>									
<b>фактор (сорт)</b>		<b>96</b>	<b>89</b>	<b>87</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>96</b>
<b>случайные</b>		<b>4</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Примечание к таблице. I – значения признаков существенно превышают контроль (показатель лимита), II – отсутствие существенных различий между показателями у исследуемых сортов, III – значения признаков уступают контролю (показатель лимита).

В процессе исследований влияние сортовых особенностей на изменчивость рассматриваемых морфометрических характеристик установлено для всех показателей, за исключением высоты растений в 2017 году, где на 5 % уровне значимости эмпирическое значение критерия Фишера ниже стандартного (1,79 и 2,01 соответственно) (табл. 2).

Ориентируясь на принятые модельные параметры культиваров и значения зафиксированных в рамках исследуемой выборочной совокупности лимитов, выявлены группы сортов, сформировавшиеся на 5 % уровне значимости, как на основе отсутствия существенных статистических различий, так и на достоверных отличиях между культиварами (табл. 2). При этом в первом случае выбор любого из сортов внутри группы обеспечит практически идентичный результат, так как различия зафиксированных значений биометрических характеристик не подтверждены статистически. Во втором случае – установленная вариабельность исследуемых признаков детерминирована генетически (что следует из доминирования влияния генотипа в структуре их общей изменчивости) и фенотипические характеристики растений, использованных в составе цветочных композиций, будут зависеть от выбранного сорта. Отметим, что в контексте данной НИР интерес представляют обе выше названные группы сортов.

В процессе исследований установлено, что по высоте растений – одному из наиболее значимых количественных признаков, на основе выборки 2018 года наиболее низкорослые сорта ‘John van Leeuwen’, ‘Bu-Te’, ‘West Elcton’ достоверно отличаются на 5 % уровне значимости от культивара ‘Midnight Sun’, характеризующегося более крупным габитусом. При этом, отметим, что ориентируясь на зафиксированные в 2017 году абсолютные значения линейных размеров растений, можно выделить 3 сорта – ‘Rashoomon’, ‘Midnight Sun’ и ‘John van Leeuwen’, с минимальными показателями: 76,8; 96,7 и 97,4 см соответственно.

Как компонент цветников с доминированием сортов пиона травянистого интерес представляет наиболее сильнорослый, из изучаемых культиваров, сорт ‘Yellow King’, которому в составе данной выборочной совокупности принадлежит максимальный лимит по высоте растений (119,3 см). Он также характеризуется крупными размерами листьев (32,4 см – второй по величине абсолютный показатель выборки). Кроме того, отсутствие достоверных

на 5 % уровне значимости отличий отмечено между 'Yellow King' и 'Hit Parade' – сортом с относительно крупным габитусом. Таким образом, для обеспечения вариативности габитуальных характеристик в состав цветочной композиции на основе доминирования сортов пиона травянистого можно рекомендовать 5 культиваров: компактные 'John van Leeuwen', 'Bu-Te', 'Midnight Sun' и сильнорослые 'Yellow King' и 'Hit Parade'.

Эффективному отбору сортов с отсутствием полегания или значительного отклонения побегов от вертикального положения, способствует учет типа куста (табл. 2). В составе данной выборки лучше других сортов сохраняет форму куста 'John van Leeuwen', несколько хуже – 'Bu-Te' и 'Midnight Sun'. Из выше названных высокорослых культиваров по этому признаку 'Hit Parade' предпочтительнее, чем 'Yellow King'. Отметим также, что сорт 'John van Leeuwen' характеризуется высокой плотностью, поэтому прекрасно сохраняет форму цветка, что, соответственно, способствует поддержанию общей декоративности растений в фазу цветения.

Отсутствие существенных различий между большинством сортов из изучаемой выборки за оба года исследований выявлено по диаметру генеративного побега у основания. В 2018 году – группа культиваров с наибольшими из зафиксированных показателей составила 12 наименований: 'Moon of Nippon', 'Gold Standard', 'Yellow King', 'Bu-Te', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Breako' Day', 'Gay Paree', 'Philomele', 'Весенняя Песня' и 'Сюрприз'; в 2019 г. – 14 сортообразцов: 'Yellow King', 'Bu-Te', 'Midnight Sun', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Moon of Nippon', 'Gay Paree', 'Philomele', 'Gold Standard', 'Lotus Queen', 'West Elcton', 'Весенняя Песня' и 'Сюрприз'. Поэтому по рассматриваемому признаку из состава изучаемых сортов при проектировании композиций не желательно использовать 3 культивара – 'Mrs. Wilder Bankroff', 'Rashoomon' и 'Neon', по-видимому, характеризующиеся наиболее тонкими побегами.

Существенные на 05%-м уровне значимости статистические различия сортов в составе изучаемой выборки отмечены по характеристикам цветка, относящимся как к категории хозяйственно-ценных, так и декоративных признаков (Былов, 1978). В 2017 году по диаметру цветка у культиваров 'Cora Stubbs', 'Bu-Te', 'Gay Paree' и 'Весенняя Песня' показатели линейных размеров достоверно ниже, чем у более крупноцветковых 'Moon of Nippon', 'Mrs. Wilder Bankroff', 'Philomele' и 'Neon'. А в 2018 г. сорта 'Yellow King', 'Midnight Sun' и 'Lotus Queen' по этому признаку достоверно превысили показатели группы культиваров – 'Bu-Te', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Moon of Nippon', 'John van Leeuwen', 'Mrs. Wilder Bankroff', 'Gay Paree', 'Neon' и 'West Elcton'. По составляющим цветка между группами сортов также выявлены существенные на 5%-м уровне значимости статистические различия. Так, по соотношению диаметров цветка и зоны стаминодий 'Midnight Sun' и 'Breako' Day' достоверно превышают показатели культиваров 'Mrs. Wilder Bankroff', 'Bu-Te', 'Gay Paree', 'Philomele' и 'Весенняя Песня' (2017 г.), а 'Bu-Te' и 'Mrs. Wilder Bankroff' – 'Neon' и 'Lotus Queen' (2018 г.), что во второй год исследований объясняется очень низкими показателями культивара, формирующего группу. Однако указанный результат нельзя игнорировать, так как сильно отклоняющиеся варианты принадлежат к изучаемой выборочной совокупности (Зайцев, 1990).

В результате обобщения выше изложенных данных в рамках заданных оптимальных параметров цветка можно выделить группу сортов, перспективных, на наш взгляд, для использования в ландшафтных городских композициях. Это 8 культиваров: 'Bu-Te', 'Mrs. Wilder Bankroff', 'Cora Stubbs', 'Midnight Sun', 'Gay Paree', 'Philomele', 'Neon' и 'Весенняя Песня'. При этом в составе указанной группы сортов по комплексу декоративных характеристик цветка можно выделить 'Philomele', который отличается гармоничной трехцветной окраской и отличной формой цветка, приятным стойким ароматом. Отметим также сорт 'Cora Stubbs' – самый душистый, хорошо сохраняющий форму куста в течение всего периода цветения. Культивар 'Весенняя Песня' интенсивного типа; для реализации сортоспецифических характеристик может быть рекомендован в цветочных композициях в местах ограниченного использования.

Исследуемые сорта пиона травянистого значительно отличаются по линейным размерам листовой пластинки. Так, наиболее крупнолистный ‘Gay Paree’, характеризующийся достаточно большой надземной массой, существенно превышает на 5%-м уровне значимости показатели культиваров ‘John van Leeuwen’, ‘Lotus Queen’, ‘Gold Standard’ и ‘Весенняя Песня’. При этом между сортами ‘Gay Paree’, ‘Yellow King’ и ‘Cora Stubbs’ по данному количественному признаку достоверных различий не выявлено. Следовательно, с учетом заданных оптимальных параметров, из состава исследуемой выборки для использования в озеленении можно предложить 3 наиболее крупнолистных сорта: ‘Gay Paree’, ‘Yellow King’ и ‘Cora Stubbs’. При этом ‘Yellow King’ в составе данной выборки культиваров также отличается наибольшими размерами растений (табл. 2).

Отметим, что на основе анализа частоты встречаемости сортов в выделенных и рассмотренных выше группах полного соответствия заданным параметрам ни у одного из сортов-представителей исследуемой выборки за данный период исследований не обнаружено. Поэтому для использования в составе цветочных композиций, на наш взгляд, желательно рекомендовать сорта, которые сочетают наибольшее число приемлемых характеристик или, что, возможно, более целесообразно, рассматривать перспективные культивары по отдельным количественным признакам.

Для размещения на объектах общего пользования (скверах, бульварах, парках), в том числе, в центральной части города, предложены три варианта бордюра. Первый вариант (рис. 1 А) предполагает сочетание различных по окраске сортов *Paeonia* и *Hosta* ‘Guacamole’.

Второй вариант бордюра (рис. 1 В) состоит из двух сортов *Paeonia* с контрастной окраской цветков и *Geranium sanguineum* L.

Третий вариант бордюра (рис. 1 С) – монопосадка разных по габитусу сортов *Paeonia* с нюансной окраской цветков.

Для размещения на объектах общего пользования предложена рабатка двустороннего обзора (рис. 1 D).

Представленные на рис. 1 модельные варианты бордюров и рабатки можно использовать как самостоятельные композиции, а также в качестве одного из ритмичных элементов крупных цветников.

Для крупных городских объектов ландшафтной архитектуры (большие скверы, бульвары, парки, лесопарки) разработан модельный вариант многокомпонентного миксбордера (рис. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то, что травянистые представители рода *Paeonia* часто применяются в озеленении, не все садовые группы этой культуры одинаково приемлемы для использования на объектах ландшафтной архитектуры. Кроме того, в составе перспективных садовых групп, таких как пионы с японской формой цветка, существуют возможности отбора сортов с комплексом оптимальных (или близких к ним) биоморфологических характеристик.

По результатам настоящего исследования из состава коллекции представители рода *Paeonia* ЛДР ГБС РАН авторами предложены несколько перспективных сортов: ‘Bu-Te’, ‘Cora Stubbs’, ‘Gay Paree’, ‘Gold Standard’, ‘John van Leeuwen’, ‘Hit Parade’, ‘Midnight Sun’, ‘Yellow King’. С их использованием спроектированы 5 модельных вариантов цветочных композиций, которые рекомендованы для использования в озеленении крупных городов.

*Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 118021490111-5).*

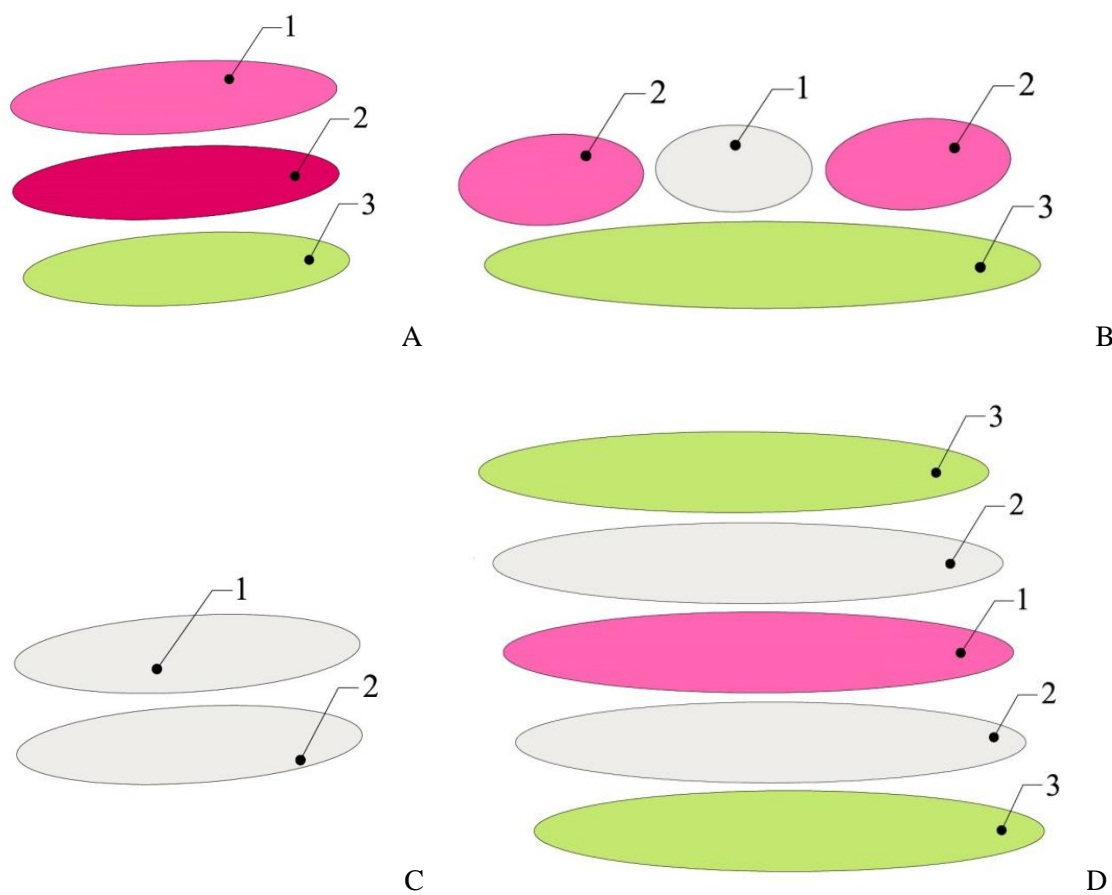


Рис. 1. Варианты бордюров и рабатка

А – Смешанная трехрядная посадка: 1 – *Paeonia* ‘Hit Parade’; 2 – *Paeonia* ‘Midnight Sum’; 3 – *Hosta* ‘Guacamole’. В – Смешанная трехрядная посадка: 1 – *Paeonia* ‘Gold Standard’; 2 – *Paeonia* ‘Gay Paree’; 3 – *Geranium sanguineum* L. С – Монопосадка: 1 – *Paeonia* ‘Yellow King’; 2 – *Paeonia* ‘Bu-Te’. D – Рабатка двустороннего обзора: 1 – *Paeonia* ‘Hit Parade’; 2 – *Paeonia* ‘John van Leeuwen’; 3 – *Hosta* ‘Brim Cup’.

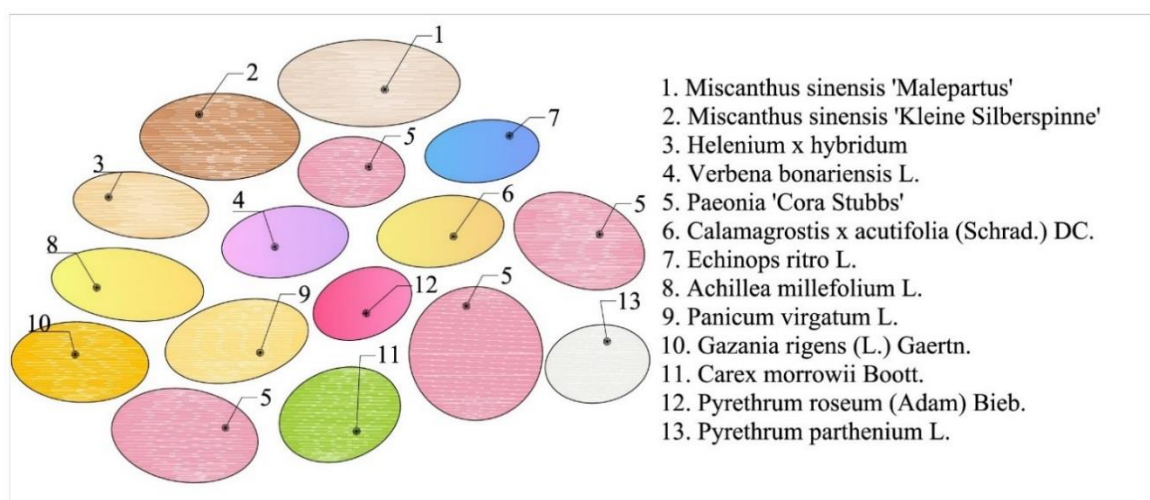


Рис. 2. Многокомпонентный миксбордер с использованием сортов *Paeonia*



## Список литературы

- Барыкина Р. Т., Гулянян Т. А. Онтоморфогенез некоторых травянистых представителей рода *Paeonia* L. // Вестник Московского университета. – 1976. – № 2. – С. 32–39.
- Бочкова И. Ю. Создаем красивый цветник. Принципы подбора растений. Основы проектирования – М.: Фитон+, 2007. – 240 с.
- Былов В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 7–32.
- Васильева М. Ю. Методические указания по первичному сортоизучению травянистого пиона. – Москва, 1972. – 26 с.
- Городец В. Ф. Интродукционное сортоизучение травянистых пионов // Интродукция и акклиматизация растений. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. – 1991. – Вып. 13. – С. 10–15.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Ефимов С. В. Методика комплексной оценки декоративности растений рода *Paeonia* L. для применения в озеленении // Вестник Нижегородского университета. Серия «Биология». – 2004. – Вып. 2 (8). – С. 170–181.
- Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 295 с.
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Пион (только для сортов травянистого пиона) (*Paeonia* L.) [Электронный ресурс]. – 2003. Режим доступа: <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html>.
- Миронова Л. Н., Реут А. А. Сортоизучение пионов в ботаническом саду города Уфы // Ботанические сады в современном мире. Теоретические и прикладные исследования. – КМК, 2011. – С. 554–557.
- Пидгайная Е. С., Репецкая А. И., Позднышева Е. С. Травянистые пионы для использования в озеленении в предгорном Крыму // Экосистемы. – 2015. – Вып. 2. – С. 58–67.
- Разумова Г. А. Агрэкологические основы культивирования сортов травянистых пионов в лесостепи Западной Сибири: дисс. ...на соиск. учен. степени канд. с./х. наук: спец. 06.01.09 Растениеводство, 03.00.16 Экология / Г. А. Разумова. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2006. – 155 с.
- Травянистые декоративные многолетники Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / [Отв. ред. А. С. Демидов]. – М.: Наука, 2009. – С. 165–200.
- Цветочно-декоративные травянистые растения (краткие итоги интродукции) / [Отв. ред. В. Н. Былов]. – М.: Наука, 1983. – 272 с.
- Шилов М. П., Димитриев А. В. Ботанические сады и ноосфера // Роль ботанических садов и дендропарков в импортозамещении растительной продукции: I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвящённая 50-летию создания Общественного совета по организации Чебоксарского ботанического сада (Чувашская республика, 2016), 25–27 марта 2016 г.: матер. – Чебоксары, 2016. – С. 8–22.

**Mamaeva N. A., Khokhlacheva J. F., Gusev A. V., Baranova E. K., D'yakova G. M. The possibility of using varieties of herbaceous peony with a Japanese flower shape for landscape architecture units // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 78–88.**

The paper presents result of the study of 18 varieties of herbaceous peony with a Japanese flower shape from the collection of the laboratory of ornamental plants of N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. The peony varieties were analyzed according to six biomorphological features that are important for selecting cultivars for landscape architecture units. The researchers assess the uniformity of varieties according to studied features and quantify how even these features are distributed across the tested varieties. It is proved that variation coefficients (obtained in the period of study) fall in the two classes: low (0–4 %) and medium (5–44 %). The influence of varietal characteristics on the variability of all considered morphometric features is established for 18 studied genotypes. Eight perspective varieties are offered for urban landscaping including: 'Bu-Te', 'Cora Stubs', 'Gay Paree', 'Gold Standard', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Midnight Sun', 'Yellow King'. Five model types of plant compositions based on these peony varieties are proposed to be used in various landscape architecture units.

**Key words:** N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, collection of the genus *Paeonia*, herbaceous peony varieties, biomorphological features of varieties, urban gardening, model flower compositions.

Проступила в редакцию 16.01.19

УДК 634.18: 631.576.2: 631.52

## Интродукция и селекция *Sorbus* (Rosaceae) в качестве пищевого растения в странах мира

Ренгартен Г. А.<sup>1</sup>, Сорокопудов В. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Киров, Россия

rengarten.g@gmail.com

<sup>2</sup> Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства

Москва, Россия

sorokopud2301@mail.ru

Интродукция рябины (*Sorbus* L.) в России имеет огромное значение, так обширно её видовое и сортовое разнообразие. Рябина достаточно распространённая плодовая культура в разных странах мира. В России преобладают сорта, полученные на основе *Sorbus aucuparia*: рябины невежинской и моравской. И только на юге России в Крыму доминируют сорта, полученные на основе *Sorbus domestica*, которые не дают практически жизнеспособного потомства или совсем не скрещиваются с другими видами рябины. В зарубежных странах селекцию с рябиной осуществляют специализированные питомники. Основным способом получения новых сортов до сих пор остаются искусственная гибридизация (межсортовая, отдалённая) и свободное опыление. В Госреестре селекционных достижений на 2018 год внесено 10 сортов селекции НИУ России за последние 50 лет. В настоящее время актуальна селекция рябины на крупноплодность, улучшение биохимического состава плодов, особенно селекция на низкорослость. Несмотря на ценный биохимический состав плодов рябины, по сравнению с ведущими промышленными плодовыми культурами, закладка её в промышленных садах имеет ограничение, что связано с тем, что большинство сортов и видов имеют большие объёмы кроны и высоту деревьев. Перспективно создание сортов интенсивного типа. Спрос в России на рябину медленно, но постепенно начинает расти, по сравнению с европейскими странами, где населением больше востребованы другие плоды садовых культур, такие как яблоки, груши, абрикосы и другие.

*Ключевые слова:* интродукция, селекция, *Sorbus domestica*, *Sorbus aucuparia*, рябина невежинская, рябина моравская.

### ВВЕДЕНИЕ

Род *Sorbus* L. относится к подсемейству Maloideae C. Weber семейства Rosaceae Juss. В настоящее время нет единого мнения по объёму рода. У разных авторов в его составе приводится от 70 до 250 видов (Недолужко, 1996; Встовская, Коропачинский, 2003; Lingdi, Srongberg, 2003). Рябина возделывается более 2500 лет. Интродукция рябины в Россию имеет огромное значение, так как обширно её видовое и сортовое разнообразие. Рябина достаточно распространённая плодовая культура в разных странах мира (Куминов, Жидехина, 2003). В России преобладают сорта, полученные на основе рябины Невежинской и Моравской. И только на юге России в Крыму выращиваются сорта, полученные на основе рябины домашней, которые не дают практически жизнеспособного потомства (от гибридизации с другими видами рябины) или совсем не скрещиваются с другими видами рябины (Москвитин, 1997). В зарубежных странах селекцию с рябиной осуществляют специализированные питомники. Основным способом получения новых сортов до сих пор остаются – искусственная гибридизация (межсортовая, отдалённая) и свободное опыление (Асбаганов, 2014, 2016). В современном садоводстве важным направлением является адаптивность, которое предполагает такое ведение отрасли, в котором на первый план выходит стабильное ежегодное плодоношение. Основное направление строится на внедрении культур и сортов, максимально соответствующих местным экологическим условиям, уровню производства, требованиям охраны окружающей среды. Являясь относительно неприхотливой, высокопродуктивной культурой, имеющей огромное народно-хозяйственное значение, рябина во многом удовлетворяет этим требованиям. Следует учесть, что она способна

произрастать в различных почвенно-климатических условиях, слабо повреждается вредителями и поражается болезнями, следовательно, при ее выращивании отсутствует пестицидная нагрузка на окружающий агроландшафт.

Цель работы – выявить при интродукции перспективные виды и сорта рябины с комплексом хозяйственно-ценных признаков для использования в селекционной практике.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в условиях Российской Федерации, используя литературные данные по интродукции и изучению видов рода *Sorbus L.* Биохимический анализ плодов рябины проводился в лабораторных условиях согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Ермаков и др., 1987; Орёл, 1999).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Исторические аспекты интродукции и селекции рябины.** Наиболее раннее возделывание относится к *Sorbus domestica L.*, которая известна в культуре ещё с Древней Греции начиная с 4 в до н. э. Плоды *S. domestica* крупные, масса может составлять 15–20 г у отборных форм до 30 г. Однако её плодам необходим режим хранения после сбора. Только при хранении после сбора при пониженных плюсовых температурах её плоды становятся приятными на вкус. Способна к регулярному плодоношению, и имеет высокую продуктивность 100–300 (до 1000) кг плодов с взрослого дерева.

Основная проблема, которая ограничивает распространение этого вида – недостаточная устойчивость к морозам, известно, что основные регионы её возделывания это районы: Северный Кавказ, Крым, Украина (Закарпатье, южные области). К отрицательным показателям *S. domestica* следует отнести её высокорослость, позднее плодоношение, неспособность скрещиваться с другими видами рябины. Имеются данные о существовании межвидового гибрида полученного на основе *S. domestica* (домашняя × утёсная) сорт Signalman (Чернобай, 2016).

Селекционная работа с *S. domestica* ведётся в России, на Украине, Сербии, Италии и Британии (табл. 1). Существует программа EUFORGEN, которая проводится Международным институтом генетических ресурсов растений по сохранению *S. domestica*.

В Австрии, Германии, Франции, Чехии, Швейцарии, Болгарии, Венгрии, Испании, Италии, Сербии, Словакии из местных популяций были отобраны десятки перспективных образцов *S. domestica*, которые были сохранены, как источник ценного генетического материала. Вид *S. domestica* подразделяют на два типа: яблочковидный (*pomifera, maliformis*) и грушевидный (*pyrifera, pyrifomis*).

В Сербии из местной популяции были выделены наиболее продуктивные, крупноплодные формы *S. domestica* – Горнья Трепца (*Gornja Trepca*), Лозница-2 (*Loznica-2*), Парменац (*Parmenac*), Топола (*Topola*). На Украине путём отбора из местной популяции выделили образцы с массой плодов 15–18 г. В Никитском ботаническом саду собрано более 50 местных крымских образцов, некоторым из них даны названия: Лимонная, Малореченская, Обильная, Рубиновая, Сочная, Таврида. На Украине (Артемовская опытная станция питомниководства) получены сорта рябины домашней – Румяная Грушка и Румяное Яблочко. В Киевском национальном ботаническом саду в результате отбора из коллекции отобрали перспективную форму рябины домашней (Чернобай, 2016).

Другой вид рябины обыкновенная из-за горького вкуса плодов долго не вводилась в культуру, употребление её плодов возможно только после промораживания или переработки (вино, соус, варенье). В настоящее время она также находит пищевое применение (Шевченко, Барайшук, 2016).

В России (Владимирская область, селения Нежежино, Андреевское, Абабурово) среди местной популяции была найдена сладкоплодная форма обыкновенной рябины, давшая

впоследствии дорогу новому сорту Невежинская. На основе невежинской рябины под влиянием народной селекции были отобраны её сладкоплодные формы, давшие названия сортам Кубовая, Желтая и Красная (Асбаганов, 2013).

Таблица 1

Эколого-географическое и генетическое происхождение сортов *Sorbus*

№	Сорт	Страна
1	2	3
Сорта, полученные на основе рябины домашней ( <i>S. domestica</i> )		
1	Горнья Трещца (Gornja Терса)	Сербия
2	Лозница-2 (Loznica-2)	
3	Парменац (Parmenac)	
4	Топола (Topola)	
1	Лимонная	Россия
2	Малореченская	
3	Обильная	
4	Рубиновая	
5	Сочная	
6	Таврида	
1	Барвинок 1	Украина
2	Барвинок 2	
3	Всеслава	
4	Ботсадовская	
5	Карадагская	
6	Медведивская	
7	Румяное яблочко	
8	Румяная грушка	
1	Сорбо аутуннале ( <i>Sorbo autumnale</i> )	Италия
2	Сорбо-мелаоттобрина ( <i>Sorbo-melaottobrina</i> )	
3	Сорбо-пера Маджоре Сеттембринна ( <i>Sorbo-pera Maggiore Settembrina</i> )	
1	Сигналман (Signalman)	Великобритания
Сорта, полученные на основе рябины обыкновенной ( <i>S. domestica</i> ), невежинской, моравской		
1	Дочь кубовой (Солнечная)	Россия
2	Ангри	
3	Бусинка	
4	Вефед	
5	Желтая (Невежинская желтая, Пресная)	
6	Красная (Невежинская красная)	
7	Сахарная (Невежинская сахарная)	
8	Кубовая (Невежинская кубовая)	
9	Крупноплодная (Невежинская крупноплодная)	
10	Невежинская (отбор из популяции рябины обыкновенной)	
11	Рубиновая (рябина обыкн. × груша)	
12	Бурка (рябина обыкн. с арония черноплодная)	
13	Красавица (рябина обыкн. × груша)	
14	Ликерная (Ivan's beauty) рябина обыкн. с аронией черноплодной	
15	Гранатная (Ivan's belle) рябина обыкн. × боярышник кроваво-красный	
16	Алая крупная (элита №10) рябина обыкн. смесь пыльцы рябина Моравской и груши	
17	Мичуринская десертная (десертная), (рябина Титан × мушмула германская)	
18	Титан (сеянец от свободного опыления сорта Бурка)	
19	Сорбинка (популяция рябина моравской)	

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
1	Байснер (beissneri, Dulcis laciniata)	Германия
2	Концентра (Konzentra)	
3	Розина (Rosina)	
4	Россика (Rossica, Российская, Русская)	
5	Россика Майор (Rossica major, Российская крупноплодная, Русская крупноплодная)	
6	Эдулис (Edulis, Dulcis, Moravica)	
1	Всеслава (сеянец от свободного опыления сорта Бурка)	Украина
2	Моравская урожайная	
1	Моравская	Чехия

В Чехии (район Моравии, Судетские горы) в начале XIX века были отобраны естественные мутантные сеянцы рябины обыкновенной без горечи плодов, кисло-сладкого вкуса, появилась рябина моравская и её сорт Эдулис, который обнаружили в 1810 году в горах Альтватер (Моравия). Позднее в 1899 году отобрали ещё один сладкоплодный образец, который дал начало новому сорту Байснер.

В немецкой фирме Шпета с 1898 началось размножение двух сортов полученных на основе моравской рябины – Россика и Россика Майор, которые отличались от моравской рябины размером плодов, больше чем в полтора раза.

Также отобраны крупноплодные сорта Розина и Концентра в 50-х годах XX века в Германии в Институте селекции плодовых культур Дрезден-Пильниц. Селекция с моравской рябиной проводится в Плодово-ягодном институте в Драждянах в Чехии.

Основной недостаток, который есть у Невежинской и Моравской рябины – сильнорослость, что затрудняет уход: обрезку и сбор плодов, обработку от вредителей и болезней. Возможно, именно этот фактор является причиной слабого промышленного возделывания этих рябин (Поплавская, 2003).

Следует отметить, что в Госреестре (2018) зарегистрировано 10 сортов красноплодной рябины, полученных в результате селекции Невежинской, Моравской и обыкновенной рябины с другими видами семечковых культур: арония, боярышник, груша, мушмула. Благодаря использованию рябины обыкновенной И. В. Мичурин впервые в России получил отдалённые гибриды с аронией, боярышником, мушмулой, яблоней, грушей. Среди полученных отдалённых гибридов некоторые впоследствии стали сортами: Ликерная, Бурка, Гранатная, Мичуринская десертная. Позднее племянница И. В. Мичурина – А. С. Тихонова выделила еще четыре сорта Красавица и Рубиновая, Титан и Алая крупная (Хромов, 2015; Шевченко, Барайщук, 2016).

Е. М. Петров в 1957 среди популяции сеянцев рябины Невежинской выделил два сорта Крупноплодную и Сахарную. Спрос на сорта рябины в частном секторе неуклонно растёт. Известно, что в 2014 году в России заложено несколько гектаров сортовой рябины (Хромов, 2015).

Т. К. Поплавской в 1976 году в ЦГЛ им. И. В. Мичурина была создана одна из крупнейших в России генетических коллекций рябины, на основе которой были выведены новые сорта (Поплавская, 2006). Вопросами интродукции и селекции рябины продолжают заниматься в ВИРе (Хромов, 2015).

Я. Ф. Ковалевым на Украине впервые получен отдалённый гибрид между рябиной бузинолистной и аронией черноплодной (Асбаганов, 2008).

В Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН так же получены уникальные отдалённые гибриды рябины и создана крупнейшая коллекция – 39 видов, 175 разновидностей, 17 сортов, 22 межвидовых и 4 межродовых гибрида (Асбаганов, 2013, 2014, 2016).

**Биохимические исследования плодов рябины.** Плоды рябины являются незаменимой составной частью качественного рационального питания, обеспечивают здоровье человека. В

них содержатся легкоусвояемые сахара, органические кислоты, микроэлементы, витамины, ферменты и другие биологически активные вещества, которые обладают профилактическими и лечебными свойствами (Соколова, 1983). Исследования, проведенные в Центральной генетической лаборатории им. И. В. Мичурина под руководством академика РАН Н. И. Савельева (2004) показали, что виды и сорта рябины обладают уникальным комплексным набором различных биологически активных веществ и могут использоваться в питании и для селекции на улучшение биохимического состава (табл. 2).

**Сортимент рябины за рубежом.** В зарубежных странах выращивают сорта, которые относятся к другим из перечисленных видов:

- к рябине ольхолистной (*S. alnifolia*, Siebold et Zucc.) К. Koch – сорт Редберд (Redbird);
- к рябине американской (*S. americana* Marsh.) – Бельмонте (Belmonte);
- к рябине смешанной (*S. commixta* Koehne) – Серотина (Serotina), Эмбли (Embley) и Этелс Голд (Ethel's Gold);
- к рябине двухцветной (*S. discolor* (Maxim.) Maxim.) – Карпет оф Голд (Carpet of Gold);
- к рябине Фолгнера (*S. folgneri* (C.K. Schneid.) Rend.) – Лемон Дроп (Lemon Drop);
- к рябине Хубейской (*S. hupehensis* C.K. Schneid.) – Корал Файр (Coral Fire), Новембер Пинк (November Pink) и Руфус (Rufus);
- к рябине замечательной (*S. insignis* (Hook.f.) Hedl.) – Беллона (Bellona) и Гоус (Ghose);
- к рябине Похуашанской (*S. pohuashanensis* (Hance) Hedl.) – Пагода Ред (Pagoda Red) и Чайниз Лэйс (Chinese Lace);
- к рябине потериелистной (*S. poteriifolia* Hort., not Hand. Mazz.) – Лаундс (Lowndes), Макларен (McLaren);
- к рябине Пратта (*S. prattii* Koehne) – Иолус (Aeolus);
- к рябине рыже-ржавой (*S. rufo-ferruginea* (C.K. Schneid.) C.K. Schneid.) – Лонгвуд Сансет (Longwood Sunset);
- к рябине Вильморена (*S. vilmoriniana* C.K. Schneid.) – Перли Кинг (Pearly King);
- к рябине обыкновенной (*S. aucuparia* L.) – Джозеф Рок (Joseph Rock).

Во Франции и Сербии с участием отдалённой гибридизации рябины и груши получены новые гибриды: Бульбиформис (Bulbiformis, Malifolia) – плоды диаметром около 5 см, сладкие, темно-желтые (Франция), Шипова (Shipova, Smokvarka) – желтые, с оранжево-красным румянцем, ароматные, с крупными сладкими плодами (Сербия). В России по данным Т. К. Поплавской (2003) актуальным направлением в селекции рябины являются: повышение экологической приспособленности растений к различным регионам, улучшение вкуса плодов, повышение содержания в них витамина С и Р-активных веществ, каротиноидов, микроэлементов и неспецифических веществ для фармакологии.

Также важно получение крупноплодных форм с массой плодов более 2 г и более, создание самоплодных форм, устойчивых к ржавчине и плодовой гнили, имеющих сдержанный рост.

**Селекционные аспекты по культуре рябины.** Для решения селекционных программ рекомендуются приведенные ниже доноры и источники хозяйственно-ценных признаков (Поплавская, 2006).

Доноры:

- 1) максимальной морозостойкости: Алая Крупная, Титан;
- 2) без терпкости в плодах: Дочь Кубовой, Сорбинка, Вефед, отборная форма рябины бузинолистной;
- 3) крупной массы плода: Красавица, отборная форма рябины моравской;
- 4) низкорослости: Бурка, Десертная, рябины бузинолистная;
- 5) высокого содержания витамина С: Сорбинка, Бусинка, Вефед, Дочь Кубовой, *S. sambucifolia*;
- 6) раннего вступления в плодоношение: Десертная.

Источники:

- 1) высокой устойчивости к экстремальным факторам внешней среды: Титан, Бурка, Алая Крупная, *S. matsumurana*, *S. rufo-ferruginea*;

Биохимический состав плодов рябины по (Савельев и др., 2004)

Название	Растворимые сухие вещества, %	Сахара (сумма), %	Титруемая кислотность, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Катехины, мг/100 г	Каротин, мг/100 г
Сорта						
Алая крупная	18,5–23,6	7,9–9,2	2,01–3,7	13,6–63,7	148–638	4,5–9,2
Ангри	22,1–26,2	10,4	1,88–2,79	52,4–60,7	92–106	4,0–5,5
Бурка	18,5–24,5	7,2–9,4	0,94–1,13	18,5–33,7	638–1760	2,9
Вефед	24,4	8,8	3,22	55,4	142	2,1
Гранатная	17,0–25,8	6,0–8,9	1,1–1,66	16,7–57,7	238–1572	2,4–12,5
Десертная	16,8–27,8	8,2–11,5	0,75–1,40	19,5–33,0	206–622	3,8–7,1
Красавица	15,9–18,8	5,7–13,6	1,53–1,93	22,5–42,7	252–352	3,5–10,6
Рубиновая	18,3–22,0	7,7–12,5	1,15–1,39	17,6–21,7	630–1190	5,1
Сорбинка	18,0–23,2	7,6–10,1	2,28–2,9	51,0–105,6	54–96	1,69
Титан	16,2–24,6	5,4–14,2	0,91–2,69	5,3–47,2	118–930	4,1–10,3
Виды						
Моравская ( <i>S. aucuparia</i> var. <i>morawica</i> Lengerl.)	15,8–27,0	7,1–13,9	1,9–2,55	47,5–157,5	140–392	5,4–9,7
Невежинская ( <i>S. aucuparia</i> var. <i>rossica</i> Spath.)	17,6–28,5	9,6–11,6	1,26–2,36	43,5–80,2	146–266	4,9–7,7
Бузинолистная ( <i>S. sambucifolia</i> (Cham. et Schlehend.)	16,9–25,5	2,8–5,6	1,69–2,79	89,8–275,0	656–1950	5,0–12,7
Дуболистная (ложнотюрингская) ( <i>S. pseudothuringiana</i> Dull.	20,5–26,9	9,7–19,0	0,59–0,67	16,5–34,6	186–630	7,2
Кене ( <i>S. koeneana</i> Sneid.)	15,8–21,4	2,9–7,8	2,28–3,08	104,2–211,5	320–870	0,8–2,3
Матсумуры ( <i>S. matsumurana</i> (Mak.) Koehne.)	18,7–21,9	4,8–5,8	1,15–1,63	51,0–75,0	58–226	4,8–9,7
Ольхолистная	20,4–23,1	7,8–10,1	0,59–1,39	12,0–63,0	100–730	4,2
Пекинская ( <i>S. pekinensis</i> Koehne.)	25,3–29,2	5,0–13,0	3,08–3,43	166,5–211,5	68–212	2,6–7,0
Финская ( <i>S. fennica</i> Fries.)	17,8–23,8	6,7–12,8	0,59–0,91	18,7–50,4	305–840	4,7–9,1
Эссерто ( <i>S. esserteaiana</i> Koehne.)	17,7–25,4	5,8–12,3	2,06–3,10	60,7–213,7	232–570	4,3–9,5

2) высокого качества свежей и технологически переработанной продукции: Сорбинка, Бусинка, Дочь Кубовой, Вефед, Алая Крупная, Титан;

3) высокой комплексной витаминности (витамин С, Р-активные катехины и провитамин А): Алая Крупная, Титан, отборная форма рябина моравской, *S. sambucifolia*;

4) высокой самоплодности: Десертная, Рубиновая, рябина дуболистная, рябина финская, некоторые отборные формы рябины невежинской.

**Обсуждение.** Для улучшения сортимента рябины необходимо, вовлечение в геноплазму других видов рябины, например рябину гибридную, приземистую, промежуточную, тюрингскую, Хоста, в которых отсутствует горечь и имеется ряд ценных хозяйственных признаков. Для северных регионов актуально использование в селекции *S. sambucifolia*, за

счёт высокой зимостойкости, низкорослости, высокого содержания биологически активных веществ и отсутствия терпкости в плодах.

Для селекции на крупноплодность целесообразно использовать вид – рябину гигантоплодную (*S. megalocarpa* Rehd.), из секции *Micromeles* подрода *Aria* (Западный Китай, провинция Сычуань) с плодами диаметром до 2 см, длиной до 3,5 см, яйцевидной формы, ржаво-коричневые цвета. Имеются сведения, что она зимостойка только в условиях атлантического климата. Можно использовать ещё два вида рябины: рябина шерстистая (*S. lanata* (D. Don) Schauer) с грушевидными красными плодами до 3 см в диаметре и рябина одетая (*S. vestita* (Wall. ex G. Don) Lodd. (syn. *S. cuspidata* (Spach) Hedl.) с шаровидными темно-красными плодами до 2 см в диаметре (оба вида произрастают в Гималаях. Рябины из подрода *Aria* не горчат и имеют плоды крупнее, по сравнению с рябиной обыкновенной).

Сладкоплодные формы и сорта рябины обыкновенной выращивают в Центральной и Восточной Европе, США. Однако, несмотря на ценный биохимический состав плодов, сорта плодовой рябины в европейских странах маловостребованы, по сравнению с другими фруктами, даже несмотря на богатый спектр биохимического состава.

## ВЫВОДЫ

1. В селекционных программах рекомендуются использовать доноры и источники хозяйственно-ценных признаков.

Доноры: максимальной морозостойкости: Алая Крупная, Титан; отсутствия терпкости в плодах: Дочь Кубовой, Сорбинка, Вефед, отборная форма рябины бузинолистной; крупной массы плода: Красавица, отборная форма рябины моравской; низкорослости: Бурка, Десертная, рябина бузинолистная; высокого содержания витамина С: Сорбинка, Бусинка, Вефед, Дочь Кубовой, *S. sambucifolia*; раннего вступления в плодоношение: Десертная.

Источники: высокой устойчивости к экстремальным факторам внешней среды: Титан, Бурка, Алая Крупная, *S. matsumurana*, *S. rufo-ferruginea*;

высокого качества свежей и технологически переработанной продукции: Сорбинка, Бусинка, Дочь Кубовой, Вефед, Алая Крупная, Титан;

высокой комплексной витаминности (витамин С, Р-активные катехины и провитамин А): Алая Крупная, Титан, отборная форма рябины моравской, *S. sambucifolia*;

высокой самоплодности: Десертная, Рубиновая, рябина дуболистная, рябина финская, некоторые отборные формы рябины невежинской.

2. С целью улучшения сортимента рябины необходимо, вовлечение в геноплазму других видов рябины: рябину гибридную, приземистую, промежуточную, тюрингскую, Хоста, в плодах которых отсутствует горечь и имеется ряд ценных хозяйственных признаков.

3. Для северных регионов актуально использование в селекции *S. sambucifolia*, для повышения зимостойкости, низкорослости, высокого содержания биологически активных веществ и отсутствия терпкости в плодах.

4. В селекции на крупноплодность целесообразно использовать рябину гигантоплодную – *S. megalocarpa* Rehd., из секции *Micromeles* подрода *Aria*, рябину шерстистую – *S. lanata* (D. Don) Schauer и рябину одетую – *S. vestita* (Wall. ex G. Don) Lodd. (syn. *S. cuspidata* (Spach) Hedl.).

## Список литературы

Асбаганов С. В. Биологические основы интродукции рябины (*Sorbus* L.) в Западной Сибири: автореф. дис. ... на соиск. учён. степени канд. биол. наук. – Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2014. – 17 с.

Асбаганов С. В. Генофонд и селекция рябины (*Sorbus* L.) в Западной Сибири // Генофонд и селекция растений: тезисы докладов II международной конференции, посвященной 80-летию СИБНИИРС. – Новосибирск, 2016. – С. 11.

Асбаганов С. В. Перспективы интродукции рябины бузинолистной в Западной Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2008. – Вып. 184. – С. 49–56.



- Асбаганов С. В. Рябина // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири (тематич. сб. науч. тр) [Ред. колл. И. Ю. Коропачинский и др.]. – Новосибирск, –2013. –С. 61–85.
- Встовская Т. Н., Коропачинский И. Ю. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада. – Новосибирск.: Изд-во СО РАН, 2005. –456 с.
- Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимических исследований растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
- Куминов Е. П., Жидехина Т. В. Введение в культуру дикорастущих плодовых растений // Нетрадиционные сельскохозяйственные, лекарственные и декоративные растения. 2003. – № 1. – С. 44–60.
- Москвитин С. А. Особенности вегетации и продуктивность интродуцированных рябин (*Sorbus* L.) в условиях Краснодарского края: дис. ... на соиск. учён. степ. канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. – Краснодар: НИИ прикладной экологии Кубанского ГАУ, 1997. – 129 с.
- Савельев Н. И., Леонченко В. Г., Макаров В. Н. и др. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки. – Мичуринск: ВНИИГиСПР, 2004. – 124 с.
- Соколова С. М., Петрова И. П. Динамика накопления питательных веществ при созревании плодов рябины // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1983. – Вып. 127. – С 47–51.
- Недолужко В. А. Род 7. Рябина – *Sorbus* L. / [Отв. ред. С. С. Харкевич]. – СПб.: Наука, 1996. –Т. 8. – С. 141–145.
- Поплавская Т. К. Селекция и внедрение новых сортов рябины в садоводство России. – Пермь: Перм. кн. изд-во, 2006. –152 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / [Ред. Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова]. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
- Хромов Н. В. Комплексная оценка сортов рябины (*S. aucuparia*) в условиях Тамбовской области // Селекция и сорторазведение садовых культур (сб. науч. тр., посвящ. 170-летию ВНИИСПК). – 2015. – С. 222–224.
- Чернобай И. Г. Коллекция генофонда *S. domestica* L. в Никитском ботаническом саду // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: VI Междунар. науч.-практич. конф., 20–25 июня 2016 г.: матер. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 287–290.
- Шевченко Н. Ю., Барайщук Г. В. Сортовое разнообразие растений рода *Sorbus* // Состояние и перспективы развития садоводства в Сибири (сб. науч. тр., II Национальной научно-практической конференции посвященной 85-летию плодового сада Омского ГАУ имени профессора А. Д. Кизюрина). – Омск, 2016. – С. 201–204.
- Lingdi L., Spongberg S. A. Genus *Sorbus* // Flora of China. – 2003. – Vol. 9. – P. 144–170.

**Rengarten G. A., Sorokopudov V. N. Introduction and selection of *Sorbus* as a food plant in countries of the world // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 89–96.**

Introduction of the rowan in Russia is of great importance as it has extensive species and cultivar diversity. The rowan is a fairly common fruit crop in different countries of the world. The rowan cultivars selected from *Sorbus aucuparia* dominate in Russia: Rowan Nevezhinskaya and Moravian. In the South of Russia in Crimea exclusively dominate the varieties selected from *Sorbus domestica* which does not give viable offsprings or does not cross-breeds with other species of rowans. In foreign countries selection of the rowan is carried out in specialized nurseries. The main way of selecting new varieties still are artificial hybridization (intervarietal, distant) and open pollination. In 2018 State Register of Selective Breeding Achievements registered 10 varieties developed in National Research Universities of the Russian Federation during last 50 years. Currently, it is important to select a rowan for large fruit, improved biochemical composition of fruit, and especially for stunting. Despite the valuable biochemical composition of rowan fruits compared to leading industrial fruit crops, planting rowans in commercial orchards is limited as most of varieties and species are high and have large treetops. It is perspective to select varieties of intensive type. Demand for the rowan begins to grow slowly but gradually in Russia in comparison with European countries, where there is higher demand for othr fruits of garden crops, such as apples, pears, apricots.

*Key words:* introduction, selection, *Sorbus domestica* L., *Sorbus aucuparia* L., Rowan Neveginskaya, Rowan Moravian.

Поступила в редакцию 25.02.19

УДК 632.95:631.46

## Влияние биопестицидов на комплексы почвенных микромицетов в агроценозах

Колесникова И. Я.<sup>1</sup>, Воронин Л. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ярославская государственная сельскохозяйственная академия  
Ярославль, Россия

<sup>2</sup> Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского  
Ярославль, Россия  
kolesnikova\_iy@mail.ru, voroninlfungi@mail.ru

Исследовано воздействие интенсивных фонов минерального питания и применения биопестицидов на почвенную микобиоту агроценозов в условиях дерново-подзолистой почвы Ярославской области. На делянках, засеянных ячменем, применяли биопестициды Фитотрикс и Фитотонус, два варианта дозы минеральных удобрений. Вычисляли численность и индекс значимости (ИЗ) грибов на уровне рода (как сумму относительной частоты встречаемости и относительной массовости). При обработке семян ячменя перед посевом биопрепаратами численность почвенных грибов снижалась. Комплексы грибов включали 2 рода из отдела Zygomycota и 6 родов мицелиальных анаморфных грибов из отдела Ascomycota. Отмечено, что применение удобрений и биопестицидов не приводят к кардинальной перестройке структуры комплексов микромицетов. Основными доминантами остаются представители родов *Rhizopus* и *Penicillium*. В вариантах с применением биопестицидов в комплексах снижается ИЗ важных грибов-гидролитиков из родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma* и других. В то же время подавляется развитие грибов, штаммы которых могут проявить патогенность для ячменя (прежде всего, представители рода *Fusarium*). Статистически значимый прирост урожая по сравнению с контролем получен только при внесении комплексного минерального удобрения в дозе N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> с одновременной обработкой семян биопестицидами – как Фитотонусом, так и Фитотриksom. Наблюдаемые изменения в комплексах почвенных микроскопических грибов свидетельствуют о том, что использованные агроприемы – это мощный антропогенный фактор, влияющий на таксономический состав и численность микромицетов. При планировании применения тех или иных систем защиты растений от болезней следует учитывать результативность применения биопестицидов, являющихся альтернативой химическим препаратам и экологически безопасными.

*Ключевые слова:* биопестициды, минеральные удобрения, почвенные микромицеты, фитопатогены, агроценозы.

### ВВЕДЕНИЕ

Почва – это среда обитания огромного количества различных групп организмов, важное место среди которых занимают микроскопические грибы. Они доминируют и в дерново-подзолистых пахотных почвах независимо от способа обработки почвы и системы удобрений (Колесникова, Воронин, 2011; Воронин, Колесникова, 2012, 2013). Опыт сельского хозяйства показывает, что микробиологические процессы разложения органических веществ (за счет деятельности бактерий и микромицетов) резко интенсифицируются, убыстряя круговорот биогенных элементов, что до определенных пределов может рассматриваться как положительное явление. Интенсификация процессов, осуществляемых почвенными микроорганизмами, при создании соответствующих условий, достигается довольно легко. Однако такого рода интенсификация в связи с хозяйственной деятельностью человека часто оказывается вредной. Происходит чрезмерно быстрое разрушение органического вещества, превращение внесенных азотных удобрений в нитраты с последующим их вымыванием в грунтовые воды и реки, развитие процесса денитрификации, приводящего к газообразным потерям азота (Звягинцев и др., 2005).

Согласно современным представлениям, микробиологический (включая микромицеты) мониторинг относится к приоритетным направлениям контроля качества окружающей среды (Терехова, 2007). В Ярославской области для дерново-подзолистых почв использование почвенных микромицетов в качестве параметра мониторинга состояния пахотных земель при

воздействии на них различных агроприемов началось сравнительно недавно, что делает данные исследования актуальными (Колесникова, 2014, 2016).

Состав и структура комплексов микромицетов пахотных почв существенно отличаются от комплексов грибов в ненарушенных экосистемах лесной зоны. Различные системы обработки почвы являются мощным антропогенным фактором, нарушающим формирование полночленных комплексов грибов, их вертикальную структуру и протекание сукцессий. Происходит вспышка численности быстрорастущих микромицетов, способных утилизировать органические добавки, но при этом может подавляться развитие грибов, характерных для более поздних этапов сукцессии, и снижаться их видовое разнообразие (Воронин, Колесникова, 2012). Положительно оценивается применение микробиологических препаратов для решения проблем деградации структуры почвенной микробиоты, связанной с избыточной химической нагрузкой на агроландшафты, появлением новых резистентных к химическим пестицидам болезней и вредителей культурных растений, низкой эффективностью высоких доз минеральных удобрений (Петров, Чеботарь, 2011). Однако очень мало известно о влиянии пестицидов и фунгицидов, применяемых в земледелии различных групп, на типичную для природной зоны и типов почв микробиоту, в частности, на численность и таксономический состав грибов (Воронин, Колесникова, 2013).

В связи с этим целью настоящих исследований явилось изучение воздействия интенсивных фонов минерального питания и применения биопестицидов на микробиоту дерново-подзолистой почвы в условиях Ярославской области Нечерноземной зоны РФ.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Ярославская область относится к северу лесной зоны с суммой положительных температур 1800–1900 °С. Климат области умеренно континентальный, с умеренно влажным летом, умеренно-холодной зимой и четко выраженными сезонами весны и осени. Сумма осадков за период с температурой выше 10 °С составляет 250–300 мм. Безморозный период длится 125 дней. Около 60 % осадков выпадает в теплое время года с апреля по октябрь. Первый снежный покров отмечается в третьей декаде октября, а устойчивый 22–26 ноября.

Исследования проводились в вегетационный период 2016 года на опытном поле ЯГСХА (Бекренево, Ярославского района). Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая глееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. Предшественником ячменя были однолетние травы ( вико-овсяная смесь). Осенью производили уравнительную вспашку, весной после чистого пара засеяли делянки ячменем сорта «Нур».

В 2016 году условия для появления всходов ярового ячменя были в основном благоприятными: почва была хорошо прогрета (средняя температура почвы на глубине 10 см в первой и второй декадах мая составляла 11–16 °С, а в третьей декаде мая была еще выше 17–19 °С), увлажнение было достаточным. Запасы продуктивной влаги пахотного слоя почвы составляли в основном 35–50 мм, то есть были близки к оптимальным. Всходы ярового ячменя появились преимущественно через 6–11 дней после посева. Начальный период роста и кущения проходил в условиях пониженного температурного режима и достаточной влагообеспеченности. В критический по отношению к влаге период развития (от выхода в трубку до колошения) влагообеспеченность посевов оставалась хорошей. Запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы составляли в основном 85–125 мм, лишь местами они были менее 60 мм. Колошение (выметывание) ранних яровых зерновых культур, посеянных в первой половине мая, началось в последних числах третьей декады июня. Агрометеорологические условия в июле для роста и формирования зерна были в целом благоприятны. Теплая погода и достаточная влагообеспеченность (запасы продуктивной влаги полуметрового слоя почвы составляли 60–80 мм и более) способствовали интенсивному росту ярового ячменя.

Площадь опытного участка 0,2 га, площадь элементарной делянки 32 м<sup>2</sup>. Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная.

Почвенные микромицеты изучались на делянках с использованием следующих агроприемов:

Фактор А: Система удобрений «У».

1. Без удобрений, «У<sub>1</sub>».
2. N<sub>60</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>, (доза минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую урожайность 25 ц/га), «У<sub>2</sub>».
3. N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, (доза минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую урожайность 35 ц/га), «У<sub>3</sub>».

Фактор В: Система защиты растений «Б».

1. Без биопестицида «Б<sub>0</sub>».
2. Биопестицид «Фитотрикс», «Б<sub>1</sub>».
3. Биопестицид «Фитотонус», «Б<sub>2</sub>».

Использованные биопестициды имели следующие характеристики.

Фитотонус – предназначен для защиты озимой пшеницы, ржи, тритикале, яровой пшеницы и ячменя, зернобобовых, картофеля, столовой и сахарной свеклы, подсолнечника, риса, хлопчатника, табака, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур от комплекса грибных и бактериальных болезней. Фитотонус эффективен против широкого спектра грибных и бактериальных заболеваний. Действующее вещество *Bacillus subtilis/pumilus* – спорообразующие бактерии, которые колонизируют (заселяют) корневую систему растений, обеспечивая их защиту в течение всего вегетационного периода, когда бактерия, оставаясь жизнеспособной, развивается и размножается в тканях растений после их посева. Бактерии защищают растения от болезней, вырабатывают ферменты и другие физиологически активные вещества, природные ростоускорители, стимулирующие рост и развитие растения. Действие препарата близко по эффективности к химическим контактным фунгицидам при полной экологической безопасности.

Фитотрикс – действующее вещество почвенный гриб *Trichoderma M18*, оказывает положительное действие на рост и развитие растений и улучшает показатели почвы за счет подавления огромного числа почвенных патогенов, вызывающих заболевания культур. Препарат предназначен для защиты от заболеваний, вызываемых фитопатогенными грибами в почве и на растениях. Фитотрикс применяется в любую фазу развития растений, для предпосевной обработки клубней и семян зерновых (яровых и озимых), бобовых, овощных, технических, плодово-ягодных и цветочных культур, используется для пролива почвы до и после высадки рассады, а также для внекорневой подкормки растений, предотвращает порчу овощей при хранении. Применение для семян аналогично биопрепарату Фитотонус.

Почвенные образцы отбирались дважды в разные фазы развития культуры (15.06.16 и 22.07.16) с глубины 0–10 см и 10–20 см из-за разнородности почвенных слоев по наличию питательных веществ и поступлению кислорода.

Выявление почвенных грибов производили методом глубинного посева почвенной суспензии из разведения 1:1000 на агаризованную питательную среду Чапека. Засеянные водно-почвенной суспензией чашки Петри периодически просматривали, начиная с третьих суток. Окончательный учёт проводили через 10–15 суток. При этом учитывали общее число выросших колоний, условно допуская, что каждая колония образовалась из диаспоры (одной споры или небольшого фрагмента гифы). Рассчитывали численность диаспор, или колонии образующих единиц (КОЕ) на 1 г воздушно-сухой почвы.

Для выявления комплекса типичных видов использовали показатели пространственной встречаемости и массовости (обилия); рассчитывали индекс значимости (ИЗ) грибов в ранге рода. ИЗ рассчитывается как сумма относительной частоты встречаемости и относительного обилия вида (рода); его максимально возможное значение равно 2,00 (Suberkropp, Klug, 1976).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При первом отборе проб 15.06.16 отмечено, что численность микромицетов выше в вариантах без применения биопестицидов, где семена не были обработаны.

Также можно заметить увеличение численности в некоторых вариантах с внесением удобрений (У<sub>3</sub>Б<sub>0</sub>; У<sub>3</sub>Б<sub>2</sub>). Увеличение численности микромицетов в нижнем слое, вероятно, связано с наличием микробного пула. На более глубоких горизонтах почвы имеется избыточный пул (запас) микроорганизмов, не обеспеченных органическим веществом и другими элементами питания. Суммарная длина грибных гиф (окрашивание калькофлуором, люминесцентная микроскопия) составляет сотни метров и километров на 1 г почвы. При внесении удобрений «просыпаются» и начинают развитие организмы пула (Звягинцев и др., 2005). Более высокая численность в нижнем слое связана, кроме того, с тем, что биофунгициды, которыми были обработаны семена, по всей видимости, в большей степени действовали в слое 0–10 см (рис. 1).

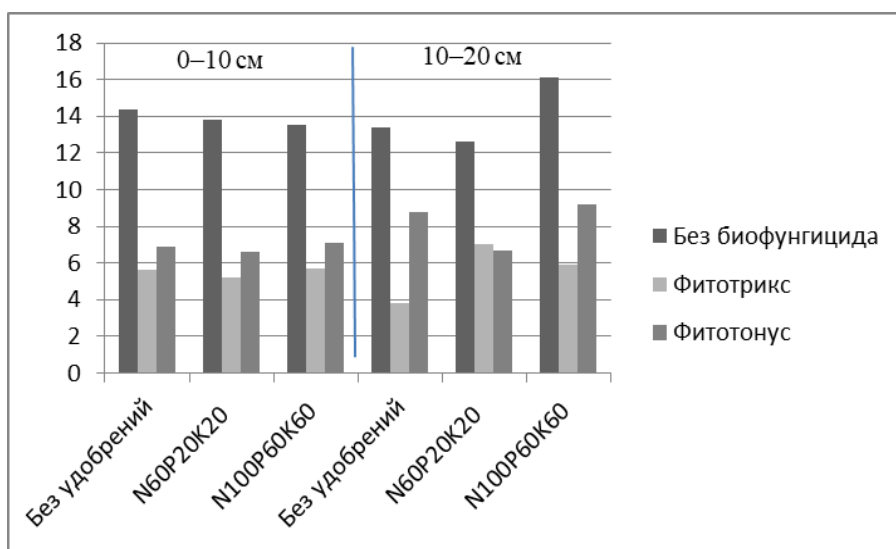


Рис.1. Численность почвенных грибов, тыс. КОЕ (15.06.16)

При втором отборе 22.07.16 самая высокая численность грибов наблюдалась на контрольном варианте (26,5 тыс. КОЕ и 25,0 тыс. КОЕ соответственно в верхнем и нижнем слое почвы). На всех вариантах отмечено, что численность микромицетов ниже в том случае, когда семена ячменя были обработаны биопрепаратами (рис. 2).

Как и в июньских пробах, биопестициды в большей степени снижали численность грибов в верхнем слое почвы.

В целом численность почвенных микромицетов выше в образцах почвы, отобранной в июле, по сравнению с июньскими. Это связано с высокой активностью почвенных грибов в соответствующих погодных условиях.

Для выявления роли изучаемых факторов (система удобрений и система защиты растений) был проведен дисперсионный анализ, который показал, что в середине июня численность грибов на разных фонах удобрений в среднем различалась несущественно по всему пахотному горизонту. Наблюдалось некоторое снижение численности микромицетов в верхнем слое и увеличение в нижнем по сравнению с контролем (табл. 1).

Аналогичный анализ данных июльских проб выявил несколько другую тенденцию. На делянках, в почву которых были внесены удобрения, численность микромицетов оказалась существенно ниже по сравнению с контролем (табл. 2). О возможных причинах такого явления было высказано выше.

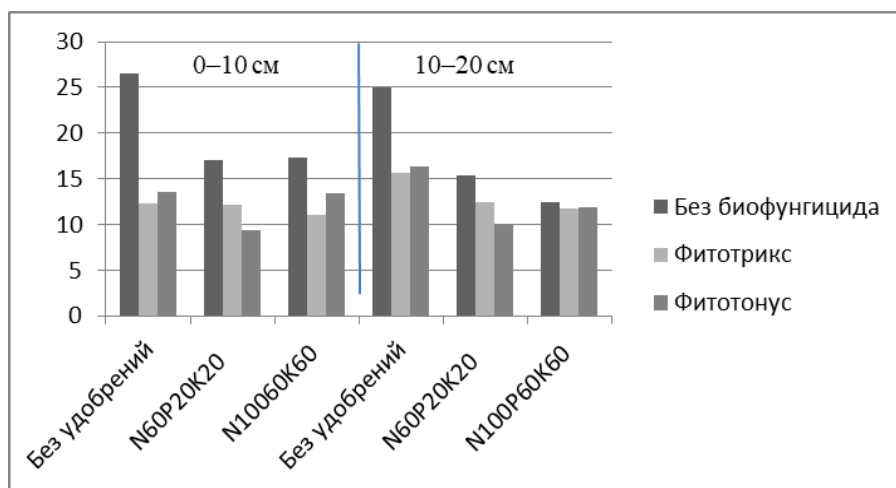


Рис. 2. Численность почвенных грибов, тыс. КОЕ (22.07.16)

Таблица 1

Влияние изучаемых факторов на численность микромицетов (отбор 15.06.16)

Вариант опыта	Численность грибов, тыс. КОЕ в 1 г воздушно-сухой почвы	
	Слой 0–10 см	Слой 10–20 см
<b>Фактор А – Система удобрений</b>		
Без удобрений	11,3	8,7
N <sub>60</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	8,5	8,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,8	10,4
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>0,5</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>0,5</sub>
<b>Фактор В – Система защиты растений</b>		
Без биоpestицида	13,9	14,0
Фитотрикс	5,5	5,6
Фитотонус	6,9	8,2
НСР <sub>05</sub>	2,9	2,8

Обработка семян ячменя биоpestицидами существенно снизила численность грибов по всему пахотному горизонту в оба срока отбора.

В основном исследовании биофунгицидов проводились только для выяснения их действия на фитопатогенные грибы и бактерии, однако их влияние на типичных представителей почвенной микобиоты практически не изучалось (Саранцева и др., 2011; Ali-Askar et al., 2011). Вероятно, агенты, используемые для производства биофунгицидов, не обладают видоспецифичным действием и способны угнетать развитие сапротрофов в почве. При положительном влиянии биофунгицида Елена на микобиоту нефтезагрязненных почв Республик Башкортостан и Коми, проявившемся в снижении фитотоксичности после рекультивации, отмечено существенное изменение состава комплексов микромицетов, а именно, уменьшение численности почвенных грибов и ингибирование развития мицелия (Киреева и др., 2010). В наших исследованиях применение биопрепаратов также оказало существенное влияние на численность грибов в сторону ее снижения.

В результате использования культурально-морфологических признаков в образцах от 15.06.16 были обнаружены 2 рода грибов из отдела Zygomycota (*Mucor*, *Rhizopus*), 6 родов мицелиальных анаморфных грибов, относящихся к отделу Ascomycota (*Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Trichoderma*) и 2 рода дрожжей из отдела Basidiomycota

(*Cryptococcus*, *Rhodotorula*); кроме того, на используемой питательной среде выявлены и представители прокариот – актиномицеты.

Большинство обнаруженных почвенных грибов являются типичными сапротрофами, способными активно разрушать целлюлозу, гемицеллюлозу, хитин, крахмал и другие биополимеры (Krishna, Mohan, 2017). Среди обнаруженных грибов родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* могут встречаться фитопатогенные виды. Многие из выявленных микромицетов являются оппортунистическими, то есть способными вызывать микозы у человека с ослабленной иммунной системой (Воронин 2013; Howard, 2002).

Таблица 2

Влияние изучаемых факторов на численность микромицетов (отбор 22.07.16)

Вариант опыта	Численность грибов, тыс. КОЕ	
	Слой 0–10 см	Слой 10–20 см
Фактор А – Система удобрений		
Без удобрений	17,5	19,0
N <sub>60</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	12,9	12,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,9	12,0
НСР <sub>05</sub>	1,0	1,0
Фактор В – Система защиты растений		
Без биопестицида	20,3	17,6
Фитотрикс	11,8	13,2
Фитотонус	12,1	12,7
НСР <sub>05</sub>	2,7	2,9

Род *Rhizopus* содержит более 150 видов, некоторые из них являются возбудителями черной, или хлебной, плесени (Дьякова, 1969). Грибы рода *Rhizopus* (главным образом *R. nigricans* Ehrenb.) встречались во всех вариантах, независимо от слоя почвы, применения удобрений и биопестицидов.

Род *Mucor* объединяет более 150 видов. Значительная часть из них отмечена на растительных остатках, экскрементах животных, почве. Грибы рода *Mucor* (преимущественно *M. hiemalis* Wehmer) встречались в почвенных пробах первого отбора и преимущественно в верхнем слое почвы. Мукоры обычно обнаруживаются в средах с легко усваиваемыми органическими соединениями.

Естественный резервуар грибов рода *Penicillium* – почва, причем они, будучи в большинстве видов космополитами, приурочены больше к почвам северных широт, развиваются на самых разных субстратах, главным образом, растительного происхождения (Pitt, Hocking, 2009). Разные виды грибов рода *Penicillium* в нашем опыте встречались во всех вариантах, но меньше всего в нижних слоях почвы, без применения биопрепаратов.

Естественное местообитание грибов рода *Aspergillus* – верхние горизонты почвы, особенно в южных широтах. Большинство видов аспергиллов – сапротрофы. Некоторые виды поражают всходы многих сельскохозяйственных культур, а так же среди них имеются и паразиты животных и человека (Howard, 2002). В опыте грибы рода *Aspergillus* встречались как в нижнем, так и в верхнем слое почвы.

Наряду с другими грибами участие в разложении и минерализации растительных остатков принимает *Alternaria*. Богатый ферментный аппарат гриба обеспечивает широкую амплитуду приспособленности, дающую возможность существовать в достаточно разнообразных условиях. Этому также благоприятствует легкое распространение спор ветром. Этот гриб вызывает альтернариоз зерновки ячменя (Дьякова, 1969). В наших исследованиях встречался единично.

Представители рода *Cladosporium* обнаружены на самых разнообразных субстратах как в качестве сапротрофов, так и практически важных паразитов растений (зерновых, овощных,

и других). Гриб разрушает субстрат, содержащий целлюлозу и пектин, в том числе солому. *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex Fr. и другие сапротрофные виды часто развиваются (особенно после влажных сезонов) на зерновках злаков и вызывают почернение зерна, а попав в хранилище, его порчу, делая его токсичным для человека и животных. Для ячменя известна оливковая плесень, или кладоспориоз, вызываемый *Cladosporium herbarum* (Дьякова, 1969). Род *Cladosporium* обнаружен преимущественно в вариантах без удобрений или с их внесением, но без применения биофунгицидов.

Среди грибов рода *Fusarium* есть сапротрофы, живущие в почве и на растительных остатках, и паразиты, вызывающие заболевания многих видов растений. Для ячменя разные виды фузария известны как возбудители корневой гнили и фузариоза колоса (Дьякова, 1969). Грибы рода *Fusarium* в почве опытного участка встречались только в вариантах без применения удобрений и биопрепаратов.

Представители рода *Trichoderma* в большом количестве встречаются в почвах, богатых органическими остатками. Также обильно они заселяют культурные почвы. В зоне подзолистых почв этих грибов больше, чем в других почвах. Особенно часто их обнаруживают в кислых почвах с низким значением pH (обычно 3,7–5,2). Они не являются фитопатогенами, более того, их штаммы используют для производства фунгицидов (в нашем эксперименте Фитотрикс). Грибы рода *Trichoderma* встречались в вариантах с внесением удобрений.

*Mycelia Sterilia*, неидентифицированные колонии – грибы, не образующие никаких спороношений или они у них встречаются очень редко. В цикле их развития имеются только грибки и склероции. В наших исследованиях встречались практически во всех вариантах.

Также во время проведения опыта были обнаружены дрожжи родов *Cryptococcus* и *Rhodotorula*, и актиномицеты. *Cryptococcus* – род одноклеточных дрожжей. Большинство видов этого рода обитают в почве и не представляют опасности для растений и человека. Род *Cryptococcus* встречался в почвенных пробах первого отбора, наибольшая частота встречаемости наблюдалась в слое почвы 10–20 см. *Rhodotorula* – род одноклеточных пигментных дрожжей, не вызывающих заболеваний растений, наблюдался по всему пахотному горизонту с низкой частотой встречаемости.

Актиномицеты – прокариоты, имеющие способность к формированию на некоторых стадиях развития ветвящегося мицелия, которая проявляется у них в оптимальных для существования условиях. Наиболее распространены в почве, где известно их фунгицидное проявление (Виноградова, Дегтярева, 2010). Актиномицеты в нашем эксперименте встречались единично.

При отборе почвенных проб 22.07.16 в фазу цветения ячменя таксономический состав грибов практически не изменился за исключением исчезновения микромицетов рода *Mucor*. Частота встречаемости грибов рода *Rhizopus* значительно увеличилась, они наблюдались во всех почвенных пробах. Частота встречаемости видов рода *Penicillium* несколько снизилась на большинстве вариантов. Виды рода *Alternaria* исчезли из почвенных образцов, отобранных на удобренных делянках с применением биопестицидов. Представители рода *Trichoderma* перестали встречаться в удобренной почве с применением Фитотрикса и Фитотонуса. Стерильный мицелий обнаруживался практически также часто, как и в ранее отобранных пробах.

При рассмотрении и обсуждении разнообразия, численности, распределения грибов мы используем предложенную Д. Г. Звягинцевым с соавторами (2005) концепцию комплекса почвенных микроорганизмов, в нашем случае – грибов. Такое представление вводится вместо понятия «микробоценоз», которое, по мнению авторов не вполне удачно, так как в почве часть микроорганизмов связана с растениями, а часть с животными, и нет функционально единой изолированной системы микроорганизмов (микробоценоза). Предлагаемая концепция отрицает идею о глобальной строгой и жесткой организованности почвенных микроорганизмов в единую систему. Однако следует учитывать, что на практике часто как



равнозначные употребляются термины микробное сообщество, микробоценоз, микробиота, почвенные микроорганизмы.

Структура комплексов почвенных микромицетов достаточно простая, так как агроценозы, изменяясь под влиянием различных способов вспашки, внесения разных доз минеральных и органических удобрений, применения средств защиты против вредителей и фитопатогенов, постоянно с той или иной интенсивностью испытывают антропогенное воздействие и изменяются с разной скоростью. В нашем случае, с применением биопестицидов и минеральных удобрений, структура комплексов грибов остается типичной для агроценозов (табл. 3, 4).

Таблица 3

Индекс значимости (ИЗ) родов грибов в почвенных комплексах (отбор 15.06.16)

Роды грибов	Варианты опыта								
	У <sub>1</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>1</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>1</sub> Б <sub>2</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>2</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>2</sub>
<i>Mucor</i>	0,14 0,19	0,13	0,12						
<i>Rhizopus</i>	0,44 0,38	0,68 1,00	0,54 1,19	0,55 0,62					
<i>Alternaria</i>	0,22 0,24	0,05 0,15		0,32 0,16			0,33 0,20		0,17 0,30
<i>Aspergillus</i>	0,17 0,11	0,24 0,15	0,31	0,30 0,32	0,13 0,16	0,23 0,32	0,34 0,32	0,48 0,46	
<i>Cladosporium</i>	0,25 0,32			0,41 0,43			0,29 0,31		
<i>Fusarium</i>	0,26 0,24								
<i>Penicillium</i>	0,52 0,52	0,90 0,70	1,04 0,80	0,29 0,32	0,77 0,63	0,81 0,67	0,45 0,38	0,74 0,48	0,43 1,04
<i>Trichoderma</i>				0,13 0,15			0,23 0,23		0,38 0,30

Примечание к таблице. В верхней строке слой почвы 0–10 см, в нижней – 10–20 см.

Наиболее полными как по численности, так и по разнообразию являются комплексы грибов на делянках без применения удобрений и биопрепаратов. Однако во всех вариантах основу комплексов микромицетов составляют типичные доминанты – представители рода *Rhizopus* из отдела *Zygomycota* и анаморфные виды из рода *Penicillium* отдела *Ascomycota*. Пенициллы – самые распространенные обитатели почв лесной зоны, способные адаптироваться к изменяющимся физическим и трофическим параметрам. Доминирование ризопусов особенно ярко проявляется в вариантах с внесением минеральных удобрений, кроме того, их доминирование усиливается в июле при более высокой температуре среды, которая соответствует оптимальной для данных видов (Лугаускас и др., 1987).

К значимым грибам в комплексах относятся также представители рода *Aspergillus*, типичные почвенные микромицеты, преобладание которых в почве возрастает в более южных широтах.

Следует отметить наличие диаспор фитопатогенных грибов рода *Fusarium* только в почве без Фитотрикса и Фитотонуса и удобрений. Во всех других вариантах фузариин исчезают. Представители других возможных фитопатогенов из рода *Cladosporium* также были зарегистрированы только в вариантах без применения биофунгицидов.

Микромицеты рода *Alternaria* имели относительно высокие показатели ИЗ в вариантах без биопрепаратов, однако они в небольшом количестве развивались и в некоторых случаях с их применением.

Таблица 4

Индекс значимости (ИЗ) родов грибов в почвенных комплексах (отбор 22.07.16)

Роды грибов	Варианты опыта								
	У <sub>1</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>1</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>1</sub> Б <sub>2</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>2</sub> Б <sub>2</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>0</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>1</sub>	У <sub>3</sub> Б <sub>2</sub>
<i>Rhizopus</i>	0,57 0,58	1,88 1,30	1,48 1,24	0,55 0,58	1,57 1,82	1,41 1,45	0,56 0,44	1,88 1,87	1,75 1,80
<i>Alternaria</i>	0,25 0,20	0,12	0,12 0,23	0,32 0,18					
<i>Aspergillus</i>	0,17 0,19			0,33 0,34		0,22 0,19	0,41 0,39		
<i>Cladosporium</i>	0,33 0,22			0,19 0,24			0,31 0,34		
<i>Fusarium</i>	0,27 0,30								
<i>Penicillium</i>	0,41 0,51	0,30	0,40 0,13	0,43 0,37	0,43 0,18	0,37 0,36	0,46 0,54	0,12 0,13	0,25 0,20
<i>Trichoderma</i>		0,40	0,40	0,18 0,29			0,26 0,29		

Примечание к таблице. В верхней строке слой почвы 0–10 см, в нижней – 10–20 см.

Активные гидролитики рода *Trichoderma* встречались нерегулярно в разных вариантах, что вероятнее всего связано с микролокальным распределением в почве подходящих для них субстратов. В июле из комплексов грибов исчезли представители рода *Mucor*, что связано, по-видимому, с существенным прогревом почвы, превышением температурного оптимума для данных видов (Лугаускас и др., 1987).

Показателем эффективности применяемых агроприемов служит урожайность возделываемой культуры, в нашем случае – ярового ячменя (табл. 5).

Статистически значимый прирост урожая по сравнению с контролем получен только при внесении комплексного минерального удобрения в дозе N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> с одновременной обработкой семян биопестицидами – как Фитотонусом, так и Фитотриком.

Таблица 5

Урожайность зерна ярового ячменя

Вариант опыта		Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности, ц/га	Прибавка урожайности, %
Система удобрений	Система защиты растений			
Без удобрений	Без биофунгицида	21,7	-	-
	Фитотрикс	27,4	5,7	26,3
	Фитотонус	26,6	4,9	22,6
N <sub>60</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	Без биофунгицида	29,1	7,4	34,1
	Фитотрикс	28,4	6,7	30,9
	Фитотонус	31,9	10,2	47,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без биофунгицида	34,1	12,4	57,1
	Фитотрикс	35,8	14,1	65,0
	Фитотонус	35,8	14,1	65,0
НСР <sub>05</sub> для делянок 1-го порядка 12,4				
НСР <sub>05</sub> для делянок 2-го порядка 8,7				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение удобрений и биопрепаратов не оказывает существенного влияния на таксономический состав почвенных микромицетов, однако численность грибов при обработке семян биофунгицидами существенно снижается. Мы полагаем, что биофунгициды не избирательно действуют только на патогенные и условно патогенные грибы, но и угнетают развитие всех почвенных грибов, что видно из результатов полевого опыта.

Таким образом, применение биофунгицидов не приводит к существенной перестройке комплексов почвенных микромицетов, однако данные препараты являются довольно мягкими ингибиторами не только фитопатогенных, но и типичных почвенных грибов.

Наблюдаемые изменения в комплексах почвенных микроскопических грибов свидетельствуют о том, что использованные агроприемы – это мощный антропогенный фактор, влияющий на таксономический состав и численность микромицетов. При планировании применения тех или иных систем защиты растений от болезней следует учитывать результативность применения биопестицидов, являющихся альтернативой химическим препаратам и экологически безопасными.

## Список литературы

- Виноградова К. А., Дегтярева Е. А. Почвенные актиномицеты как эффективные агенты биоконтроля болезней растений // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: 7-я Международ. конф.: матер. – Минск: Белорусская наука, 2010. – С. 495–497.
- Воронин Л. В., Колесникова И. Я. Инициированные комплексы почвенных грибов в агроценозах // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 1. – Т. III (Естественные науки). – С. 90–93.
- Воронин Л. В. Оппортунистические грибы в пресноводных экосистемах // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 2. – Том III (Естественные науки). – С. 67–74.
- Воронин Л. В., Колесникова И. Я. Влияние гербицидов и удобрений на микобиоту пахотной дерново-подзолистой почвы // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 4. – Т. III (Естественные науки). – С. 155–160.
- Дьякова Г. А. Фитопатологический словарь-справочник. – М.: Наука, 1969. – 480 с.
- Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
- Киреева Н. А., Рафикова Г. Ф., Галимзянова Н. Ф., Логинов О. Н., Григориади А. С., Якунова А. Б. Влияние биофунгицида Елена на комплексы микромицетов нефтезагрязненных почв различных типов при биоремедиации // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44. – Вып. 1. – С. 53–62.
- Колесникова И. Я. Использование комплексов почвенных микромицетов в качестве параметра биомониторинга сельскохозяйственных земель // Достижения науки агропромышленному комплексу: Межд. межвуз. науч.-практ. конф.: сборник науч. трудов. – Самара: РИЦ СГСХА. – 2014. – С. 106–110.
- Колесникова И. Я. Комплексы микроскопических грибов в агроценозах дерново-подзолистых почв // Ресурсосберегающие технологии в земледелии: Междунар. очно-заочн. научно-практ. конф.: сборник науч. трудов. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – 2016. – С. 20–24.
- Колесникова И. Я. Различия в комплексах почвенных микромицетов из агроценозов дерново-подзолистой почвы // Инновационный путь развития предприятий АПК: Междунар. науч.-практ. конф.: сб. науч. трудов. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – 2016. – С. 78–84.
- Колесникова И. Я., Воронин Л. В. Изменение комплексов почвенных грибов под действием различных систем обработки почвы и удобрений // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 1. – Том III (Естественные науки). – С. 114–118.
- Лугаускас А. Ю., Микульскене А. И., Шляужене Д. Ю. Каталог микромицетов-биодеструкторов полимерных материалов. – М.: Наука, 1987. – 340 с.
- Петров В. Б., Чеботарь В. К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 11–15.
- Саранцева Н. А., Рябчинская Т. А., Харченко Г. Л., Бобрешова И. Ю. Полифункциональные препараты на яровом ячмене // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 25–26.
- Терехова В. А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. – М.: Наука, 2007. – 215 с.
- Ali-Askar A. A., Abdul Khair W. M., Rashad Y. M. In vitro antifungal activity of *Streptomyces sporovaeus* DRS 28 against some phytopathogenic fungi // African Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, N 12. – P. 2835–2842.
- Chen H., Zhao Sh., Zhang K. et al. Evaluation of soil-applied chemical fungicide and biofungicide of Rusalium Wilt of *Chrysanthemum* and their effects on rhizosphere soil microbiota // Agriculture. – 2018. – Vol. 8, N 12. – P. 184–190.

Howard D. H. Pathogenic fungi in humans and animals (Mycology). – CRC Press, 2002. – 800 p.

Krishna M. P., Mohan M. Litter decomposition in forest ecosystems: a review // Energy, Ecology and Environment. – 2017. – Vol. 2, Iss. 4. – P. 236–249.

Pitt J. I., Hocking A. D. Penicillium and related genera // Fungi and food spoilage. – Springer, 2009. – P. 169–273.

Suberkropp K., Klug M. J. Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream // Ecology. – 1976. – Vol. 57, Iss. 4. – P. 707–719.

**Kolesnikova I. Ja., Voronin L. V. Influence of biopesticides on soil micromycetes complexes in agroecosis // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 97–107.**

The influence of intensive mineral supplying background and biopesticides application on soil mycobiota in agroecosis of Yaroslavl region was determined. Biopesticides (Fitotonus and Fitotriks) and two variants of fertilization dose were used at barley plots. The size and significance index (as sum of relative occurrence and relative abundance) at genus level were calculated. The number of soil fungi decreased in case of barley seeds treatment with biological products before sowing. Fungal complexes include two genera from phylum Zygomycota and 6 genera of mycelial anamorphs from phylum Ascomycota. The use of fertilizers and biopesticides does not result in cardinal reorganization of micromycetes complexes. Fungi from genera *Rhizopus* and *Penicillium* remain dominants. Significance indexes of important hydrolytic fungi *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma* and others decreased in variants with application of biopesticides. At the same time, fungi strains (particularly representatives of *Fusarium*) which can be pathogenic for barley were suppressed. Statistically significant increase of barley yield was obtained only in variant with complex mineral fertilization (dose N100P60K60) and simultaneous biopesticides seed treatment (both Fitotonus and Fitotriks). The observed changes in the complexes of soil microscopic fungi indicate that the used agro-methods are a powerful anthropogenic factor affecting the taxonomic composition and number of micromycetes. When planning the use of certain systems of plant protection against diseases, it is necessary to take into account the effectiveness of the use of biopesticides, which are an alternative to chemical preparations and are environmentally friendly.

*Key words:* biopesticides, mineral fertilizers, soil micromycetes, phytopathogens, agroecosis.

*Поступила в редакцию 12.03.19*

УДК 577.1:591.134:594.12

## Предварительные результаты исследований соматического роста черноморского гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Bivalvia, Pectinidae) в бухте Карантинная (Севастополь)

Щербань С. А., Мельник А. В.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского Российской академии наук  
Севастополь, Россия  
Shcherbansa@yandex.ru, sashaandida72@gmail.com

Представлены предварительные результаты морфо – физиологических и биохимических показателей соматического роста черноморского вида двустворчатых моллюсков – гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889), обитающего в прибрежных биоценозах в окрестностях Севастополя. Данный вид является одним из немногих видов морских черноморских моллюсков, включенных в Красную книгу города Севастополя и Крыма, имеющего статус «Сокращающийся в численности». На примере трёх размерных популяционных групп, с линейными размерами 13–17, 21–24 и 25–30 мм исследованы особенности соматического роста мягких тканей. По значениям содержания суммарных РНК в тканевых гомогенатах было показано, что у первых двух групп (L=13–17 и L=21–24 мм, сеголетки) уровень синтеза белковых структур тканей в 1,2–1,5 раза выше, чем у более взрослых особей. В популяции данного вида было выделено 7 цветовых морф (фенотипов). Определены фенотипы с высоким уровнем синтеза белковых структур – бежевый, фиолетовый и серо-коричневый. Моллюски, относящиеся к фенотипу смешанного типа «мульти» имели самые низкие показатели тканевого биосинтеза, в среднем в 2,5 раза ниже, чем у представителей других морф. Полученные результаты свидетельствуют о сопряженности ростовых процессов с окрасом раковин моллюска. Рассчитаны корреляционные зависимости весовых параметров. Связь между признаками оценивалась по шкале Чеддока. Для всех групп моллюска получены прямые корреляционные зависимости между весовыми параметрами с высокими коэффициентами корреляции ( $r=0,97$ ,  $r=0,82$  и  $r=0,8$ ), что может свидетельствовать о положительной аллометрии роста.

**Ключевые слова:** черноморский гребешок, фенотипические группы, общая сырая масса, суммарные рибонуклеиновые кислоты, расчетный индекс РНК/ДНК, биосинтез белка, скорость роста, двустворчатые моллюски.

### ВВЕДЕНИЕ

В Черном море обитает один из 48 видов двустворчатых моллюсков, единственный представитель сем. Pectinidae – моллюск *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889) – черноморский гребешок. Данный вид является одним из немногих представителей морских черноморских моллюсков, включенных в Красную книгу города Севастополя и Крыма, со статусом сокращающийся в численности. В Базе данных по моллюскам WoRMS *Flexopecten glaber ponticus* приведен как единичный подвид *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1788). Однако совсем недавно в отношении его статуса был сделан вывод о том, что время дивергенции черноморской популяции является недостаточным для образования подвида и *Flexopecten glaber ponticus* был отнесен к синониму исходного вида *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1788) (Бондарев, 2018).

Вид в большей мере распространен в морях Средиземноморского бассейна. Известно, что обитает на глубинах от 3 до 900 м и более (Ревков, 2018), в Черном море до 30–40 м преимущественно на илисто-песчаных, ракушечных грунтах и на мидийно-устричных банках. В начале прошлого века в морской акватории Севастополя гребешок встречался в большом количестве на устричниках и на поверхности в глубоких ярусах прибрежного песка (Ревков, 2003). В настоящее время при бентосном исследовании акваторий Крыма (за исключением его северной и с-западной части – Каркиницкий и Егорлыцкий залив) отмечаются лишь редкие находки (Ревков, 2018). Причина снижения численности, скорее

всего, это исчезновение устричников, заиление донных субстратов, а также выедание хищной рапаной в последние 15–20 лет (Кракатица, 1972; Ревков, 2003). По встречаемости в своих размерных параметрах он скорее близок к анадаре, средний размер раковины которой в Черном море 11–30 мм (Стадниченко, Золотарев, 2009), гребешка – 25–40 мм. Зафиксированный максимальный линейный размер – 55 мм (Кракатица, 1972; Ревков, 2018). В прибрежных зонах моря, и в Севастопольских бухтах, в частности, его максимальные размеры также могут достигать 50–55 мм.

*Flexopecten glaber ponticus* относится к гермафродитным и полиморфным видам. Размножается в теплое время года, присутствие половозрелых особей отмечается с мая по август. Половозрелость наступает при длине раковины около 40 мм (возраст 2–2,5 года) (Скарлато, Старобогатов, 1972; Пиркова, Ладыгина, 2017). Окраска створок – от молочно-бежевого до оранжево-красной и коричневой. Редко встречаются особи мульти окраса, включающего 4–5 и более радиально оформленных цветовых полос разных оттенков.

В целом, отсутствие информации о запасах, популяционных характеристиках, сезонной динамике встречаемости и репродуктивных возможностях черноморского гребешка в природных местах обитания, не позволяют говорить о достаточной изученности вида, а значит и его роли в освоении морской акватории Крыма. По крайней мере, отсутствие личинок в планктоне в период с 2014 по 2017 годы свидетельствует о факте сокращения его численности (Лисицкая, 2017).

Вопросы роста (линейного и весового) и онтогенетические особенности этих процессов остаются неизученными. В частности, не исследовались ранее и особенности тканевого биосинтеза (соматического роста) у природных популяций черноморского гребешка.

Цель данной работы – дать оценку морфо-физиологических и биохимических показателей роста тканей молодежи черноморского гребешка *F. glaber ponticus*, как полиморфного вида в условиях его естественного обитания; выявить особенности тканевого роста разных размерно-возрастных и фенотипических групп по основным биохимическим параметрам и индексам роста.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект наших исследований – моллюск *F. glaber ponticus* (рис. 1).

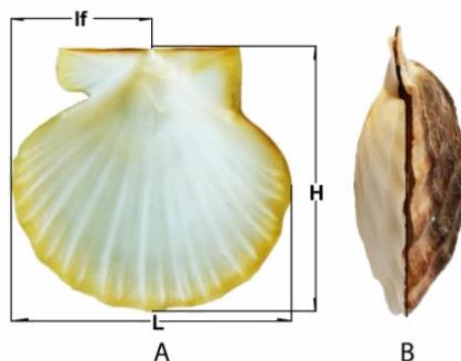


Рис. 1. *Flexopecten glaber ponticus* (фото И. П. Бондарева, 2018 г.)

А – правая створка, вид изнутри; В – вид раковины сбоку.

Моллюсков для исследований отбирали из акватории мидийно-устричной фермы ООО НИО «Марикультура», расположенной в бухте Карантинная (район Севастополя) в ноябре 2018 года. Моллюски взяты из садков с гигантскими устрицами, установленных на глубине 4–5 м. После отбора их содержали в аквариуме с проточной системой в течение одних суток – период краткой адаптации. Анализ проводили на молодежи 3-х размерных групп: моллюски длиной 13–17 мм, 21–24 мм и 25–30 мм. Выбор групп именно с такими размерами был связан

с возможностью сравнения в дальнейшем полученных результатов с ростовыми параметрами аналогичных групп анадары с работами, проведенными ранее (Ревков, Щербань, 2017; Щербань, 2018).

Из исходного материала (48 экземпляров) было отобрано 36 особей, которых сортировали по линейным параметрам на 3 группы. Внутри каждой выборки моллюсков дифференцировали по окраске раковины (фенотипическим группам или морфам). Кроме того, из оставшегося количества моллюсков в фенотипические группировки добавлены 10 экземпляров соответствующих размеров (6 – в группу 13–17 мм, 2 – в группу 21–24 мм и 2 – в группу 25–30 мм). Всего выделено 7 цветовых морф: бежевая, желто-бежевая, коричневая, серо-коричневая, фиолетовая, оранжевая и «мульти». К последней относили моллюсков, имеющих на правой, более выпуклой раковине, продольные полосы 4–5-ти цветовых оттенков: коричневого, красного, желтого, бежевого и реже зеленого. Среди выделенных трех размерных категорий наиболее богатой на принадлежность к разным морфам оказалась 1-я, наиболее мелкая группа (6 морф из 7). Скорее всего, популяция насчитывает большее количество цветовых морф, чем 7, однако в нашу выборку они не попали.

Объем выборочных совокупностей составил 11–13 особей для каждой из размерных групп; для фенотипических – от 3 до 9 особей. Длину каждой особи определяли с точностью до 0,1 см. Далее, индивидуально, осуществляли измерения общей сырой массы каждого моллюска, сырой массы выделенных мягких тканей. Сырые ткани гомогенизировали. Навески тканей (гомогенаты), массой от 50 до 80–90 мг, промывали трижды 4 мл смеси Фолча (хлороформ (2) – метанол (1)) для устранения пигментных и липидных компонентов. Далее, в обезжиренных пробах тканей определяли содержание суммарных РНК (сум.РНК) и ДНК видоизмененным методом А. С. Спирина (Дивавин, 1984). Исследуемые показатели измеряли спектрофотометрически на приборе (СФ-26) методом разностей инстинкций, при длинах волн 270 и 290 нм. Результаты измерений выражали в мкг/мг сухой ткани. На основе полученных величин рассчитывали ростовой индекс – РНК/ДНК.

Статистическая обработка и графическое оформление данных выполнены с применением стандартного пакета Excel 97. На графиках представлены величины стандартных отклонений.

Линейный коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S(x) \cdot S(y)},$$

где  $\overline{xy}$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – выборочные средние,  $S(x)$  и  $S(y)$  среднеквадратическое отклонение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении ростовых процессов у животных и у гидробионтов, в частности, применяются ряд методов, включающих получение и анализ морфометрических, физиологических и биохимических параметров. При использовании биохимических методов чаще всего проводится оценка таких показателей как содержание суммарных фракций РНК, содержание белка, расчетного индекса РНК/ДНК и других. Такой подход применялся на стандартных гидробиологических объектах, таких как устрицы, голубая мидия, американские лещи, атлантические виды сельди и окуня (Hetzl., Wright, 1983; Robinson, Ware, 1988; Megurk, Kusser, 1992; Clemmesen, 1994; Stillman et al, 1996; Mayrand, Pellerin-Massicotte, 1997; Rooper, Holt, 1999; Bowen et al., 2005 и другие). Объектом таких исследований являлся и чилийский гребешок – *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) (Martinez et al., 1992). Как отмечено выше, на черноморском виде гребешка подобных исследований не проводилось. Представленные результаты позволяют проанализировать состояние весовых параметров и уровень «мгновенных скоростей роста» мягких тканей моллюска в данный период исследований его жизненного цикла (середина осени, период относительно стабильного роста).

**Морфо-физиологические характеристики.** Основные морфо-физиологические показатели моллюска приведены в таблице 1.

Таблица 1

Линейные размеры, общая сырая масса и процент содержания мягких тканей черноморского гребешка

Разновидность фенотипа	L, mm			W общий, мг			Доля мягких тканей, %		
	13–17	21–24	25–30	13–17	21–24	25–30	13–17	21–24	25–30
Бежевый	13		29	420		4200			18,9
	15	24	27	660	2500	3000	5,9	15,2	16,7
			27			3450	11,3		17,6
			26			3290			17,5
Желто-бежевый	15			630			13,0		
	13	-	-	430	-	-	12,4	-	-
	13			445			12,4		
Коричневый		21	28		1910	4300		18,6	17,6
		23	28		2233	4100		18,5	19,6
		24	25		2800	2800		15,3	19,4
		21	26		1825	3300		17,7	17,7
Серо-коричневый	16	24		780	2480		12,4	17,9	
	17	24	-	820	2600	-	12,8	13,6	-
		23			2285			15,7	
Фиолетовый	14		-	530		-	11,1	14,1	-
	15	21		625	1660				
Оранжевый		22	25		1910	3000		19,3	16,7
		22	27		1520	3750		13,3	23,0
	13	22	30	440	1690	4610	9,7	11,8	18,5
		22							
«Мульти»	17	-	-	680			13,2		
	16	-	-	705			12,7		
	17			675			13,0		

Исходя из табличных данных, имеем цифровой диапазон общих масс, который для размерной категории 13–17 мм составляет от 420 до 820 мг, для категории 21–24 мм от 1520 до 2800 мг и для категории 25–30 мм от 2800 до 4610 мг соответственно. Процентное содержание мягких тканей от общей массы моллюска в первой группе от 5,9 до 13,2 % (среднее 9,5 %); во второй размерной группе от 11,9 до 19,3 % (среднее 15,6 %); в третьей – от 16,7 до 23,0 % (среднее 18,5 %).

Для понимания особенностей аллометрии роста была рассчитана корреляционная зависимость масс тканей от общей массы для каждой из групп (рис. 2).

Связи между признаками оценивались по шкале Чеддока. Их критерии:

- 0.1 < r < 0.3: слабая;
- 0.3 < r < 0.5: умеренная;
- 0.5 < r < 0.7: заметная;
- 0.7 < r < 0.9: высокая;
- 0.9 < r < 1: весьма высокая.

Связь между исследуемыми признаками у группы «а» (теснота связи по шкале Чеддока) оценивается как весьма высокая, t-критерий Стьюдента – 11,28. Для группы «б» связь между исследуемыми признаками (теснота связи по шкале Чеддока) – высокая, t-критерий Стьюдента – 3,63. Для группы «с» также высокая t-критерий Стьюдента – 3,53. Таким образом, для всех исследуемых групп моллюска получены прямые корреляционные зависимости между весовыми параметрами, что может свидетельствовать о положительной аллометрии роста.



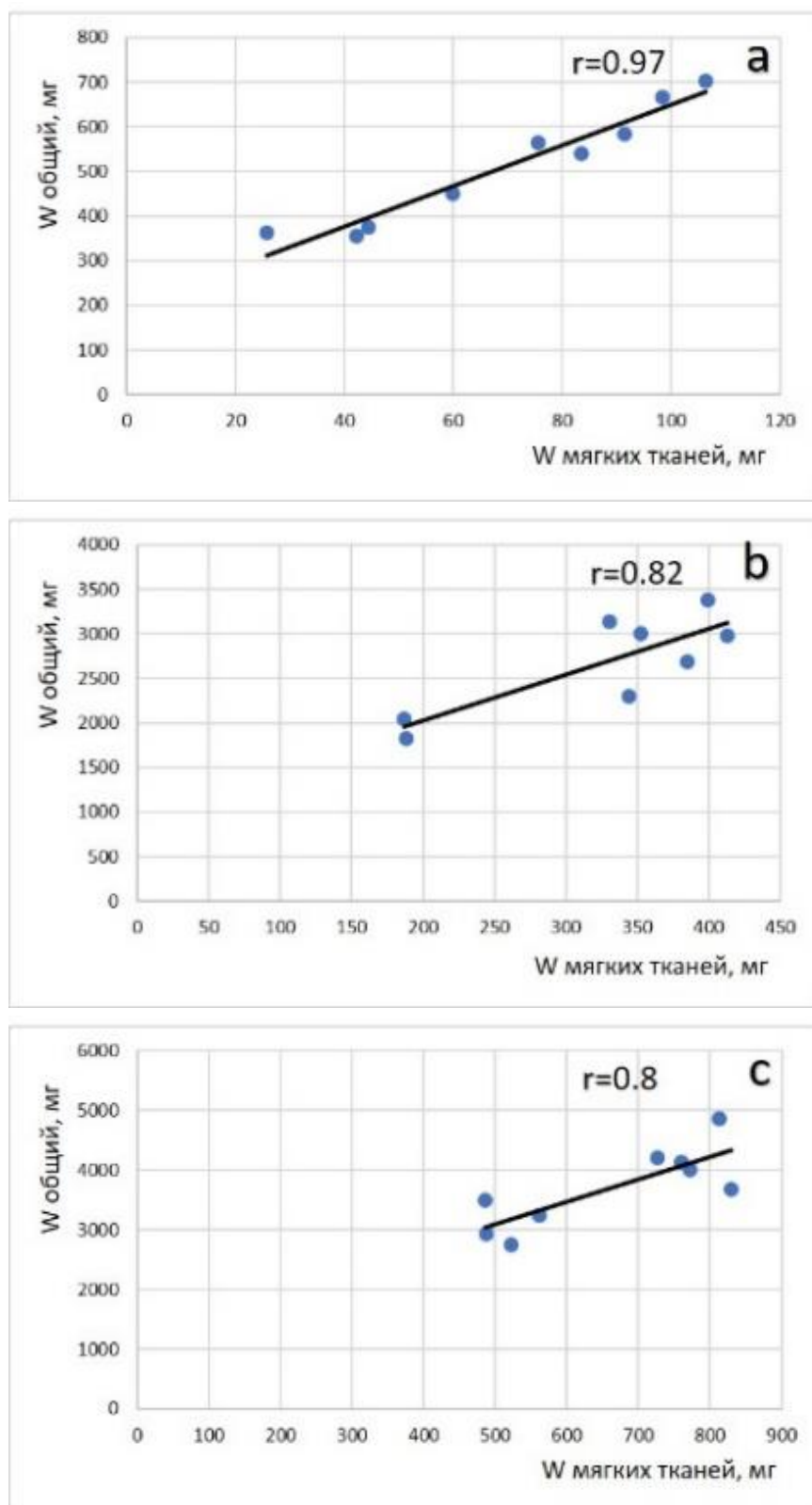


Рис. 2. Корреляционная зависимость массы мягких тканей от общей массы у черноморского гребешка

Размерные группы: а – моллюски длиной от 13 до 17 мм; б – моллюски длиной от 21 до 24 мм; с – моллюски длиной от 25 до 30 мм.

**Биохимические характеристики роста мягких тканей разных групп моллюска.** Для каждой из выбранных трех групп моллюска рассчитывали значения двух показателей – содержание суммарных РНК и индекса РНК/ДНК (рис. 3).

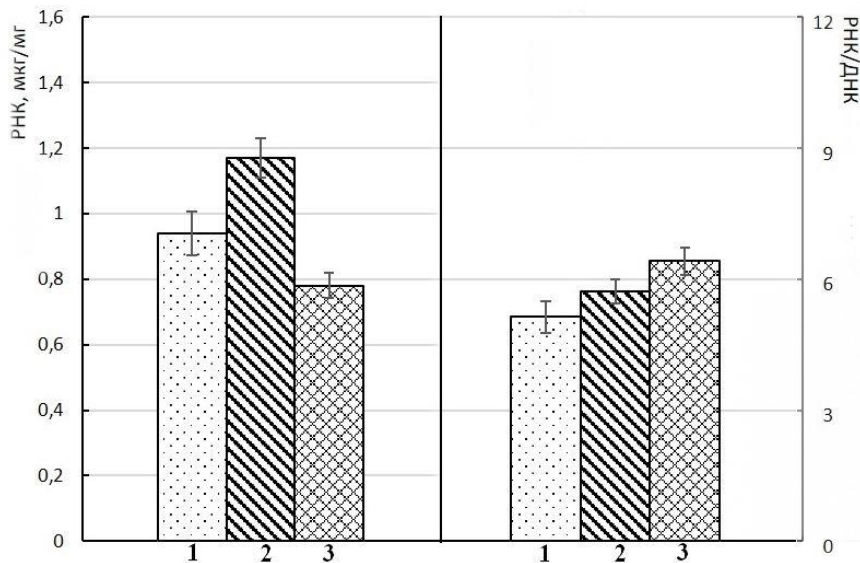


Рис. 3. Содержание суммарных РНК и значений индекса РНК/ДНК для тканевых гомогенатов разных размерных групп черноморского гребешка  
Размерные группы: 1 – 13–17 мм, 2 – 21–24 мм, 3 – 25–30 мм.

У групп моллюсков, с размерами 13–17 и 21–24 мм (сеголетки), уровень синтеза в 1,2–1,5 раза выше, чем у более крупных особей (однолетки). Так, значения сум.РНК составляют у первых двух групп соответственно 0,95±0,18 мкг/мг ткани и 1,17±0,19 мкг/мг ткани. У группы (3) – 0,78±0,06 мкг/мг ткани. Статистическая обработка данных (стандартные отклонения) показала наличие достоверных отличий в значениях по группам по этому показателю. Величины полученного индекса РНК/ДНК у групп гребешка имели близкие значения и находились в узком диапазоне от 5,1 до 6,4 у. е. (5,1±1,57; 5,7±1,17 и 6,4±0,66 соответственно). Такие значения не свидетельствуют о высоком уровне тканевых ростовых процессов. При сравнении величин сум.РНК у аналогичных размерных групп анадары (14–17 мм и 22–27 мм, также природные условия обитания) было установлено, что уровень тканевого биосинтеза у анадары на порядок выше, а значения индекса РНК/ДНК имели величину, с максимальным значением 9,6 у. е. (Щербань, 2010; Shcherban, 2012; Щербань, 2018).

**Биохимические характеристики роста мягких тканей разных фенотипических групп моллюска.** Разнообразие цветовых вариантов раковин полиморфных видов моллюсков привлекает внимание исследователей с точки зрения анализа множественных особенностей физиологических функций, проявляющихся в темпах роста, плодовитости, выживаемости, особенностям энергетического и пластического обмена у моллюсков разных морф. Таких исследований достаточно много, в частности, проведенных на разных морфах черноморской мидии. Для черноморского гребешка таких данных нет. Общеизвестны две гипотезы касательно разнообразия цветовых оттенков раковин моллюсков: первая опирается на утверждение о том, что такие закономерности наследуются; вторая базируется на данных о зависимости от факторов среды обитания и последующем характере адаптивности особей отдельных популяций к ним. Выяснение зависимости основных физиологических функций (в частности, обеспечивающих рост и ретенцию тканевых структур) от принадлежности к той или иной цветовой морфе у *F. glaber ponticus* была одной из задач исследования.

Из общей выборки, дифференцированной по цветовым окрасам раковины, была рассчитана долевая часть каждой из морф. Данные проиллюстрированы на диаграмме (рис. 4).

В целом, большинство цветковых морф в популяции распределяются достаточно равномерно и составляют, в среднем, от 14 % до 20–22 %. Очень редки особи с фиолетовым и «мульти» окрасом раковин. Так, особей с «мульти» и желто-бежевой окраской не было во второй и третьей группе, а фиолетовая и коричневая морфы присутствовали в двух размерных выборках из трех.

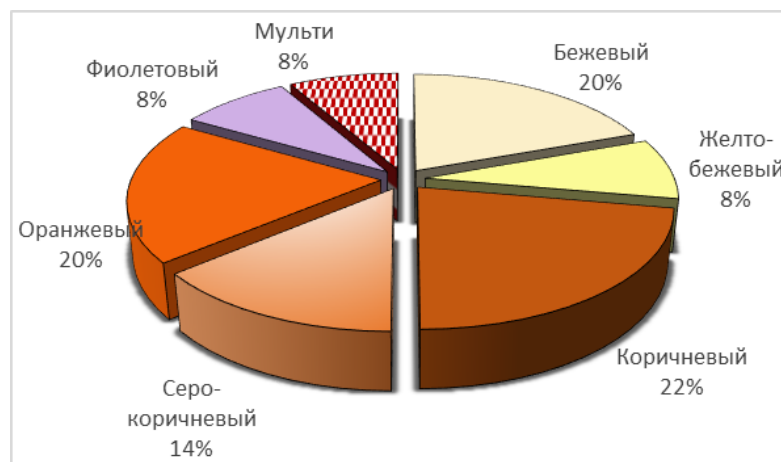


Рис. 4. Доля разных фенотипических морф черноморского гребешка

Отличительные особенности процесса роста тканей у отдельных фенотипов гребешка, оцениваемые по суммарному содержанию РНК и расчетному индексу, представлены на рисунках 5 и 6. Отмечены различия как по фенотипам в целом, так и по группам внутри каждой из цветковых морф. Так, с высоким уровнем процессов тканевого роста можно выделить 3 фенотипа: бежевый, серо-коричневый и фиолетовый. Близок по значениям

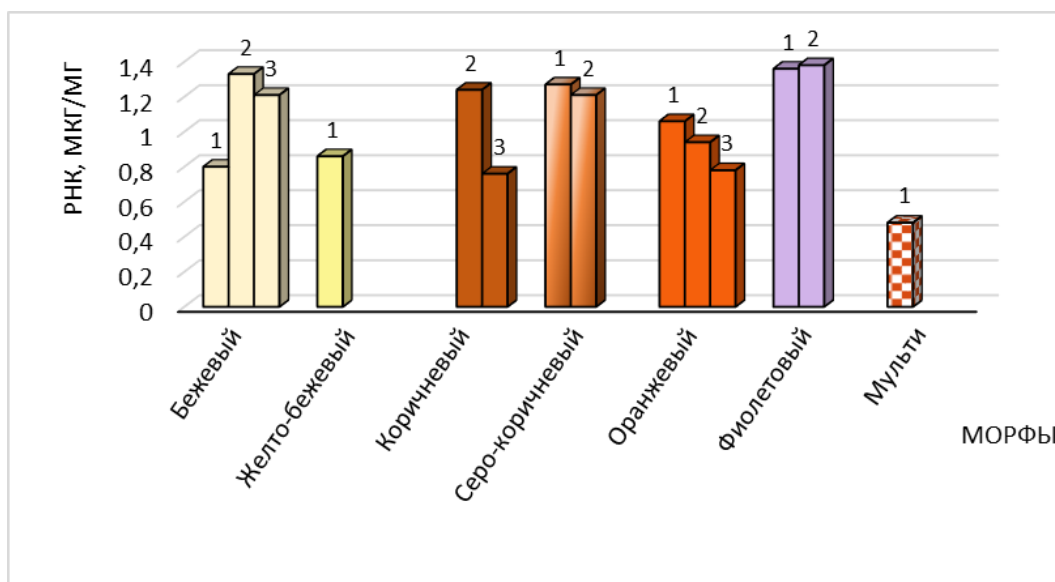


Рис. 5. Содержание суммарных РНК в тканевых гомогенатах у разных фенотипических морф черноморского гребешка

Размерные группы: 1 – 13–17 мм, 2 – 21–24 мм, 3 – 25–30 мм.

коричневый фенотип (группа 2). У моллюсков, относящихся к сеголеткам (1 и 2 группы) внутри отдельных морф, получены более высокие значения сум.РНК в сравнении с группой 3.

Два из семи исследуемых фенотипов – желто-бежевый и «мульти» представлены только одной группой и ограниченным количеством особей, поэтому результаты по ним мы относим к предварительным. Отметим, что значения  $0,86 \pm 0,21$  мкг/мг для желто-бежевого в 1,5 раза, и  $0,48 \pm 0,02$  мкг/мг для «мульти», в среднем в 2–2,5 раза ниже, чем у представителей других морф, что свидетельствует о низком уровне соматического роста у особей данного фенотипа.

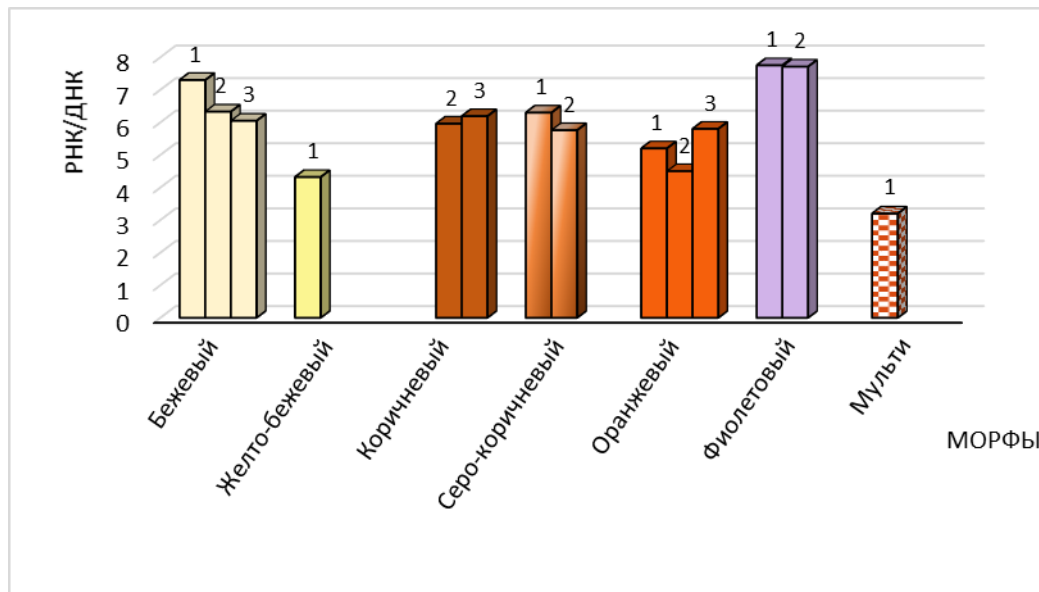


Рис. 6. Величины индекса РНК/ДНК в тканевых гомогенатах у разных фенотипических морф черноморского гребешка  
Размерные группы: 1 – 13–17 мм, 2 – 21–24 мм, 3 – 25–30 мм.

Анализ диапазона значений ростового индекса, используемого для характеристики особенностей процесса роста тканей других двустворчатых моллюсков, в частности черноморских, показал, что он достаточно широк и варьирует в пределах от 3 до 16 у.е. (Щербань, 2018). По величинам индекса, полученного для разных морф гребешка следует, что диапазон значений 6,3–7,3 у.е. (бежевый, 1 и 2 группы) и 7,5–7,7 у.е. (фиолетовый, 1 и 2 группы) позволяет отнести оба фенотипа к фенотипам с высоким уровнем тканевого роста. Моллюски разных размеров коричневой и серо-коричневой морф также можно отнести к этой категории (статистически незначимые различия); моллюсков оранжевой – со средне-низким уровнем соматического роста (значения от 4,7 до 5,8 у.е.). Однако отметим, что проведенные исследования на молоди устриц *Crassostrea gigas* и анадары *Anadara kagoshimensis* (Shcherban., 2012; Щербань, 2018) естественных поселений свидетельствовали о более высоком уровне и интенсивности процессов соматического роста у этих видов по сравнению с *F. glaber ponticus*.

Более ранними исследованиями на природных популяциях другого массового полиморфного моллюска – черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* (район Южного берега Крыма, бухта Ласпи) и бухта Казачья (Севастополь)) были получены данные по ростовым характеристикам соматической ткани (мантийные лепестки) и гонад у разновозрастных групп моллюска (Щербань, 2000). В результате проведенных на трех видах морф (черной, темно-коричневой и коричневой) исследований, было показано, что имеют место достоверные различия биохимических ростовых параметров и выявлен фенотип (черная морфа) с максимальным темпом роста (Щербань, 2000).

Также установлено, что общий тканевой гомогенат, полученный от сеголеток мидий сравниваемых цветных морф, имел те же фенотипические особенности, что и гомогенаты соматических тканей половозрелых моллюсков. Для неполовозрелых популяционных групп

черноморского гребешка это несколько фенотипических морф с приблизительно одинаковыми показателями уровня соматического роста – бежевая, фиолетовая, серо-коричневая и коричневая.

Получение новых, более значительных объемов популяционных выборок, как разного размерно-возрастного, так и цветового диапазона, будет являться целью проведения дальнейших исследований на данном виде.

## ВЫВОДЫ

1. Для всех исследуемых групп моллюска получены прямые корреляционные зависимости между весовыми параметрами с высокими коэффициентами корреляции ( $r=0,97$ ;  $r=0,82$  и  $r=0,8$ ), что свидетельствует о положительной аллометрии роста.

2. По показателям содержания суммарных РНК в тканях было показано, что у двух групп моллюска, с линейными размерами 13–17 и 21–24 мм (сеголетки), уровень синтеза белковых структур тканей (а следовательно, и интенсивность соматического роста) в 1,2–1,5 раза выше, чем у более крупных особей (однолетки и старше).

3. У черноморского гребешка с различной окраской раковины (фенотипические группы) выявлены различия в показателях «мгновенной скорости» соматического роста. Определены фенотипы с высоким уровнем синтеза белковых структур – бежевый, фиолетовый и серо-коричневый. Моллюски, относящиеся к с фенотипу смешанного типа мульти, имели самые низкие показатели тканевого биосинтеза, в среднем в 2,5 раза ниже, чем у представителей других морф. Полученные результаты могут свидетельствовать о сопряженности ростовых процессов с окрасом раковин моллюска.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность младшему научному сотруднику отдела марикультуры и морской фармакологии ФГБУН ИМБИ С. Щурову за помощь в предоставлении исходного живого материала.

*Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом». Регистрационный N НИОКТР АААА-А18-118021490093-4*

## Список литературы

- Дивавин И. А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря. – 1984. – Вып. 2. – С. 48–51.
- Бондарев И. П. Таксономический статус *Flexopecten glaber ponticus* (Vucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889) – *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1788) из Черного моря // Морской биологический журнал. – 2018. – Т. 3, № 4. – С. 29–35.
- Кракатица Т. Ф. Распределение и запасы гребешка *Pecten ponticus* V.D. et D (Mollusca, Bivalvia) в Черном море // Зоологический журнал. – 1972. – Т. 51. – Вып. 1. – С. 136–138.
- Лисицкая Е. В. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Черное море) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2. – № 4. – С. 38–49.
- Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Мейоз, эмбриональное и личиночное развитие черноморского гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Vucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889) (Bivalvia, Pectinidae) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 50–57.
- Ревков Н. К., Щербань С. А. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9 (39). – С. 47–57.
- Ревков Н. К. Таксономический состав донной фауны крымского побережья Черного моря // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма. – Севастополь, 2003. – С. 209–218.
- Ревков Н. К. Черноморский гребешок *Flexopecten glaber ponticus* (Linnaeus, 1788) // Красная книга города Севастополя: Издат. Дом РОСТ- ДООАК, 2018. – Калининград – Севастополь, 2018. – С. 347–348.
- Скарлато О. А., Старобогатов Я. И. Класс двустворчатые моллюски – Bivalvia // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наукова думка. – 1972. – Т. 3. – С. 178–250.

Стадниченко С. В., Золотарев В. Н. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007-2008 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа – Севастополь ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – Вып. 20. – С. 248–261.

Спирин А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот // Биохимия. – 1958. – Т. 23, № 5. – С. 656–662.

Щербань С.А. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветковых морф мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 77–82.

Щербань С. А. Тканевые особенности белкового синтеза у двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bruguiere) в условиях нормы и при дефиците пищи // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія біол. Спец. вып. Гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 323–327.

Щербань С. А. Биохимические индикаторы пластического роста у представителей морских Bivalvia (Черное море) // Экосистемы. – 2018. – Вып. 14 (44). – С. 110–119.

Bowen K. L., Johannsson O. E., Smith R., Schlechtriem C. RNA/DNA and protein Indices in Evaluating Growth and Condition of Aquatic Organisms: A. Review // Annual Conference on Great Lakes Research. – 2005. – Vol. 48. – P. 34–39.

Clemmesen C. M. The effect of food availability, age, or size on the RNA/DNA of individual weasured herring larval: laboratory calibration // Marine Biology. – 1994. – Vol. 118, N 3. – P. 377–382.

Hetzel E. W., Wright D. A. The use of RNA/DNA ratios as an indicator of nutritional stress in the american oyster, *Crassostrea virginica* // Estuaries. – 1983. – Vol. 6, N 3. – P. 259–265.

Mayrand, E. J., Pellerin-Massicotte, Vincent B. Small scale variability of biochemical indices of growth in *Mya arenaria* (L) // Journal of Shellfish Research. – 1997. – Vol. 13. – P. 199–205.

Martinez G., Torres M., Uribe E. et all. Biochemical composition of broodstock and early juvenile Chilean scallops, *Argopecten purpuratus* L. held in two different environments // Journal of Shellfish Research. – 1992. – Vol. 11, N 2. – P. 307–313.

Megurk M. D., Kusser W. C. Comparision of three methods of measuring RNA and DNA Concentration of Individual Pacific Herring *Clupea pallasii* Larval // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1992. – Vol. – 49. – P. 967–974.

Robinson S. M, Ware D. M. Ontogenetic development of growth rates in larval Pasific herring, *Clupea harengus pallasii*, measured with RNA:DNA ration in the Stait of Georgia, British Columbia // Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences. – 1998. – Vol. 45, N 8. – P. 1422–1429.

Rooker J. R., Holt G. J. Application of RNA/DNA ratios to evaluate the condition and growth of larval and juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) // Marine Freshwater Research. – 1999. – Vol. 47. – P. 12–18.

Shcherban S. A. Tissue peculiarities of the protein anabolism in bivalve mollusk *Anadara inaequivalvis* in norm, under food deficit and anoxia // Hydrobiological Journal. – 2012. – Vol. 48, N 2. – P. 21–29.

Stillman H. B., Dahlhoff E. P., Somero G. N. Biochemical indicators of physiological state in the intertidal mussel *Mytilus californianus* // The Physiologist. – 1996. – Vol. 37. – P. 921.

**Shcherban S. A., Melnic A. V. Preliminary results of investigations of somatic growth processes of the Black sea mollusks *Flexopecten glaber ponticus* (Bivalvia, Pectinidae) in Carantine lagune (Sevastopol) // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 108–117.**

The paper presents a preliminary analysis of morphological, physiological, and biochemical parameters of somatic growth of the Black sea scallop, *Flexopecten glaber ponticus* from coastal biocenosis in the vicinity of Sevastopol. The species is one of the few marine Black sea mollusks, which is included into the Red Data Book of Sevastopol and the Republic of Crimea in the category “Decreasing population”. For three size groups with linear diameter 13–17, 21–24, 25–30 mm the peculiarities of soft tissue somatic growth were investigated. Analysis of total RNA in tissue homogenates has shown, that first and second groups (L=13–17 and L=21–24 mm, juvenile-stage mollusks) possess 1,2–1,5 times higher level of protein synthesis comparing to adult specimens. Population of the species contains 7 color morphs (phenotypes). Three phenotypes (beige, violet and grey-and-brown) were characterized with high level of protein synthesis. Mollusks of mixed “multi” phenotype have the lowest level of tissue biosynthesis, which was usually 2.5 times lower than that for other morphs. The results indicate that growth processes and the color of the mollusk shell are interconnected. The correlation dependences of the weight parameters have been calculated. The relationship between parameters is estimated by the Chaddock scale. Direct correlations between weight parameters with high correlation coefficients ( $r=0.97$ ,  $r=0.82$  and  $r=0.8$ ) were obtained for all mollusk groups. This indicates positive allometric growth.

**Key words:** *Flexopecten glaber ponticus*, phenotypic groups, total wet mass, total RNA, RNA/DNA index, protein synthesis, growth rates, bivalvia mussels.

Поступила в редакцию 12.02.19

УДК 597.2/5:627.81(571.1)

## Ихтиофауна водоемов-охладителей Забайкальского края: озеро Кенон и водоем-охладитель Харанорской ГРЭС

*Горлачева Е. П.*

*Институт природных ресурсов экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук  
Чита, Забайкальский край, Россия  
gorl\_iht@mail.ru*

В ходе исследований были получены материалы по видовому разнообразию водоемов-охладителей озера Кенон и Харанорского водохранилища. Показана тенденция изменений ихтиофауны, произошедшая за период эксплуатации водоемов. Приводится список рыб исследуемых водоемов. Показано, что наибольшие изменения в рыбном сообществе произошли в ходе интродукции окуня в озере Кенон, а также колебания уровня воды Харанорского водохранилища, и поступления дополнительного тепла. Показаны возможности использования растительноядных рыб для борьбы с цветением водоемов. Состав ихтиофауны водоемов-охладителей определяется климатическими условиями, а также географическим положением. Новые виды оказывают существенное влияние на аборигенную ихтиофауну. В озере Кенон чебаково-окунувый тип ихтиоценоза сменился на окунево-карасевый. В Харанорском водохранилище карасево-чебаково-жереховый ихтиоценоз сменился на трегубово-чебаковый. Дополнительное поступление тепла оказывает сильное влияние на реофильные виды рыб.

*Ключевые слова:* видовое разнообразие, ихтиофауна, фаунистические комплексы, озеро Кенон, водоем-охладитель Харанорской ГРЭС.

### ВВЕДЕНИЕ

Водоемы-охладители являются важным компонентом окружающей среды. Это могут быть как естественные, так и искусственно созданные водоемы. Дополнительное поступление тепла влияет на изменение биоразнообразия рыб, качество вод, микроклимат и другие параметры экосистем. Несмотря на это, водоемы-охладители на территории Забайкальского края изучены недостаточно полно. В связи с этим изучение рыб водоемов-охладителей представляет большой научный и практический интерес. Рассматриваемые водоемы относятся к Верхнеамурскому бассейну, а формирование ихтиофауны Харанорского водохранилища происходит в условиях аридности, что также способствует формированию особых условий обитания рыб.

Изучение видового разнообразия рыб, а также его изменения в водоемах-охладителях приобретает большое значение. Это в первую очередь связано с изменением условий обитания рыб, а во-вторых, с проведением различного рода мелиоративных и акклиматизационных работ. На территории Забайкальского края в настоящее время находится два водоема-охладителя – это озеро Кенон и Харанорское водохранилище.

Целью данной работы является изучение формирования ихтиофауны водоемов-охладителей озера Кенон (естественный водоем) и водоем-охладитель Харанорской ГРЭС (искусственный водоем), а также выявление изменений, произошедших в составе ихтиофауны за период от начала ввода в действие объектов энергетики и до настоящего времени.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Начало ихтиологических исследований на водоемах-охладителях Забайкальского края было начато с вводом в эксплуатацию в 1965 году Читинской ГРЭС и строительством в 1995 году Харанорской ГРЭС. Источником водоснабжения Читинской ГРЭС (ТЭЦ-1) является бессточное естественное озеро Кенон, относящееся к озерам Читино-Ингодинской впадины. Его площадь составляет 16,2 км<sup>2</sup>, объем 77 млн. м<sup>3</sup>, наибольшая длина 5,6 км, ширина 4,2 км, средняя глубина 4,8 м, наибольшая – 6,7 м. Озеро имеет полуэллипсоидальную форму (рис. 1а). Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС был образован в результате заполнения

водами реки Онон старого русла реки Турга, в месте слияния с рекой Онон, и пойменных озер Зеленое, Благодатное и Улан-Худа. Наливное водохранилище имеет площадь 4,1 км<sup>2</sup>, объем 15,6 млн. м<sup>3</sup>, среднюю глубину – 3,8 м (рис. 1*b*). В состав системы водоснабжения входят следующие сооружения: подводящий канал, береговая насосная станция, дренажный канал, водозаборный канал.

Сбор ихтиологического материала на озере Кенон проводился в 2012–2016 годах, на водоеме-охладителе Харанорской ГРЭС с 1995 по 2015 год. Также были использованы ранее полученные материалы. При этом был использован стандартный порядок сетей. При обработке полученных материалов применялись стандартные методы исследований (Правдин, 1966). Обработка материалов по питанию рыб проведена общепринятыми методами (Методическое пособие..., 1974).



Рис. 1. Карта-схема озера Кенон (а) и водоема-охладителя Харанорской ГРЭС (б)

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На структурно-функциональную организацию и разнообразие рыбных сообществ в водоемах-охладителях значительное влияние оказывает динамика уровневого режима, дополнительный сброс тепла и удлинение вегетационного периода. По мере срока увеличения использования озера Кенон и Харанорского водохранилища в качестве водоемов-охладителей все большее значение будет приобретать антропогенный фактор. По результатам наших исследований в составе озера Кенон было отмечено 12 видов рыб. В водоеме-охладителе 20 видов рыб.

Особенностью водоемов-охладителей является то, что в них существуют как аборигенные виды, так и интродуцированные. Видовой состав представлен в таблице 1. Несмотря на то, что оба водоема-охладителя относятся к Верхнеамурскому бассейну, они значительно отличаются по составу фаунистических комплексов. В озере Кенон доминируют представители бореально равнинного комплекса, а в водохранилище Харанорском преобладают представители китайского фаунистического комплекса (рис. 2).

Арктический пресноводный комплекс представлен сигом-хадары и налимом. Наиболее многочисленным среди представителей бореально предгорного комплекса является голян Лаговского. К представителями бореально равнинного комплекса относятся амурская щука, амурский чебак, озерный голян, сибирский пескарь, серебряный карась. К древнему верхнетретичному относятся сазан, сом, амурский плоскоголовый жерех. В водохранилище наиболее разнообразно представлен китайский фаунистический комплекс амурский чебачек, маньчжурский пескарь, пескарь-лень, владиславия, конь-губарь, трегубка.



## Видовой состав рыб озера Кенон и Харанорского водохранилища

Виды рыб	оз. Кенон	Харанорское вдхр.
Сем. Сиговые – Coregonidae		
Сиг-хадары – <i>Coregonus chadary</i> Dybowski	-	+ A
Сем. Щуковые – Esocidae		
Амурская щука – <i>Esox reichertii</i> Dybowski	+A	-
Сем. Карповые – Cyprinidae		
Амурский чебак – <i>Leuciscus waleckii</i> (Dybowski)	+ A	+ A
Озерный голянь – <i>Phoxinus perenurus</i> (Pallas)	+ A	+ A
Голянь Чекановского – <i>Phoxinus czekanowskii</i> Dybowski	+ A	-
Голянь Лаговского – <i>Phoxinus lagowskii</i> Dybowski	+ A	+ A
Амурский плоскоголовый или красноперый жерех – <i>Pseudaspius leptcephalus</i> (Pallas)	-	+ A
Амурский чебачек – <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel)	-	+ A
Сибирский пескарь – <i>Gobio gobio cynocephalus</i> Dybowski	-	+ A
Маньчжурский пескарь, чебаковидный пескарь – <i>Gnathopogon strigatus</i> (Regan)	+ Ч	+ A
Пескарь-губач Черского – <i>Sarcocheilichthys czerskii</i> (Berg)	-	+ A
Пескарь-лень – <i>Sarcocheilichthys sinensis</i> Bleeker	-	+ A
Владиславия – <i>Ladislavia taczanowskii</i> Dybowski Taranetz	-	+ A
Восьмиусый пескарь – <i>Gobiobotia pappenheimi</i> Kreyenber	-	+ A
Конь-губарь – <i>Hemibarbus labeo</i> (Pallas)	-	+ A
Амурский подуст-чернобрюшка – <i>Xenocypris argentea</i> (Basilewsky)	-	+ A
Трегубка – <i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> Berg	-	+ Ч
Обыкновенный амурский горчак – <i>Rhodeus sericeus sericeus</i> (Pallas)	+ A	+ A
Серебряный карась – <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	+ A	+ A
Сазан – <i>Cyprinus carpio haematopterus</i> T. et Schlegel	+ И	+ A
Сем. Вьюновые – Cobitidae		
Амурский вьюн – <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	+ A	-
Сибирская шиповка – <i>Cobitis melanoleuca</i> Nichols	+ A	-
Сем. Сомовые - Siluridae		
Амурский сом – <i>Parasilurus asotus</i> (Linne)	+ И	+ A
Сем. Косатковые – Bagridae		
Косатка-скрипун – <i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Richardson)	-	+ A
Сем. Налимовые – Lotidae		
Налим – <i>Lota lota</i> (Linne)	-	+ A

Примечания к таблице: А – аборигенные виды; И – интродуценты; Ч – чужеродные виды.

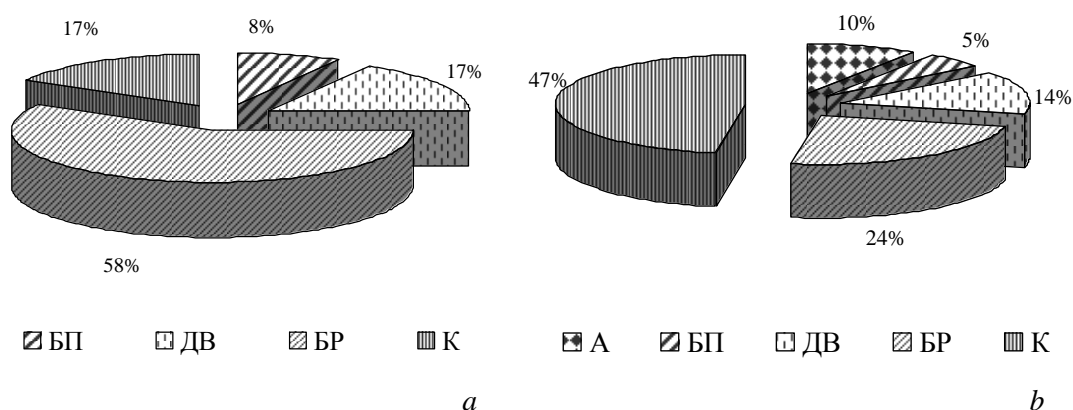


Рис. 2. Соотношение представителей фаунистических комплексов в двух водоемах Забайкальского края – в озере Кенон (а) и Харанорском водохранилище (b)

А – арктический пресноводный; БП – бореально предгорный; ДВ – древний верхнетретичный; БР – бореально равнинный; К – китайский фаунистические комплексы.

На первом этапе становления водохранилища в нем присутствовали представители арктического комплекса. Соотношение древнего верхнетретичного комплекса примерно одинаково. В озере Кенон преобладают представители бореально равнинного комплекса до 58 %, а водохранилище их доля составляет только 24 %. В водохранилище в составе ихтиофауны преобладают представители китайского фаунистического комплекса 47 %. В целом ихтиофауна водоемов-охладителей носит смешанный характер, который определяется климатическими условиями и географическим положением. Озеро Кенон расположено в междуречье Ингоды и ее левого притока реки Чита. Водохранилище расположено на Юго-Востоке Забайкальского края. Сумма активных температур для данных территорий составляет 1734 и 2014 соответственно.

Видовое разнообразие рыб изменялось как в сторону увеличения числа видов, так и их уменьшения (Горлачева, 2017). Состав ихтиофауны в водоемах-охладителях на протяжении периода исследований, изменялся неоднократно. Значительные перестройки рыбного сообщества озера Кенон связаны с вселением окуня *P. fluviatilis*, который появился здесь в 1919 году. После вселения окуня из состава ихтиофауны исчезли 3 вида гольянов и до настоящего времени их численность не восстановлена. Пересадка окуня из озера Иван (бассейн оз. Байкал) в озеро Кенон (бассейн Амура), явилась первым межбассейновым переносом рыб и началом акклиматизационных работ на территории Забайкальского края. В последующие годы в озере Кенон вселялись сазан, карась. Увеличение численности окуня, привело к перестройке структуры ихтиоценоза. За многолетний период ихтиоценоз из чебаково-окуневого сменился на окунево-карасевый тип (рис. 3). Вселенец постепенно вытеснил амурскую щуку и амурского чебака.

На начальном этапе формирования ихтиофауны Харанорского водохранилища разнообразие рыб достигала 20 (табл. 1). Среди доминирующих видов были амурский плоскоголовый жерех, конь-губарь. Однако в период минимального уровня воды, который пришелся на 1999 год, численность данных видов резко упала (рис. 4). Это очевидно связано с тем, что глубина водохранилища составляет всего 3,8, и при резком понижении уровня воды произошло увеличение температуры воды до критических отметок, что привело к гибели этих видов рыб.

В Харанорском водохранилище на первом этапе формирования сложился карасево-чебаково-жереховый ихтиоценоз, многочисленным был также конь-губарь. В настоящее время одним из основных структурных элементов рыбного населения стала трегубка, которая впервые была зарегистрирована в 1997 году (Горлачева и др., 1999). Постепенно ихтиоценоз

стал характеризоваться как чебаково-трегубово-карасевый. Однако с уменьшением численности карася серебряного он превратился в трегубово-чебаковый (рис. 5).

Использование озера Кенон и Харанорского водохранилища как водоемов-охладителей приводит к дополнительному поступлению тепла, которое составляет для озера Кенон 36 млн. Гкал./год, а для водоема-охладителя Харанорской ГРЭС более 4 млн Гкал./год. Изменение термического режима водоемов привело к тому, что из состава ихтиофауны Харанорского водохранилища выпали представители арктического комплекса сиг-хадары и налим. Произошло увеличение темпов роста амурского чебака, амурского плоскоголового жереха. Изменились сроки нереста рыб. В озере Кенон произошла смена трофической структуры ихтиоценоза (Gorlacheva, 2015).

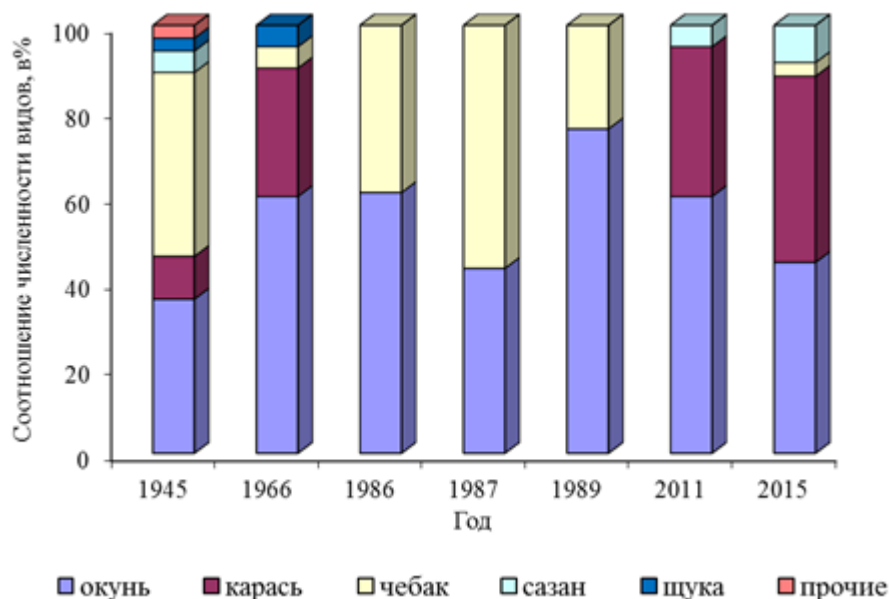


Рис. 3. Структура ихтиоценоза озера Кенон в разные годы

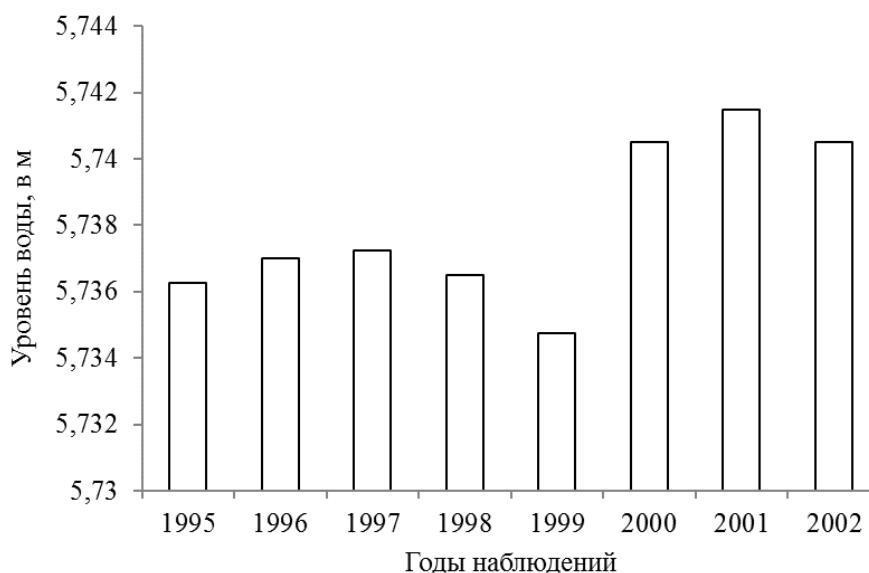


Рис. 4. Динамика среднегодовых значений уровня воды водоема-охладителя Харанорской ГРЭС (Водоем-охладитель, 2005)

Дополнительное поступление тепла привело к развитию высшей водной растительности и повышению численности фитопланктона, что вызвало необходимость использования растительноядных рыб, в качестве биологического мелиоратора. Интродукция растительноядных рыб в озеро Кенон проводилась в начале 70-х годов прошлого столетия, а в водоем-охладитель Харанорской ГРЭС с 2000 года и продолжают до настоящего времени (Водоем-охладитель..., 2005; Гурова и др., 1972). До настоящего времени в озере Кенон встречаются изредка растительноядные виды рыб, представленные особями предельных возрастных групп. Это связано с прекращением работ по вселению растительноядных рыб. В Харанорском водохранилище возраст растительноядных рыб достигает 11–13 лет. Все это говорит о благоприятных условиях нагула толстолобика и амура. Однако для поддержания их численности, необходимо проведение ежегодного запуска молоди.

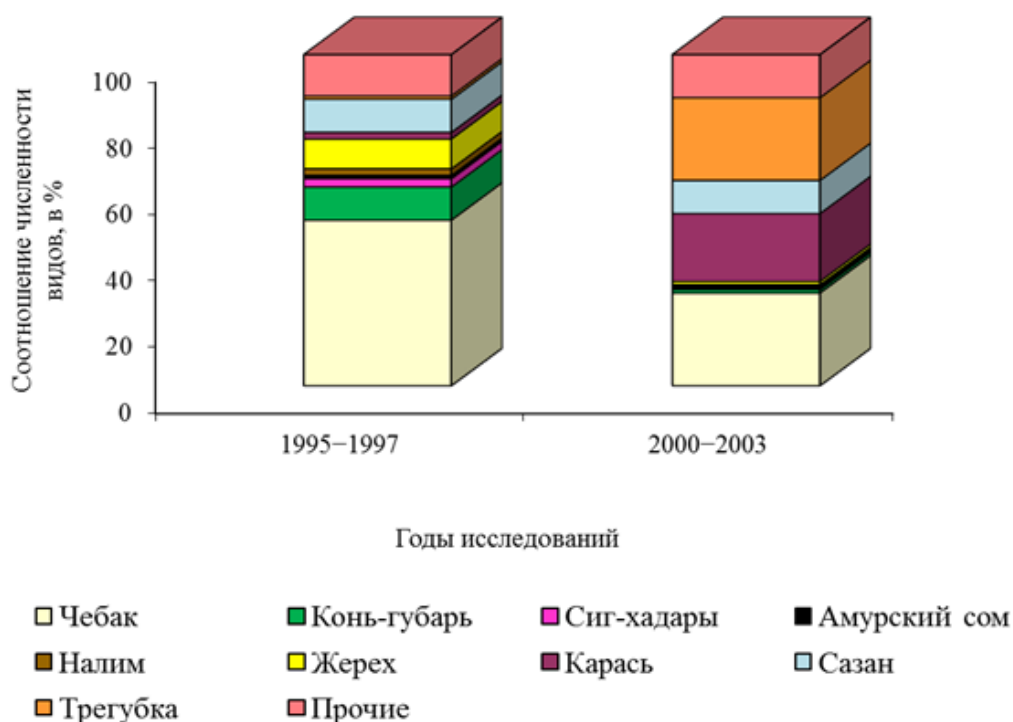


Рис. 5. Состав ихтиоценоза Харанорского водохранилища в разные годы

В озере Кенон и Харанорском водохранилище были предприняты попытки по подращиванию сиговых видов рыб байкальского омуля и пеляди, которые, однако, не дали положительных результатов из-за плохого качества воды и высоких температур (Базарова и др., 2012).

В 1998 году на Харанорском водохранилище проводились работы по выращиванию карпа в садках, который затем был выпущен в водохранилище. Однако большой численности он не достиг. В тоже время в водохранилище отмечены гибридные формы между карпом и сазаном, рост которых ниже, чем исходных форм (Горлачева, Афонин, 2009).

В последние годы многие рыбоводные мероприятия проводятся без соблюдения необходимых биологических обоснований, что привело к появлению маньчжурского пескаря в озере Кенон и ротана в прудах, расположенных в акватории озера (Горлачева, Афонин, 2012; Горлачева, Горлачев, 2015).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на формирование ихтиофауны в водоемах-охладителях Забайкальского края, сильное влияние оказывает ряд факторов. Это дополнительное поступление тепла, понижение уровня до минимальных величин, работы по интродукции и акклиматизации рыб.

Несмотря на то, что видовой состав рыб остается относительно стабильным, рыбное сообщество водоемов-охладителей испытывает значительную перестройку, вплоть до вытеснения отдельных аборигенных видов. Полученные материалы могут быть использованы для проведения мониторинга на водоемах-охладителях.

**Благодарности.** Автор глубоко благодарен А. В. Афонину за помощь в сборе и обработке материалов.

*Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX.137.1.1.*

## Список литературы

- Базарова Б. Б., Горлачева Е. П., Матафонов П. В. Виды-вселенцы озера Кенон (Забайкальский край) // Российский журнал биологических инвазий. – 2012. – Т. 5, № 3. – С. 20–27.
- Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. – Новосибирск.: Изд-во СО РАН, 2005. – 192 с.
- Горлачева Е. П., Афонин А. В., Михеев И. Е. О нахождении амурской трегубки *Opsariichthys uncirostris amurensis* Berg в реке Онон // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39, № 2. – С. 261.
- Горлачева Е. П., Афонин А. В. Особенности роста естественных гибридов плотвы *Rutilus Rutilus* (Linnaeus, 1758) и леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) карпа и амурского сазана *Suiprinus carpio haematopterus* Temminck et Schlegel, 1846 в водоемах Забайкальского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 4–9.
- Горлачева Е. П., Афонин А. В. О нахождении маньчжурского пескаря *Gnathopogon mantschuricus* (Cypriniformes; Cyprinidae) в бассейне озера Кенон // Вопросы ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 604–606.
- Горлачева Е. П., Горлачев В. П. Первая находка ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1817 (Perciformis: Odontobutidae) в прудах золошлакоотвала Читинской ТЭЦ-1 // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 2. – С. 132–136.
- Горлачева Е. П. Мониторинг состояния озера Кенон (на примере рыбного сообщества) // Матер. всерос. научной конф. «Проблемы экологического мониторинга». – М.: 2017. – С. 155–158.
- Гурова Л. А., Гуров В. П., Зубарева Э. Л., Пронин Н. М. Первый опыт выращивания молоди растительноядных рыб в прудах Читинской ГРЭС // Зап. Забайкал. Фил. ГО СССР. – 1972. – Вып. 62. – С. 58–73.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: 1974. – 252 с.
- Правдин Н.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. – 378 с.
- Gorlacheva E. P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depression // Italian Science Review. – 2015. – N 8. – P. 40–49.

**Gorlacheva E. P. The ichthyofauna of cooling water reservoir-coolers of Zabaykalsky krai: lake Kenon and Haranorskoe reservoir** // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 118–124.

Cooling water reservoirs are an important component of environment. They can be natural and artificial. Additional heat causes changes in fish biodiversity, water quality, microclimate and other ecosystem parameters. Cooling water reservoirs are not sufficiently studied in Zabaykalsky krai. In this regard, the study of fish species of cooling water reservoirs is of great scientific and practical interest. The research examines the reservoirs of Upper Amur basin. Formation of the ichthyofauna of Haranorskaya reservoir takes place in conditions of aridity contributing to the formation of special conditions for fishes. The aim of this paper is to study the formation of the ichthyofauna and species diversity of cooling water bodies of lake Kenon (natural reservoir) and Haranorskaya power station (artificial reservoir). The study reveals the tendency of changes of ichthyofauna during the period of exploitation of reservoirs and presents the list of fish species of the reservoirs. It is shown that the greatest changes in fish community resulted from introduction of a perch to lake Kenon, water level fluctuations and additional heat in Haranorskoye reservoir. The possibilities of use of herbivorous fish to control algae bloom in reservoirs are analyzed. The ichthyofauna composition in the cooling water bodies is determined by climatic conditions and geographical location. New species have a significant impact on the native ichthyofauna. The ichthyocenosis is changed from ide-perch to perch-crucian carp in lake Kenon and from crucian carp-ide-asp to piscivorous chub-ide in Haranorskoye reservoir. Additional heat input has a strong effect on rheophilic fish species.

*Key words:* species variety, ichthyofauna, faunistic complexes, lake Kenon, cooling water reservoir of Haranorskaya power station.

*Поступила в редакцию 20.01.19*

УДК 598.2(477.75)

## Новые сведения о птицах береговой зоны Севастополя

*Гирагосов В. Е.<sup>1</sup>, Бескаравайный М. М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского Российской академии наук  
Севастополь, Россия  
vitaly.giragosov@gmail.com*

<sup>2</sup> *Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН  
Феодосия, Россия  
karavay54@mail.ru*

Берега и прибрежная акватория Севастополя являются местом наиболее многочисленных на юге Крыма зимних скоплений гидрофильных птиц, транзитным районом отдыха и кормёжки для перелётных птиц, а также гнездовым биотопом некоторых видов. В результате орнитологических исследований, проведённых в бухтах северной части Гераклейского полуострова (Севастополь, Крымский полуостров, Чёрное море) в 2014–2019 годах, получены новые данные по 13 видам птиц. Три вида (белохвостый песочник, белощёкая и чёрная крачки) впервые отмечены в Севастопольском регионе. Для восьми видов (красношейная поганка, серая утка, большой крохаль, обыкновенный погоныш, травник, перевозчик, большой веретенник, обыкновенный зимородок) уточнены распространение, сроки пролёта и зимовки. Для одного вида, средиземноморской чайки, выявлены новые пункты гнездования в антропогенных биотопах. Впервые установлено гнездование испанской каменки в Севастополе. Интерес представляет зимняя встреча зимородка, ранее отмеченного в это время года только в середине XIX века. Впервые после 1856 года в Севастополе наблюдался обыкновенный погоныш. Уточнён современный статус красношейной поганки, как малочисленной регулярно зимующей и пролётной птицы, а также серой утки, как редкой зимующей и весеннепролётной птицы. Сведения о редких и малоизученных птицах Севастополя, в том числе об их численности, районах постоянного или временного обитания, биотопическом распределении, динамике миграций и поведении представляют интерес для уточнения современного природоохранного статуса этих видов в данном регионе. Выявление экологических особенностей обитания редких птиц имеет важное значение для оценки влияния антропогенной трансформации биотопов и (или) климатических изменений на состояние популяций этих видов птиц в Севастополе и Крыму.

*Ключевые слова:* птицы, Севастополь, Крымский полуостров, Чёрное море.

### ВВЕДЕНИЕ

Берега и прибрежная акватория Севастополя, особенно северной части Гераклейского полуострова, являются местом наиболее многочисленных на юге Крыма зимних скоплений гидрофильных птиц, транзитным районом отдыха и кормёжки для перелётных птиц, а также гнездовым биотопом некоторых видов.

Сведения о редких и малоизученных птицах береговой зоны Севастополя, в том числе об их численности, районах постоянного или временного обитания, биотопическом распределении, сезонной динамике, поведении представляют интерес в плане определения и (или) уточнения современного природоохранного статуса этих видов в конкретном регионе. Выявление особенностей указанных экологических аспектов, как возможного следствия антропогенной трансформации биотопов и (или) климатических изменений, также представляет интерес для прогноза состояния этих видов в Севастополе и Крыму.

Цель работы – уточнение сроков пребывания, биотопов и районов обитания некоторых редких и малочисленных птиц береговой зоны Севастополя и южного Крыма.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Использованы результаты регулярных учётов и эпизодических наблюдений гидрофильных птиц на берегах и прибрежной акватории Севастополя, преимущественно в северной части Гераклейского полуострова от бухты Солёная до бухты Артиллерийская в 2014–2019 годах (рис. 1). Наблюдения проводили с помощью бинокля с 10-кратным

увеличением. В ряде случаев, когда определение птиц в природе было затруднено, применяли фотографирование цифровой фотокамерой Canon PowerShot SX50 HS. Русские и латинские названия птиц даны по (Полный определитель птиц..., ч. 1 и ч. 2, 2014).

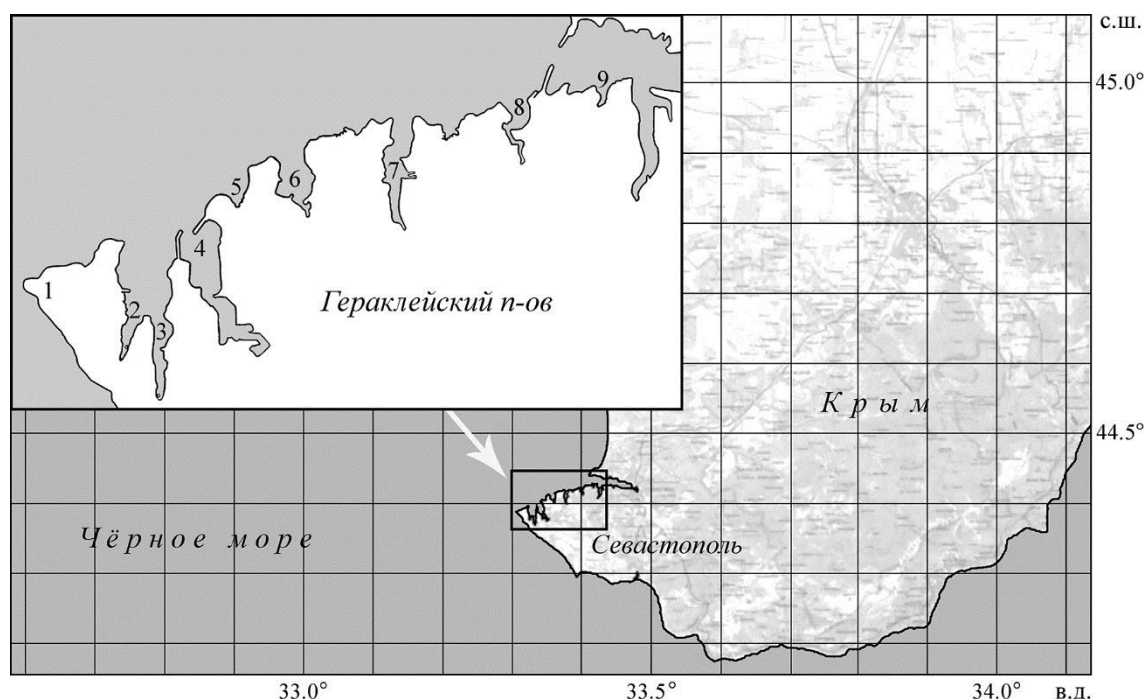


Рис. 1. Карта-схема районов наблюдений птиц в северной части Гераклейского полуострова (Севастополь)

Условные обозначения: 1 – мыс Херсонес, 2 – бухта Солёная (западная часть бухты Казачья), 3 – бухта Казачья (восточная часть), 4 – бухта Камышовая, 5 – бухта Абрамова, 6 – бухта Круглая, 7 – бухта Стрелецкая, 8 – бухта Карантинная, 9 – бухта Артиллерийская.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже представлена информация о 13 видах редких и малочисленных птиц береговой зоны Севастопольского региона, в том числе внесённых в Красную книгу Севастополя (2018), уточняющая их статус и сроки пребывания в данном регионе и на юге Крыма.

**Красношейная поганка *Podiceps auritus* (Linnaeus, 1758)** (рис. 2 а). Редкий зимующий и пролётный вид Крымского полуострова и горной его части (Бескаравайный, 2018а). Включена в Список объектов животного мира, занесённых в Красную книгу РФ (по состоянию на 1 сентября 2016 года) под категорией «2» (сокращающийся в численности и/или распространении) (Проект приказа..., 2016).

Ранние сведения о красношейной поганке в районе Севастополя (Blakiston, 1857; Irby, 1857) малодостоверны, поскольку содержат вероятность путаницы со сходным по размеру и окраске видом – черношейной поганкой (*P. nigricollis*) (Бескаравайный, 2018б). В конце XX – начале XXI веков известны единичные позднеосенние и зимние встречи (Клестов, Цвельх, 1999; Гирагосов, Бескаравайный, 2016). По мнению С. Ю. Костина (2016) данный вид в Севастополе «является скорее залётным, чем пролётным и зимующим». Однако результаты наблюдений в последние 3 года (табл. 1) подтверждают регулярную зимовку красношейной поганки по крайней мере в изучаемом районе Крыма.

В отличие от черношейной поганки, которая держится как на мелководьях и в бухтах, так и на открытой акватории, красношейная предпочитает сравнительно открытые приглубые участки моря, на которые приходится 90 % её регистраций.

Таблица 1

Наблюдения красношейной поганки в бухтах Севастополя в 2017–2019 годах

Дата	Место наблюдения	Количество особей	Дата	Место наблюдения	Количество особей
04.10.2017	б. Круглая	1	04.12.2018	б. Круглая	2
05.10.2017	там же	1	09.12.2018	б. Абрамова	1
18.10.2017	б. Казачья	1	16.12.2018	б. Круглая	2
05.11.2017	там же	1	21.12.2018	там же	1
18.11.2017	б. Круглая	2	29.12.2018	там же	1
25.11.2017	там же	3	05.01.2019	там же	2
25.11.2017	б. Казачья	1	08.01.2019	б. Абрамова	1
09.12.2017	там же	2 (в т. ч. 1 mort.)	13.01.2019	б. Круглая	1
27.12.2017	там же	1	20.01.2019	б. Абрамова	2
07.01.2018	там же	1	27.01.2019	б. Круглая	1
10.02.2018	там же	1	30.01.2019	там же	1
21.03.2018	б. Артиллерийская	1	30.01.2019	б. Абрамова	2
04.09.2018	там же	1	03.02.2019	б. Круглая	1
16.09.2018	б. Казачья	1	10.02.2019	там же	1
02.12.2018	там же	2	16.02.2019	там же	4

**Серая утка *Anas strepera* Linnaeus, 1758.** В Крыму – малочисленная гнездящаяся, пролётная и зимующая птица (Гринченко, 2009); в прибрежных районах горной части известно лишь несколько встреч во второй половине зимы и начале весны (Клестов, Цвелых, 1999; Бескаравайный, 2008).

В прибрежье Севастополя серая утка отмечалась в мае – начале июня 1856 года (Irby, 1857), в последние десятилетия – как редкая в конце февраля и марте (Клестов, Цвелых, 1999; Гиригосов, Бескаравайный, 2016). Согласно зимним наблюдениям последних двух лет, диапазон пребывания вида в регионе значительно шире: в бухтах Круглая – 08.01.2017 (самец) и Солёная – 02–16.12.2018 (3 самца и 1 самка) и 03.01.2019 (4 самца и 1 самка). Таким образом, полученные данные позволяют определить современный статус серой утки в изучаемом регионе и Горном Крыму как редкий зимующий и, возможно, весеннепролётный вид.

**Большой крохаль *Mergus merganser* Linnaeus, 1758.** В Горном Крыму редок на зимовке и пролёте (Костин, 1983; Бескаравайный, 2008).

У Севастополя ранее наблюдался зимой (Irby, 1857), добыт в августе 1878 года и 19.03.1898 (фонды ЗИН) (Костин, 1983); в последние годы этот вид четырежды регистрировали в бухте Круглая: 10.01.2017 (самка) (личное сообщение М. И. Стефановича), 04.12.2018 (самец), 13.01.2019 (самка) и 05.02.2019 (самка) (наши наблюдения).

**Обыкновенный погоныш *Porzana porzana* (Linnaeus, 1766)** (рис. 2 б). В Крыму известен как пролётный (Костин, 1983), для горной его части (Крымский заповедник) в последние годы указан как редкий вид (Костин, 2014).

Единственное наблюдение в районе Севастополя датировано апрелем 1856 года (Irby, 1857). Нами одиночная птица отмечалась 02–11.09.2018 в зарослях тростника в вершинной части бухты Круглая (4 наблюдения).

**Травник *Tringa totanus* (Linnaeus, 1758).** В Крыму – гнездящаяся перелётная, пролётная и редкая зимующая птица (Костин, 1983; Бескаравайный, 2012).

Первые сведения о зимовке травника на юге Крыма (Севастополь) получены в 2005–2008 годах, в вершинной части бухты Солёная, представляющей собой западный «рукав» бухты Казачья (Бескаравайный, 2008). Наблюдения последних лет (21.01.2016 (2 особи), 05.11.2017–



22.02.2018 (1–2 ос.), 02.12.2018–3.01.2019 (2 ос.) и 09.02.2019 (1 ос.) подтверждают регулярную зимовку травника в этом районе.

**Перевозчик *Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758).** В Горном Крыму – обычный пролётный (Бескаравайный, 2008) и редкий гнездящийся (Костин, 1983) вид.

Для Севастополя указан как гнездящийся в долинах рек Чёрная, Бельбек и у водотоков в окрестностях Чернореченского водохранилища (Красная книга..., 2018), однако конкретных данных, подтверждающих гнездование, нет. Имеющиеся наблюдения (Blakiston, 1857; Irbis, 1857; Goebel, 1874; Клестов, Цвельх, 1999; Гирагосов, Бескаравайный, 2016) укладываются в сроки миграций. Внесён в Красную Книгу города Севастополь (Красная Книга..., 2018) как сокращающийся в численности вид.

Наблюдения трёх последних лет в бухтах Севастополя существенно уточняют сроки пребывания перевозчика на юге полуострова (табл. 2) – впервые для Крыма вид зарегистрирован в октябре. Птицы встречались преимущественно на берегах с песчано-илистым грунтом в вершинных частях бухт.

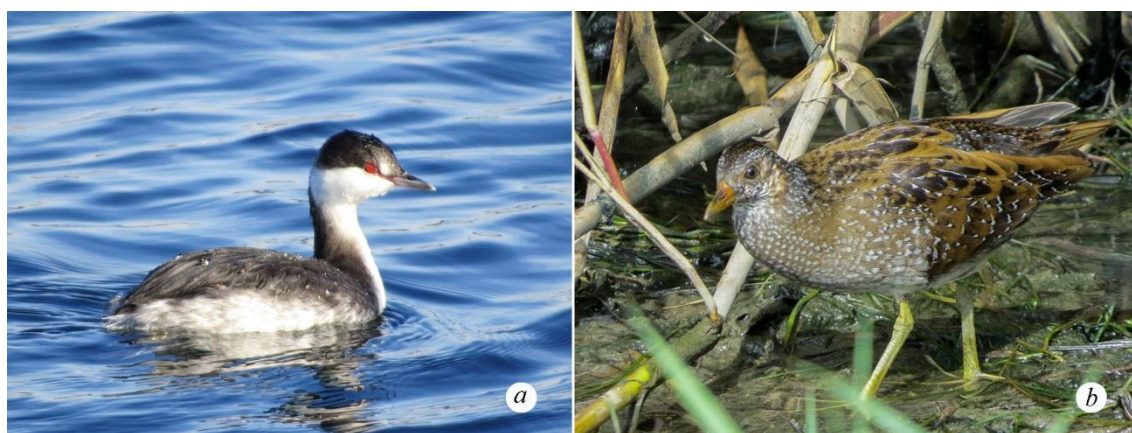


Рис. 2. Красношейная поганка (бухта Круглая, 04.12.2018) (a) и обыкновенный погоныш (бухта Круглая, 11.09.2018) (b) (фото В. Е. Гирагосова)

Таблица 2

Наблюдения перевозчика в бухтах Севастополя в 2016–2018 годах

Дата	Место наблюдения	Количество особей	Дата	Место наблюдения	Количество особей
07.09 2016	б. Круглая	1	19.08.2018	б. Круглая	2
31.08 2017	там же	1	26.08.2018	б. Казачья	4
14.09.2017	б. Стрелецкая	1	14.09.2018	б. Круглая	1
04.08.2018	там же	2	09.10.2018	там же	1
12.08.2018	б. Круглая	1	16.10.2018	там же	1

**Белохвостый песочник *Calidris temminckii* (Leisler, 1812)** (рис. 3 a). В Горном Крыму очень редок – для Южного берега был указан только в первой половине XIX века в мае, июле и августе (Nordmann, 1840), последние годы – в августе 2013 года (Бескаравайный, 2015).

Единственная встреча в Севастополе – 01.05.2016 в районе мыса Херсонес; 1 особь держалась у дождевых луж в 40 м от береговой линии моря.

**Большой веретенник *Limosa limosa* (Linnaeus, 1758).** В начале XX века был добыт весной в предгорьях (Молчанов, 1906); впоследствии встречался на востоке Южного берега Крыма как весеннепролётный (Бескаравайный, 2018a), и единично – в Севастопольском

регионе (междуречье Бельбека и Качи) в марте (Клестов, Цвелых, 1999). Указание на зимовку у Севастополя (Шадрина и др., 2002), скорее всего, ошибочно.

Нами веретенник наблюдался 12–14.04.2018 в вершинной части бухты Круглая. Птица кормилась на мелководье, перелетая между берегами бухты и подвергаясь периодическим нападениям чаек (хохотуньи *Larus cachinnans* и (или) средиземноморской *L. michahellis*).

**Средиземноморская чайка *Larus michahellis* J. F. Naumann, 1840.** На юге Крыма регулярное гнездование на крышах зданий наблюдалось с 2001 года (Бескаравайный, 2006); крайний западный пункт гнездования в этом биотопе зафиксирован в поселке Санаторное (Костин, 2009) (в указанных работах вид приводится под названием хохотунья *Larus cachinnans*).

В 2014–2018 годы отдельные пары, гнездящиеся на гидросооружениях и крышах зданий, регулярно регистрировались в Гагаринском и Ленинском районах Севастополя. Места гнездования находились как непосредственно на берегу моря (рис. 3 *b*), так и на расстоянии до 300 м от него. Слётков наблюдали в июне–июле (2014–2018 гг.) в городских кварталах и на берегу моря.



Рис. 3. Белохвостый песочник (мыс Херсонес, 01.05.2016) (*a*) и гнездо средиземноморской чайки (*b*) на заградительном моле в бухте Карантинная (26.05.2014) (фото В. Е. Гиригосова)

**Чёрная крачка *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758).** В Горном Крыму (восточная часть Южного берега) очень редка на весеннем и осеннем пролётах (Бескаравайный, 2008).

В Севастополе весеннепролётные птицы впервые наблюдались 23.04.2017 в бухте Круглая (1 особь) и 21–30.04.2017 у восточного берега бухты Карантинная (1–3 особи).

**Белощёкая крачка *Chlidonias hybridus* (Pallas, 1811).** В горной части Крыма (восток Южного берега) встречалась эпизодически с 1989 года (Бескаравайный, 2006). У Севастополя одиночная особь впервые отмечена во время весеннего пролёта (22.04.2017) в вершинной части бухты Круглая.

**Обыкновенный зимородок *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758).** В Крыму это гнездящийся перелётный, пролётный и редкий зимующий вид (Цвелых, 2001; Бескаравайный, 2012).

У Севастополя мигрирующие птицы встречались в весенний, позднелетний и осенний периоды (Irby, 1857; Никольский, 1891/92; Клестов, Цвелых, 1999; Гиригосов, Бескаравайный, 2016), зимой – только однажды (Irby, 1857).

Наблюдения, проведённые в 2015 году (Гиригосов, Бескаравайный, 2016) и последующие три года (табл. 3), существенно уточняют сроки пребывания зимородка в регионе. Максимум его наблюдений, в отличие от других районов южного Крыма (Бескаравайный, 2008), пришёлся не на апрель, а на период осенней миграции с пиком числа регистраций в сентябре (рис. 4). В этот же период года наблюдалась и относительно более высокая численность птиц – локально до 4 особей (табл. 3).

Интерес представляет зимняя встреча зимородка (табл. 3), ранее отмеченного в это время года только в середине XIX века (Irby, 1857). Поведение данной особи свидетельствовало о сложных условиях зимовки – в течение 30 мин зимородок предпринял лишь одну (неудачную) попытку поймать добычу в условиях ветреной погоды, беспокойного моря, низкой прозрачности воды и отсутствия (по визуальной оценке) мелких пелагических рыб на мелководье.

Таблица 3

Наблюдения обыкновенного зимородка в бухтах Севастополя в 2016–2018 годах

Дата	Место наблюдения	Количество особей	Дата	Место наблюдения	Количество особей
17.09.2016	б. Круглая	4	22.07.2018	б. Круглая	1
04.11.2016	там же	1	04.08.2018	б. Стрелецкая	1
18.04.2017	там же	2	06.08.2018	б. Круглая	4
29.04.2017	там же	1	11.09.2018	б. Стрелецкая	2
07.09.2017	там же	2	16.09.2018	б. Казачья	1
14.09.2017	б. Стрелецкая	1	02.10.2018	б. Круглая	2
14.09.2017	б. Круглая	1	09.10.2018	там же	1
01.04.2018	там же	1	22.12.2018	там же	1

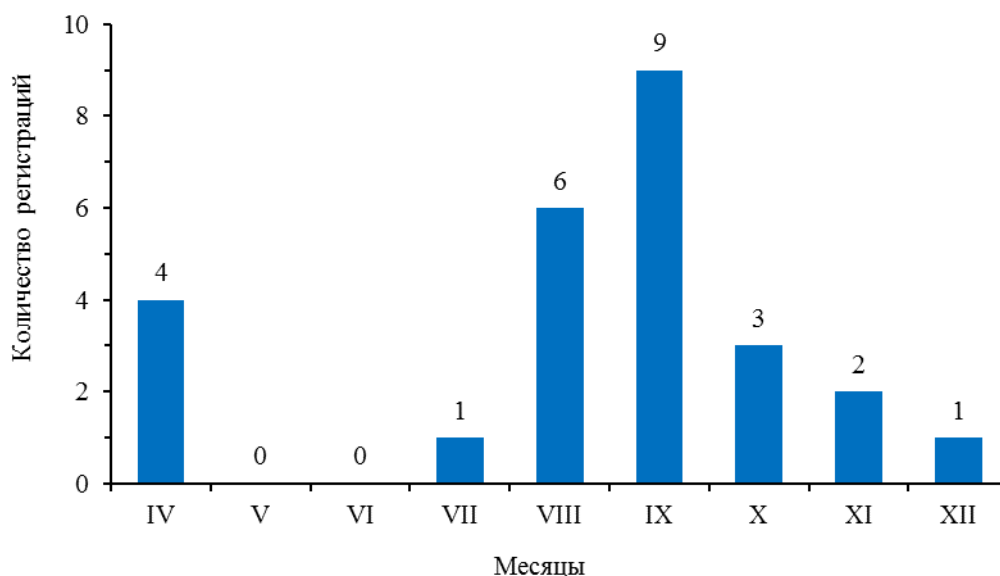


Рис. 4. Распределение регистраций обыкновенного зимородка по месяцам в бухтах Севастополя по материалам 2015–2018 годов

**Испанская каменка *Oenanthe hispanica* (Linnaeus, 1758).** Достоверных данных о размножении испанской каменки в Севастополе в литературе нет. Самку, выкармливающую трёх слётков, мы наблюдали 23.06.2018 в районе восточного мола Камышовой бухты; пару, выкармливающую птенцов в гнезде – 04–12.06.2019, в 120 м севернее. Место расположения гнезда – ниша обрывистого скального берега. Окраска самца соответствовала цветовой морфе «aurita» – с белым горлом (рис. 5 b). Характерной особенностью наблюдаемых самок являлась чёрная окраска горла и боковых частей шеи (рис. 5 a).

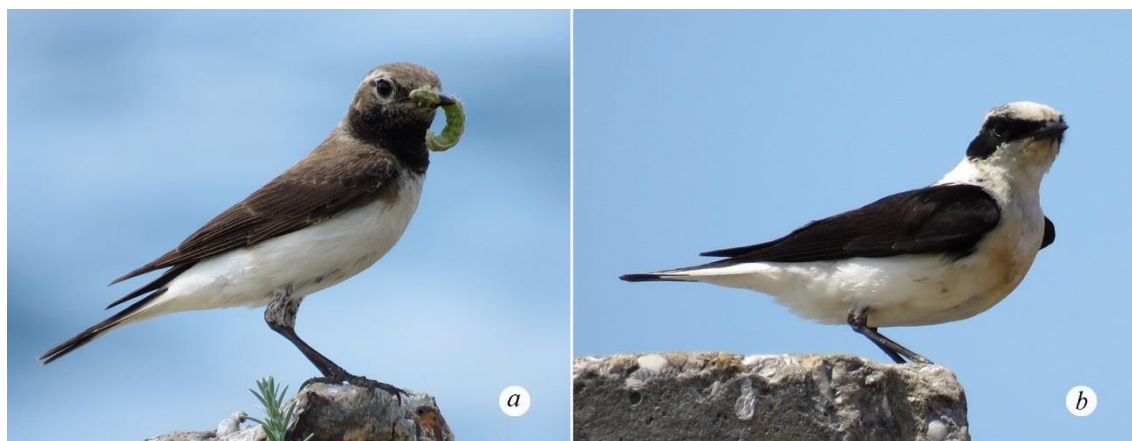


Рис. 5. Испанская каменка (у восточного мола Камышовой бухты, 12.06.2019): самка с кормом (а) и самец (b) (фото В. Е. Гиригосова)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате орнитологических исследований, проведённых в бухтах Севастополя в 2014–2019 годах, получены новые данные, уточняющие видовой состав птиц береговой зоны этого региона. Впервые здесь отмечены три вида: белохвостый песочник, белощёкая и чёрная крачки. Для восьми видов уточнены особенности распространения, сроки пролёта, зимовки (красношейная поганка, серая утка, большой крохаль, обыкновенный погоньш, травник, перевозчик, большой веретенник, обыкновенный зимородок); для средиземноморской чайки выявлены новые пункты гнездования в антропогенных биотопах; впервые установлено гнездование испанской каменки.

**Благодарности.** Авторы выражают признательность к. б. н. И. Е. Драпун (ИМБИ) за помощь в подготовке публикации, М. И. Стефановичу за сведения о наблюдениях большого крохала, травника и испанской каменки, д. б. н. В. П. Белику (ЮФУ) и к. б. н. А. Б. Поповкиной (МГУ) за оказание консультативной помощи.

*Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», № АААА-А18-118020890074-2 и ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН» по теме «Изучение биоразнообразия и ландшафтной структуры Юго-Восточного Крыма, мониторинг биотических и абиотических компонентов региональных экосистем», № АААА-Ф16-11622510087-5.*

### Список литературы

- Бескаравайный М. М. Сезонная динамика численности и распределения чайковых птиц в южном Крыму // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2006. – Вып. 9. – С. 56–84.  
 Бескаравайный М. М. Птицы морских берегов южного Крыма. – Симферополь: Н.Орианда, 2008. – 160 с.  
 Бескаравайный М. М. Птицы Крымского полуострова. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. – 336 с.  
 Бескаравайный М. М. Некоторые итоги орнитологических исследований на юго-востоке Крыма в начале XXI века // 100 лет Карадагской научной станции (сб. научн. тр.). – Симферополь: Н.Орианда, 2015. – С. 355–360.  
 Бескаравайный М. М. Птицы // Биология Чёрного моря у берегов Юго-восточного Крыма [Ред. Н. С. Костенко]. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018а. – С. 143–157.  
 Бескаравайный М. М. О современном статусе красношейной поганки (*Podiceps Auritus* (Linnaeus 1758)), Aves, Podicipediformes) в Крыму // Зоологический журнал. – 2018б. – Т. 97, № 4. – С. 422–425.  
 Гиригосов В. Е., Бескаравайный М. М. Сезонная динамика гидрофильного орнитокомплекса бухты Круглая (Севастополь) // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 12–21.

- Гринченко А. Б. Изменение гнездовой фауны гусеобразных Крыма, связанные с антропогенной сукцессией Сиваша и степной части полуострова // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2009. – Вып. 12. – С. 59–69.
- Клестов Н. Л., Цвелых А. Н. Сезонная динамика орнитофауны междуречья Бельбека и Качи // Проблемы изучения фауны юга Украины (сб. научных статей). – Одесса: Астропринт; Мелитополь: Бранта, 1999. – С. 65–79.
- Костин С. Ю. Новые сведения о хохотунье, *Larus cachinans* (Laridae), на Южном берегу Крыма // Вестник зоологии. – 2009. – Т. 43, № 2. – С. 184.
- Костин С. Ю. Птицы Крымского природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – 2014. – № 5. – С. 122–204.
- Костин С. Ю. Раритетная фауна птиц Севастополя // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – 2016. – № 7. – С. 261–286.
- Костин Ю. В. Птицы Крыма. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
- Красная книга города Севастополя / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДООАФК», 2018. – 432 с.
- Молчанов Л. А. Список птиц Естественно-исторического музея Таврического губернского земства // Материалы к познанию флоры и фауны Российской империи. Отдел зоологический. – 1906. – Вып. 7. – С. 248–301.
- Никольский А. М. Позвоночные животные Крыма // Записки императорской Академии наук: Приложение № 4 к 68-му тому. – СПб, 1891/1892. – 484 с.
- Полный определитель птиц европейской части России. Часть 1 / [Ред. М. В. Калякин]. – М: ООО «Фитон XXI», 2014. – 268 с.
- Полный определитель птиц европейской части России. Часть 2 / [Ред. М. В. Калякин]. – М: ООО «Фитон XXI», 2014. – 288 с.
- Проект Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ «Об утверждении Списков объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и исключенных из Красной книги Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Информационно-правовой портал Гарант.ру. – 2016. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56583565> (просмотрено 15.06.2019).
- Цвелых А. Н. Гнездование зимородка в Крыму // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2001. – Вып. 4. – С. 146.
- Шадрина С. Н., Соловьев А. И., Шадрин Н. В., Шик Н. В. Зимующие в акватории Севастополя птицы, как ресурс устойчивого развития туризма // Проблемы устойчивого развития приморских городов. – Севастополь: Акватита, 2002. – С. 178–185.
- Blakiston T. The bird of Crimea // Zoologist. – 1857. – Vol. 6. – P. 5672–5680.
- Goebel H. Ornithologische Notizen aus der Krim // Journal für Ornithologie. – 1874. – Vol. 22. – P. 447–455.
- Irby L. H. List of birds observed in the Crimea // Zoologist. – 1857. – Vol. 2. – P. 5353–5362.
- Nordmann A. 1840. Observations sur la Fauna Pontique // Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, execute en 1837, sous la direction de M. Anatole de Demidoff. Paris. – 1840. – T. 3. – P. 1–756.

**Giragosov V. E., Beskaravayny M. M. New information on birds of the coastal zone of Sevastopol // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 125–132.**

The shores and coastal waters of Sevastopol are the places of highest concentration of hydrophilic birds in the southern Crimea in winter. These places are also the transit areas for the rest and feeding of migratory birds as well as the nesting biotope of some species. Ornithological studies conducted in the bays of the northern part of the Herakleian Peninsula (Sevastopol, Crimea, Black Sea) in 2014–2019 revealed new data on 13 species of birds. Three species (Temminck's stint, whiskered tern and black tern) were first recorded in Sevastopol region. Species distribution, periods of transit and wintering were specified for eight species (Slavonian grebe, gadwall, goosander, spotted crane, common redshank, common sandpiper, black-tailed godwit, common kingfisher). New nesting points of the yellow-legged gull in anthropogenic biotopes were identified. Moreover, black-eared wheatear nesting was registered in Sevastopol (for the first time). Seeing the kingfisher in winter is of great interest. The species was previously recorded in this season only in the middle of XIX century. The spotted crane was found in Sevastopol the first time after 1856. The current statuses of the Slavonian grebe as a not numerous regularly wintering and migrating bird, and also the gadwall as a rare wintering and spring-passage bird were clarified. Information about rare and little-studied birds of Sevastopol, including their numbers, areas of permanent or temporary habitat, biotopical distribution, migration dynamics and behavior help to understand current conservation statuses of these species in this region. Identification of the ecological features of the habitat of rare birds is important for assessment of the impact of anthropogenic transformation of biotopes and (or) climate change on the state the populations of these bird species in Sevastopol and Crimea.

*Key words:* birds, Sevastopol, Crimean Peninsula, Black Sea.

*Поступила в редакцию 15.06.19*

УДК 574.3:599.323.45

## Обзор методов учета крыс в урбанизированной среде

Зорина А. А., Киреева М. Л.

Петрозаводский государственный университет  
Петрозаводск, Россия  
zor-nastya@yandex.ru

Мониторинг населения синантропных серых крыс, в первую очередь, направлен на оценку численности животных и предусматривает мероприятия по снижению их количества за счет ликвидации их местообитаний (уменьшение емкости среды) и собственно дератизации или их истребления. Выделяют четыре направления учета крыс в городских условиях: оценка абсолютной и относительной численности населения зверьков, определение их встречаемости и оценка их местообитаний. Параллельное картирование результатов учета численности и особенностей распределения крыс (бонитировка их мест обитания и оценка емкости угодий) в урбанизированной экосистеме позволит проводить экстраполяцию данных на другие объекты аналогичного качества с перспективой охвата всей городской территории. Однако анализ способов оценки населения грызунов показал отсутствие универсальной методики определения количества синантропных крыс. Основная рекомендация по организации мониторинга заключается в оценке направления изменения численности животных, определения трендов сокращения или увеличения их населения в урбанизированной экосистеме с достаточной точностью и с минимальными усилиями. Мониторинг населения серых крыс является важным научным направлением по изучению процесса синантропизации и синантропных видов млекопитающих на популяционном уровне, и в то же время имеет непосредственное практическое применение при проработке регламента по контролю и стабилизации численности крыс в городской среде, поддержании их количества на относительно низком уровне.

*Ключевые слова:* *Rattus norvegicus*, урбанизированные экосистемы, мониторинг, методы оценки численности.

### ВВЕДЕНИЕ

Городская среда, как особая экосистема, не имеющая естественных аналогов, характеризуется оптимальными условиями для существования видов синантропов. Урбанизированная территория обеспечивает серых крыс многими благоприятными условиями (Распространение..., 1985; Арутюнян, Дулицкий, 1992; Дератизация..., 2011):

- достаточно высокая температура в любое время года,
- минимальный уровень пресса со стороны хищников и конкурентов,
- надежные укрытия, места для гнезδοстроения, питания и размножения (подвалы, первые этажи, кладовые, кухни, склады и другие),
- минимальное колебание кормовой базы (мусорные баки и их перегрузка, свалки, мусор на улицах).

Серая крыса характеризуется высокой конкурентоспособностью среди других видов синантропов (Карасева, Телицына, 1996; Timm, 2005; Caut et al., 2007; Tobin, Fall, 2018), а город обеспечивает наиболее полную реализацию репродуктивного потенциала животных, при которой население зверьков может достигать значений плотности в несколько раз превышающих учеты в естественных оптимумах (Серая крыса..., 1990; Арутюнян, Дулицкий, 2011). Распространения и рост численности крыс может приводить к природно-очаговым инфекционным заболеваниям человека и многих животных (в том числе, домашних). Грызуны наносят огромный экономический ущерб народному хозяйству (Серая крыса..., 1990; Путин и др., 2012; Рыльников, Богачева, 2016).

Контроль численности грызунов, разработка совершенных и эффективных мер борьбы с ними невозможны без оценки их количества или проведения мониторинговых работ на учетной территории (в городе, населенном пункте и так далее).

Цель данного обзора – провести теоретический анализ методов количественной оценки серых крыс в городских экосистемах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Мониторинг распространения и численности серых крыс.** Распространение серой крысы, или пасюка, (*Rattus norvegicus* Berk.) тесно связано с особенностями жизнедеятельности человека. Расширяя свой ареал, пасюк может жить как в естественных местообитаниях, так и на фермах, складах и предприятиях пищевой промышленности, а также в городской среде (Распространение..., 1985; Купсуралиева, 2012; Рыльников, Богачева, 2016). Урбанизация населения стимулирует экспансию крыс, а численность вида сохраняется на высоком уровне, несмотря на реализацию мер по ее сокращению. Крайне сложно полностью устранить грызунов, а их восстановление проходит быстро. Они характеризуются высокой экологической пластичностью (валентностью). Среди адаптивных признаков данных животных хорошо известны «реакция избегания» токсичных приманок и «физиологическая устойчивость» (аверсия и неофобия) к ядам (МУ 3.5.3.2949-11, 2011; Fagerstone et al., 2012). При проработке регламента по контролю численности крыс в городах России допускается такое их количество, при котором риски от их жизнедеятельности оказываются минимальными для человека и среды его обитания (Дератизация..., 2011).

Для регуляции количества зверьков необходим постоянный учет их населения. Мониторинговые работы предваряют мероприятия по снижению численности крыс, включая ликвидацию их местообитаний (уменьшение емкости среды) и собственно дератизацию или их истребление.

Учет численности грызунов в населенных пунктах принято проводить два раза в год для оценки состояний популяций крыс перед началом их размножения (март – апрель) и до вселения грызунов из открытых стаций в строения в период их максимальной численности (октябрь – ноябрь) (Дератизация..., 2011; Fagerstone et al., 2012). Оценку численности животных проводят также до и после дератизационных мероприятий для анализа их эффективности, в «горячих точках» (местах высокой концентрации крыс), при проведении научно-исследовательских работ и так далее (Попков и др., 2007; Байоми, 2008; Auerbach, 2014).

Можно выделить четыре направления количественной оценки серых крыс в городских условиях: оценка абсолютной и относительной численности населения зверьков (Timm, 2005; МУ 3.5.3.2949-11; Fagerstone et al., 2012; Desoky, 2015), учет их встречаемости (Whisson et al., 2005; МУ 3.5.3.2949-11; Desoky, 2015) и оценка их местообитаний (Дератизация..., 2011; Auerbach, 2014).

**Встречаемость особей.** Данные методы основаны на оценке наличия или отсутствия вида на конкретной территории – простая бинарная оценка (Whisson et al., 2005). Это косвенные методы предварительного анализа для предоставления заключения о целесообразности проведения дальнейших мероприятий:

1. Непосредственное наблюдение живых зверьков в ночное или дневное время (Карасева, Телицына, 1996). Если в светлое время суток в поле зрения наблюдателя находятся единичные особи, то крыс в помещении много, если же целые группы – то очень много;

2. Опрос местного населения (Карасева, Телицына, 1996; МУ 3.5.3.2949-11);

3. По следам жизнедеятельности крыс (Карасева, Телицына, 1996; Дератизация..., 2011; Whisson et al., 2005; Desoky, 2015): отпечатки лап и хвоста на мягкой земле или песке, в зимнее время по следам на снегу, наличие экскрементов (моча крыс флуоресцирует в ультрафиолетовом свете), потребление пищи, жилые норы, погрызы, пятна жира на стенах, звуки движения в стенах и на чердаках, беспокойство домашних животных (пристально глядят на пустые стены), повреждения разложенных пакетов с приманкой и так далее;

4. Блоковый мониторинг: следовые плиты, мониторинговые блоки и жевательные карты (Whisson et al., 2005).

Оценка встречаемости крыс субъективна, однако незаменима для рекогносцировки, после чего используются другие методы учета (Карасева, Телицына, 1996; МУ 3.5.3.2949-11).

**Учет местообитаний крыс.** Оценка наличия и обилия признаков, определяющих емкость среды обитания крыс, производится по отдельности. Характеристики (кормовая база,

водные объекты и убежища) оценивают по пяти бальной шкале, где 0 – отсутствие признака, а 1–5 – показатели его количественного выражения. Для оценки экологически сходных местообитаний грызунов рассчитывается среднее арифметическое из суммарных баллов по отдельным объектам или территориям, при этом точность будет зависеть от количества обследованных участков. Балльную оценку переводят в качественную, согласно следующей шкале: 0–3 – очень низкая, 4–7 – низкая, 8–15 – средняя, 16–24 – высокая, 25–36 – очень высокая емкость среды для обитания крыс. Средние показатели суммарной балльной оценки наносятся на карту в виде условных обозначений, соответствующих качественным показателям благоприятности условий обитания зверьков (Дератизация..., 2011).

**Оценка абсолютной численности.** Для примера рассмотрим два метода:

1. Мечение с повторным отловом (экз. га). Животных отлавливают в живоловки, метят любым способом (отрезание шерсти на разных участках тела, метки лаком или краской, ампутация пальцев и так далее) и выпускают. При проведении повторных отловов, определяют долю меченых животных и дают оценку общей абсолютной численности (Карасева, Телицына, 1996; Whisson, 2005; Fagerstone et al., 2012).

Для маркировки (мечения) крыс также используются: рентгеноконтрастные агенты, красители Родамин Б, масло Дюпон синий, транспондеры и так далее. Возможно мечение с использованием радиотелеметрического оборудования и техники; пример одной из многих инноваций – развитие радио-воротника с застежкой для мелких грызунов (использование пластиковых крепежей изменило процесс крепления, теперь он составляет несколько секунд). Групповое мечение производится за счет доставки маркеров в организм животного через пищевую подкормку сразу нескольким крысам.

Разнообразие прижизненного отлова крыс представляет собой попытку ученых изучить особенности экологии животных (Whisson et al., 2005; Рыльников, Богачева, 2016): обычные живоловки для одного зверька; барьерные системы с ловушками без вреда для животных; ловушки, вкопанные в землю у мусорных баков; ловушки внутри мусорного бака (двойное выдвижное дно в контейнерах, в которое насыпают приманку для крыс) и так далее.

2. Учет отверстий (нор) с выловом зверьков (Серая крыса..., 1990; Карасева, Телицына, 1996). На площади в 1 га или более фиксируются все норы крыс, возле которых устанавливают дуговые капканы без приманки. Капканы ставят также на свежих протоптанных крысами дорожках и на кормовых столиках. По результатам отловов определяют число добытых за одну ночь зверьков на 1 га площади.

**Оценка относительной численности.** Оценки относительной численности имеют более широкое распространение и разнообразие. Рассмотрим несколько известных примеров:

1. По результатам отловов в давилки (Простаков и др., 2003; Whisson, 2005; МУ 3.5.3.2949-11; Desoky, 2015): давилки «Геро», клеевые ловушки, отловы дуговыми капканами, вершами и так далее. Относительная численность крыс рассчитывается, как число особей, попавших за 1 сутки в 100 давилок (экз./100 д.-с.), а индекс ловушки – как доля пойманных грызунов (сработавших давилок) от общего количества поставленных ловушек;

2. Метод активных нор (Дератизация..., 2011; Desoky, 2015). В первый день закрывают все найденные открытые норы грызунов землей, песком, проводят тампонирование или их заклеивание, а на следующий день подсчитывают открывшиеся и так на протяжении четырех последовательных дней каждый месяц. По результатам определяют долю активных (открытых) нор от общего количества обследованных нор. Данный метод также показывает плотность нор грызунов (шт./га);

3. Метод потребления пищи (контрольные неотравленные пищевые приманки) (Карасева, Телицына, 1996; Desoky, 2015) основан на распределении приманок определенного веса на ограниченный период по станциям, где обитают крысы. Относительное количество грызунов соответствует отношению количества потребленных станций в день на 1÷10 средний вес грызуна в регионе; плотность населения крыс рассчитывается как отношение общего потребления пищи в течение месяца на общее теоретическое потребление пищи крысой в течение года, умноженное на 100;

4. Метод изучения следов жизнедеятельности грызунов (МУ 3.5.3.2949-11; Desoky, 2015):



4.1. Учет отпечатков лап и хвостов на мягкой земле или песке. По области распределяются определенным образом квадраты с песком, известью или мягким порошком, а на следующий день проводится расчет плотности населения. Например, 40 квадратов отработали в одной области, и только на 10 квадратах обнаружили следы крыс, в результате плотность равна  $10/40 \times 100$  (%).

4.2. При учете экскрементов применяют две оценки численности. Относительное количество крыс рассчитывается, как отношение общего количество помета на среднее количество помета от грызуна за день, умноженное на 100. Плотность популяции представляет собой долю (%) общего количества помета на территории в течение месяца от общего теоретического количества помета на территории от крысы в течение года.

Методы на основе обнаружения следов жизнедеятельности крыс могут быть использованы для оценки доли инфицированных зданий, свалок; оценки доли физической площади свободной от грызунов по отношению ко всей исследуемой территории.

5. Метод следовых плит (Whisson et al., 2005) заключается в следующем: случайным образом по территории  $15 \times 20$  см распределяют кусочки белого винила на полу (земле), раскрашенные смесью 1:4 голубой магнезии и 95 % раствора этанола. Количество следов оценивается через каждые 24 ч. Дополнительно животные оставляют окрашенные следы на земле, которые фотографируют и подсчитывают.

6. Метод мониторинговых блоков и жевательных карт (Whisson et al., 2005) по механизму использования напоминает «Метод следовых плит», только в данном случае используются закрепленные приманки (мониторинговый блок – смесь расплавленного парафина и парового овса или жевательная карточка индекса Оксфорда), а через 24 ч оценивают степень погрызов (карточки сканируют в черно-белом варианте). По следам оставленных отпечатков зубов определяют относительное количество крыс на территории.

7. Метод контрольно-пылевых или следовых площадок – КПП (Карасева, Телицына, 1996; МУ 3.5.3.2949-11; Дератизация..., 2011). КПП устраивают в виде лотков из картона, фанеры или досок размером  $30 \times 15 \times 2$  см для крыс. В лотки насыпают один из следующих составов слоем в 1–2 мм: смесь муки или комбикорма с 10 % сахарного песка и 5 % зоокумарина, мучной смет (отходы муки) или тальк, помещая в центре площадки хлебную гренку. Интенсивность заселения определяют как число заслеженных грызунами площадок в расчете на  $1000 \text{ м}^2$  обследованной площади или на 100 КПП.

8. Метод подкормки (Timm, 2005) заключается в постепенном увеличении подкормки крыс до максимального уровня в течение недели. Затем делят общее количество пищи, съеденное за день на  $1/2$  унции (15 г); это дает минимальную оценку крыс. Некоторые особи едят больше, чем 15 г готовой пищи в день, но они могут возмещать недостаток питания другими продуктами в своей среде обитания. Если слишком много альтернативных источников питания, эта методика не дает адекватную оценку численности животных.

9. Метод учета по результатам дератизации (Серая крыса..., 1990; Карасева, Телицына, 1996) состоит в подсчете трупов после истребительных мероприятий, что дает определенное представление о численности крыс до дератизации.

При таком разнообразии методов оценок численности их перевод из одного в другой является приоритетной задачей, но попыток его реализации немного. Опишем один из примеров: данные о численности грызунов, выраженные в процентах попадаемости в ловушки, могут быть пересчитаны в показатели плотности зверьков на  $1000 \text{ м}^2$  территории по формуле  $D = (3 \times T \times N) / (L \times K)$ , где  $D$  – плотность грызунов,  $T$  – количество выставленных давилок,  $N$  – число пойманных грызунов,  $L$  – количество накопленных ловушко-суток,  $K$  – площадь территории, на которой проводился отлов крыс (трехсуточное экспонирование ловушек) (Михайленко, Унткура, 1993).

**Экстраполяция оценок численности.** Экстраполяцию оценок численности крыс на всю территорию с учетом площади инвазий или оценку территориального их распространения проводят за счет картирования данных (Auerbach, 2014). Следует отметить два подхода:

1. Агрегация бонитировки мест обитания крыс (наличие / отсутствие) и оценки их абсолютной или относительной численности (Арутюнян, Дулицкий, 1992; Дератизация..., 2011);

2. Сопоставление результатов количественного учета животных и оценки емкости среды их обитания (Дератизация..., 2011).

Параллельное картирование результатов учетов численности и особенностей распределения крыс в урбанизированной среде позволяет проводить экстраполяцию данных на другие городские объекты аналогичного качества (Дератизация..., 2011).

В Нью-Йорке метод картирования применяют, например, при оценке территориального распространения крыс по следующим показателям (Auerbach, 2014): фиксация скоплений зверьков (места с явными признаками их высокой концентрации); регистрация жалоб населения; расположение общественных учреждений, парков, ресторанов, магазинов; данные инспекторов по дератизации и так далее. При этом интерактивность карт позволяет оперативно реагировать на актуальную информацию о наличии грызунов и во время проводить дератизационные мероприятия.

**Численность крыс в городах России и за рубежом.** Несмотря на актуальность проблемы выбора единой оценки численности крыс, авторы продолжают использовать разные методы учета животных и их экстраполяции, что приводит к сложностям при сопоставлении результатов научно-исследовательских работ по мониторингу населения грызунов в городах России и за рубежом. Данные по численности крыс редко можно сопоставить друг с другом (см. табл. 1).

В первой строке представлены результаты учета численности крыс в естественной среде обитания в зоне частичной синантропии для сравнения с оценками их количества на урбанизированной территории разного типа: от населенных пунктов и малых городов до крупнейших мегаполисов. О разнообразии используемых методов оценок численности животных можно судить по «единицам измерения» результатов учета населения крыс:

- абсолютный учет – количество крыс в городе (Нью-Йорк, Санкт-Петербург, Москва, Будапешт и т. д.) или в пределах административной территории (Англия, Шотландия, Уэльс);
- относительные оценки в экз./100 м<sup>2</sup> (в естественных местообитаниях), в экз./1000 м<sup>2</sup> (г. Мирный, Минск), экз./месяц (Сургут), экз./100 д.-с. (населенные пункты Амурской области, Благовещенск, Калининград, Воронеж, Саратов), %/100 д.-с. (Благовещенск, Омск), в долях (г. Мирный, Омск, Будапешт), соотношение на человека (Лондон).

Многие авторы одновременно используют нескольких методов учета животных для возможности сопоставления своих результатов исследований с данными по другим урбанизированным территориям (Попков и др., 2007; Байоми, 2008; Таразанова, Толстокулакова, 2017).

Экстраполяция данных на весь город используется в редких случаях. Например, исходя из логических предположений на основе знаний эколого-биологических особенностей животных, В. А. Рыльников (2016) рассчитал, что пищевые отходы от одного человека способны прокормить примерно 2 крысы в день. Если численность населения Москвы в 2014 году составляла 12,1 млн. человек, то предельное количество крыс, с учетом только объема пищевых отходов, было в два раза больше  $\approx 24,2$  млн. особей.

Исключение составляют учеты Дж. Ауэрбаха. Его метод основан на картировании жалоб граждан на крыс и мест «горячих точек» (с высокой концентрацией животных) с последующей экстраполяцией данных на весь город. Недостаток метода в том, что абсолютная или относительная оценка количества зверьков при этом не проводятся и не все жители сообщают о крысах. Однако информация от горожан включает координаты каждого обращения, что дает возможность картирования и классификации городской территории по степени заселенности крысами. В настоящее время исследования продолжаются и уточняются (Auerbach, 2014).

Госслужбы, ответственные за здравоохранение и гигиену городов, зачастую не оценивают общее количество крыс, они просто отслеживают динамику изменения их относительной численности (Постановление..., 2003; Дератизация..., 2011).

Таблица 1

Примеры оценок численности серых крыс в России и за рубежом

№	Оценка численности крыс	Источник
1	Естественные условия за пределами городской среды (Северо-Восток Украины): берега водоемов – 0,01–13 экз./100 м <sup>2</sup> ; пустыри – 0,02–2; заросший ручей – 1,3–6; пустырь с бурьяном – 0,1–2	(Мерзликин, 1987)
2	В населенных пунктах Амурской области (2016 г.): 1–8 экз./100 д.-с.	(Таразанова, Толстокулакова, 2017)
3	В г. Благовещенск (2016 г.): 0,08–0,2 экз./100 д.-с. или 0,46 %/100 д.-с.	(Таразанова, Толстокулакова, 2017)
4	В г. Мирный (2004 г.) в оптимальных местах обитания: от 0,8 до 2,5 экз./1000 м <sup>2</sup> , при заселенности около 10 % коллекторов. В 2006 г. – 0,7 % от всей площади подземных коммуникаций	(Попков и др., 2007)
5	В г. Сургут (2002 г.): 2,65 экз./месяц (в зависимости от типа городского строения – от 0,9 до 5,4)	(Стариков и др., 2003)
6	В г. Калининград (2000 г.): 0,9 экз./100 д.-с.	(Беляков, 2007)
7	В г. Омске (2011 г.) в учебных заведениях ≈ 0,03 %, а в жилых домах и их окрестностях 0,66 %/100 д.-с.	(Путин и др., 2012)
8	В Воронеже (2001–2006 гг.): ≈ 0,51 экз./100 д.-с.; в 2007 г. – 0,77	(Гапонов, Транквилевский, 2009)
9	В Воронеже в 2003 г. численность на объектах (в помещениях разного типа) составила весной: 0,04–0,31 экз./100 д.-с.; осенью: 0,02–0,18 экз./100 д.-с.	(Простаков и др., 2003)
10	В промышленной зоне г. Саратов (Заводской район) (2014 г.): ≈ 0,84 экз./100 д.-с.	(Филиппечев, 2015)
11	В Санкт-Петербурге (2015 г.): ≈ 400 тыс. особей	(Послянова, 2015)
12	В Москве (2014 г.): ≈ 24,2 млн. особей	(Рыльников, Богачева, 2016)
13	В Минске (осень 2004 г.): 2 экз./1000 м <sup>2</sup> . Отмечают существенные отличия по городу: на ОАО «Минскдрев» – 8,5, в транспортной инфраструктуре – 6,7 экз./1000 м <sup>2</sup>	(Борисова, 2004)
14	В Минске (2009 г.): 1,7–4,6 экз./1000 м <sup>2</sup>	(Стариков и др., 2003)
15	На 1994 г. (без ювенильных особей): 5,24 млн. – в Англии, 0,87 млн. – в Шотландии, 0,68 – в Уэльсе	(Harris et al., 1995)
16	В Нью-Йорке (2014 г.) по оценке Дж. Ауэрбаха ≈ 2 млн. крыс; по другим оценкам – 33,6 млн.	(Auerbach, 2014)
17	В Лондоне (2016 г.) на 1 человека приходится 2 крысы	(The number..., 2017)
18	Будапешт: в 1970 г. ≈ 2 млн. особей; в 2001 г. – годовой уровень зараженности крысами до 0,075 %	(Байоми, 2008)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг населения серых крыс в городской среде, в первую очередь, направлен на оценку численности животных. На настоящий момент не разработана универсальная методика учета количества грызунов в урбанизированных экосистемах. Среди рассмотренных нами наиболее распространенных методов сложно найти оптимальный вариант, который бы учитывал как эколого-биологические характеристики вида, так и особенности конкретной городской среды, территории которых могут существенно отличаться по соотношению селитебных, промышленных и других зон. В результате к выбору оценки численности серых крыс исследователи подходят субъективно, исходя из личного опыта, знаний, специализации и индивидуальных предпочтений. Поэтому сравнение результатов учета по разным городам проблематично.

Не всегда обязательно знать абсолютную численность популяции, а по отношению к серым крысам достаточно иметь представление о направлении в изменении их количества. Поэтому цель мониторинга сводится к оценке трендов сокращения или увеличения численности животных в городе с достаточной точностью и с минимальными усилиями. Например, в одно и то же время в течение года, как плановое мероприятие, проводить выборочное обследование оптимальных мест обитаний зверьков для оценки степени их заселения и примерного уровня поголовья крыс методом контрольно-пылевых площадок или путем учета отпечатков лап на снегу (зимой или ранней весной до снеготаяния). По соотношению благоприятных и не благоприятных местообитаний животных для конкретной городской среды можно провести экстраполяцию данных на необследованную часть урбанизированной экосистемы.

Аналитический обзор позволил выделить основные сложности при проведении мониторинговых работ по учету численности грызунов:

- эколого-биологические особенности животных;
- отсутствие универсальной методики учета серых крыс;
- экономически затратное мероприятие, так как учет численности крыс включает не только оценку количества животных на конкретном участке, но и экстраполяцию данных на всю территорию города;
- непрерывность мониторинговых работ, которые проводятся несколько раз в год на открытых и закрытых территориях (следует избегать пробелов в данных);
- проведение учетов численности крыс до и после мероприятий по снижению их количества (ликвидация местообитаний или уменьшение емкости среды их обитания и собственно дератизация или их истребление) для оценки эффективности работ.

С точки зрения популяционной биологии задача по сокращению численности состоит не просто в том, чтобы ее уменьшать, но в том, чтобы не допустить момента резкого увеличения количества зверьков (момента, когда в размножение вступают очередные поколения молодых особей). Поэтому мероприятия (в частности, дератизацию) по снижению численности животных необходимо проводить дважды в год – в мае и июле. Мониторинг населения серых крыс представляет собой важное научное направление по изучению процесса синантропизации и синантропных видов млекопитающих на популяционном уровне, которое имеет непосредственное практическое применение – составление регламента по контролю численности крыс в городской среде. Актуальная информация о количестве животных позволит своевременно проводить мероприятия, направленные на стабилизацию численности крыс и ее поддержание на относительно низком уровне.

**Благодарности.** Авторы благодарят д. б. н., профессора ПетрГУ А. В. Коросова за участие в обсуждении аналитического обзора.

*Работа выполнена при финансовой поддержке мэрии г. Петрозаводска, а также в рамках деятельности Лаборатории функциональной зоологии ФГБОУ ВО «ПетрГУ».*

## Список литературы

- Арутюнян Л. С., Дулицкий А. И. Возрастной состав, смертность и размножение серой крысы в различных местообитаниях в Крыму // Ред. ж. Вестник зоологии. – Киев. – 1992. – 25 с.
- Беляков В. В. Млекопитающие г. Калининграда // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2007. – № 7. – С. 54–58.
- Борисова М. Сколько крыс живет в Минске / Белорусский портал TUT.BY. 1 декабря 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.tut.by/society/46999.html>.
- Гапонов С. П., Транквилевский Д. В. Динамика численности мышевидных грызунов в Воронеже и его окрестностях в 2001–2007 гг. // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. – 2009. – № 1. – С. 67–72.
- Дератизация в населенных пунктах и на транспорте. Руководство. – М.: Роспотребнадзор Российской Федерации, 2011. – 154 с.
- Карасева Е. В., Телицына А. Ю. Методы изучения грызунов в полевых исследованиях. – М.: Наука, 1996.
- Купсуралиева И. К. Динамика времени появления и распространения серой крысы в городе Бишкек // Наука и новые технологии. – № 1. – 2012. – С. 52–54.
- Мерзлякин И. Р. Материалы по размножению серой крысы в условиях Северо-Восточной Украины // Материалы по экологии и методам ограничения численности серой крысы. – М.: Наука, 1987. – С. 113–128.
- Михайленко А. Г., Унткура А. А. Видовой состав и численность синантропных грызунов в Молдове // Вестник зоологии. – № 1. – 1993. – С. 37–42.
- МУ 3.5.3.2949-11 (Методические указания). Дератизация. Борьба с грызунами в населенных пунктах, на железнодорожном, водном, воздушном транспорте / Утверждены 27.07.2011 г. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко. – 33 с.
- Попков А. Ф., Немченко Л. С., Окунев Л. П., Чипанин Е. В., Борисов С. А., Марамович А. С., Гусев А. П. К результатам контроля численности синантропных грызунов в населенных пунктах Восточной Сибири // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – № 3 (55). – 2007. – С. 147–150.
- Послянова А. В Петербурге живет четыреста тысяч крыс // Комсомольская правда. Июль, 2015.
- Простаков Н. И., Озерова Г. Ф., Еремина Н. М. Динамика численности синантропных грызунов в весенний и осенний периоды и значение дератизационных мероприятий на территории города Воронежа (1975–2000 гг.) // Вестник ВГУ. Серия химия, биология, фармация. – № 1. – 2003. – С. 71–74.
- Путин А. В., Сидоров Г. Н., Березкина Г. В., Сидорова Д. Г., Кистенева Е. Н. Грызуны города Омска: особенности их биологии и зараженность инфекциями и инвазиями // Современные проблемы науки и образования. – № 4. – 2012. – С. 283.
- Распространение и экология серой крысы и методы ограничения ее численности. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
- Рыльников В. А., Богачева А. В. Мониторинг численности серых крыс в городах России // Дезинфекционное дело. – № 4 (98). – 2016. – С. 55–56.
- Серая крыса: Систематика, экология, регуляция численности / [Отв. ред. тома акад. В. Е. Соколов, д. б. н. Е. В. Карасева]. – М.: Наука, 1990. – 456 с.
- Стариков В. П., Иванова Л. Е., Шестун К. В. Размещение и численность серой крысы (*Rattus norvegicus*) в городе Сургуте // Биологические ресурсы и природопользование/ Сборник научных трудов. – Сургут, 2003. – С. 109–113.
- Таразанова И. С., Толстокулакова А. А. Синантропная фауна грызунов города Благовещенска // В сборнике: Экология города : материалы 1-й региональной науч.-практ. конф. город. учреждений и предприятий Амур. обл., посвященной Году Экологии в России (г. Благовещенск, 23 марта 2017 г.) / Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – С. 84–89.
- Филиппечев А. О. Численность и видовой состав грызунов в промышленной зоне г. Саратова // В сборнике: Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы III Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием. – ИП Синяев Д. Н., 2015. – С. 67–70.
- Auerbach J. Does New York City really have as many rats as people? // Significance. – Vol. 11 (4). – 2014. – P. 22–27.
- Caut S., Casanovas J. G., Virgos E., Lozano J., Witmer G. W. Rats dying for mice: Modeling the competitor release effect // Austral Ecology. – N 32. – 2007. – P. 858–868.
- Desoky A. S. The most important methods used to estimate the population density of rodents // Acad. Res. J. Agric. Sci. Res. – Vol. 3 (7). – 2015. – P. 169–172.
- Fagerstone K. A., Fall M. W., Witmer G. W., Pitt W. C. Rats! Foiled Again: A History of Rodent Control Methods Development at the National Wildlife Research Center // Proc. 25th Vertebr. Pest Conf. (R. M. Timm, Ed.) Published at Univ. of Calif., Davis. – 2012. – P. 190–205.
- Timm R. M. Norway Rats. – Internet center for wildlife damage management. University of California. Hopland, CA. 2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://icwdm.org/handbook/rodents/NorwayRats.asp>.
- Tobin M. E., Fall M. W. Pest control: rodents, in Agricultural Sciences, from Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) / Developed under the Auspices of the UNESCO. – Eolss Publishers, Oxford. UK, 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://eolss.net>.
- Whisson D., Engeman R, Collins K. Developing relative abundance techniques (RATs) for monitoring rodent populations // USDA National Wildlife Research, № 32. – University of Nebraska: Lincoln. – 2005. – P. 239–244.

**Zorina A. A., Kireeva M. L. Methods of counting rat population in urban environment** // *Ekosistemy*. 2019. Iss. 18. P. 133–141.

Monitoring of gray rat population in urban environment is primarily aimed at assessing the number of animals and precedes measures to reduce population by destruction of their habitats (reduction of environment capacity) and specifically deratization or extermination. There are four methods of rat counting in urban environment: the assessment of the absolute and relative population of animals, determining their occurrence and habitat assessment. Parallel mapping of rat counting results and peculiarities of rat distribution (the habitat appraisal or estimated land capacity) in the urban ecosystem enables researchers to extrapolate data to similar objects, with the prospect of covering the entire urban area. However, rodent population assessment method analysis showed the absence of a universal method of commensal urban rat number quantification. The main recommendation for monitoring organization is to assess the direction of changes in number of animals, to identify trends of decrease or increase in their population in urban ecosystem with sufficient accuracy and with minimal effort. Monitoring of urban rat population is an important scientific direction for the study of synanthropization process and synanthropic mammalian species at a population level; at the same time, it has direct practical application in the development of regulations for control and stabilization of rat population in urban environment, maintaining it at a relatively low level.

*Key words:* *Rattus norvegicus*, urban ecosystems, monitoring, methods of counting rat population.

*Поступила в редакцию 25.02.19*

УДК 579:574.587(262.5)

## Поглощение кислорода и деструкция органических веществ в донных отложениях побережья Крыма

Чекалов В. П.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского Российской академии наук  
Севастополь, Россия  
valch@mail.ru

Приведены экспериментальные данные поглощения кислорода как совокупности процессов аэробного окисления (АПК) и кислородной нейтрализации восстановленных продуктов анаэробногиза (КНВС) в донных отложениях крымского побережья. При обработке экспериментальных данных следует учитывать толщину слоя проникновения кислорода и затухающий характер этого процесса. Выявлено, что при поступлении кислорода окислительная деятельность в глубоководных анаэробных осадках может быть даже выше, чем в аэробном поясе. Интенсивность суммарного потребления кислорода в осадках западного шельфа была незначительно выше, чем в восточной части: 0,94 и 0,82 мкг  $O_2/г \times ч$ . АПК же различались более, чем вдвое – 0,77 против 0,36 мкг  $O_2/г \times ч$  соответственно. Исходя из этого получены расчетным путем темпы утилизации органических веществ. Оказалось, что их анаэробная утилизация в осадках восточного побережья преобладала над аэробным окислением. Суммарно, с учетом всех аспектов метаболизма, включая процессы ассимиляции, скорость трансформации органических веществ в донных отложениях Черного моря колебалась в пределах 2–4 мкг/г×ч. Представлены расчетные данные о возможной скорости седиментации органических соединений в северо-западном и восточном районах. В среднем она составляла соответственно 1,15 и 1,91 мкг/см<sup>2</sup>×ч. Произведена ориентировочная оценка темпов утилизации кислорода и органических соединений в донных отложениях кислородного пояса черноморского шельфа.

*Ключевые слова:* донные отложения, потребление кислорода, органическое вещество, Чёрное море.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ современных и ранее полученных данных по содержанию органического углерода в донных осадках большинства прибрежных акваторий крымского шельфа свидетельствует о стабильном характере осадконакопления (Овсяный, Гуров, 2016). В среднем значения колеблются в пределах 1–2 %. Накопление отмечается лишь в грунтах Керченского пролива, в которых за последние 30–40 лет содержание  $C_{орг}$  увеличилось в 1,5–2 раза (Овсяный и др., 2015). Текущее состояние, главным образом, является соотношением с одной стороны, разложения органических соединений, а с другой – их осаждением из водной толщи. Результаты изучения процессов биоседиментации в верхнем 50-метровом слое Черного моря в течение трех лет показали, что значения потоков взвешенного органического вещества варьировали в разные годы от 2600 до 9700 мг сухого вещества/м<sup>2</sup>×сут, в среднем сохраняясь в осенние периоды на уровне 4000–4850 мг/м<sup>2</sup>×сут (Мошаров, 1996). В прибрежных районах величина отношения «биоседиментация / бактериальная деструкция» была в 2–4 раза ниже, чем в центральной части Черного моря, составляя в северной и южной областях моря 0,47 и 0,06, что связано с более интенсивными процессами бактериального разрушения органического вещества. Установлено, что в Черном море взвешенное органическое вещество автохтонного и аллохтонного происхождения, прежде чем достичь дна на 80–90 % подвергается разложению (Скопинцев, 1975; Сорокин, 1982). Таким образом, в донные отложения поступает в год порядка 7 г  $C_{орг} / м^2$ .

Энергетический обмен, и как следствие процессы самоочищения в окружающей среде, обеспечиваются преимущественно за счет окислительных реакций с участием кислорода. При этом, несмотря на очевидную важность, исследования его потребления в донных отложениях Черного моря носят локальный эпизодический характер. Колебание данного параметра в осадках морей и океанов составляет 1–50 мм·м<sup>2</sup>·сут<sup>-1</sup> (Glud et al., 1994; Богдановская и др., 1998; Stahl et al., 2004), хотя приводятся величины значительно превышающие эти значения.

Так, поток кислорода в осадках Голубой бухты Черного моря достигал более  $130 \text{ мМ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$  (Розанов и др., 2010).

Цель настоящей работы – оценка темпов утилизации кислорода и деструкции органических соединений в донных осадках крымского шельфа.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор проб донных отложений осуществлялся с помощью трубчатого пробоотборника в ходе 89-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (октябрь – ноябрь 2016 г.). Схема станций приведена на рисунке 1. Материалом для исследования служил поверхностный 2 см слой донных отложений.

Влажность и содержание органического вещества определяли гравиметрическим методом соответственно после сушки навесок при  $+105 \text{ }^\circ\text{C}$  и прокаливании при  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ .

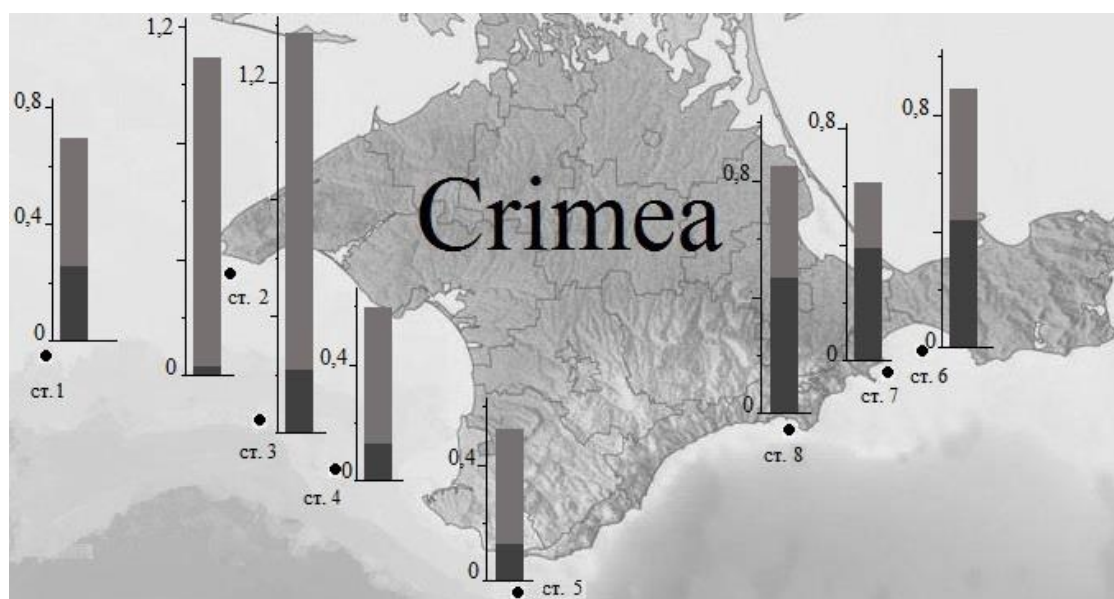


Рис. 1. Расположение станций и поток кислорода через поверхность в 0,6 см слое донных отложений при аэробных (светло-серая заливка) и анаэробных (темно-серая заливка) процессах окисления,  $\text{мкг O}_2/\text{см}^2 \times \text{ч}$

Содержание и потребление кислорода измеряли портативным LDO-оксиметром HQ40d (Hach, США) непосредственно на борту НИС «Профессор Водяницкий». Скорость суммарного потребления кислорода (СПК) проводили в респирометрической камере объёмом 60 мл, герметично соединённой с кислородным датчиком оксиметра. Ёмкость заполняли морской водой, вносили  $0,2 \text{ см}^3$  исследуемого ила и плотно закрывали специальной пробкой с газоотводной трубкой. Материал распределяли на площади  $20 \text{ см}^2$  слоем толщиной примерно  $0,01 \text{ см}$  и дальнейшую инкубацию проводили при температуре, соответствующей среде обитания. Измерение осуществлялось в автоматическом режиме ежечасно в течение 12–20 часов. Результаты в дальнейшем пересчитывали либо на единицу поверхности, либо на объём (вес) грунта.

Определение скорости кислородной нейтрализации восстановленных соединений (КНВС) проводили аналогичным образом, предварительно подавив жизнедеятельность бактерий и создав благоприятные условия для окисления восстановленных веществ. Учитывая, что снижение pH смещает соотношение сернистых соединений в воде ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) в сторону преобладания наиболее активно окисляемого сероводорода, водородный показатель в ёмкости доводили  $0,1\text{N}$  серной кислотой до 5. Это также способствовало



подавлению жизнедеятельности микрофлоры, наряду с внесением в измерительную ёмкость стрептомицина из расчета конечной концентрации 0,1 мг/мл и последующей инкубации ёмкости при 8–10 °С.

Полученные значения СПК и КНВС были пересчитаны на грамм влажного грунта и единицу донной поверхности для слоев толщиной в 0,01 и 0,6 см. Результаты статистической обработки данных, в частности их прямые почасовые измерения, представлены в виде средних значений с доверительным интервалом ( $p=0,95$ ).

Скорость аэробного поглощения кислорода (АПК) получали путём вычитания из соответствующего уровня суммарного поглощения (СПК) значения КНВС.

Потребление кислорода измеряли в условиях его достаточной исходной концентрации в измерительной ёмкости, порядка 6–8 мг/л. В связи с этим, полученные результаты следует рассматривать как потенциальные, особенно для кислород-дефицитных зон.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Донные отложения на всех станциях были представлены в разной степени заиленными песками. В то время как придонные водные массы в зависимости от уровня насыщения кислородом имели соответствующие редокс потенциалы, во всех пробах грунта были зафиксированы восстановительные условия (табл. 1). Более низкая в среднем плотность и более высокие значения влажности осадков у западного побережья Крымского полуострова косвенно указывают на преобладание рыхлых мелкодисперсных фракций, обогащенных органическим веществом.

Таблица 1

Некоторые физико-химические характеристики осадков на станциях отбора проб

№ станции	глубина, м	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Влажность, %	pH	Eh <sub>вода</sub> / Eh <sub>грунт</sub> , мВ
1	90	1,36	59,3	7,32	- / -
2	54	1,35	59,6	7,31	- / -135
3	346	1,23	70,6	7,33	- / - 345
4	180	1,27	67,9	7,43	- / - 303
5	141	1,48	49,2	7,8	- 78 / -290
6	18	1,54	45,2	7,2	145 / - 40
7	19	1,33	61,8	7,14	152 / - 80
8	30	1,64	43,1	7,39	72 / - 98

Это связано возможно с тем что отбор проб в восточной части производился в мелководных бухтах с соответствующим гранулометрическим составом грунтов. Повышенное содержание  $S_{орг}$  в Керченском проливе отмечалось лишь в его глубоководной центральной и северной частях, тогда как в осадках прибрежных акваторий значения не превышали 1,1 %, в среднем составляя 0,5 % (Овсяный и др., 2015). В целом, концентрация органических веществ, имея тенденцию к росту с глубиной (рис. 2), обнаруживала средний уровень положительной зависимости ( $r=0,67$ ) с АПК, и обратный ( $r=-0,84$ ) – с кислородной нейтрализацией восстановленных соединений.

Известно, что проникновение кислорода в толщу грунта часто не превышает нескольких миллиметров и, как следствие, с глубиной окислительные процессы резко затухают (Богомолова, Брянская, 2010; Орехова и др., 2013). В связи с этим, при изучении динамики его поглощения будет иметь значение как толщина отбираемого слоя донных осадков, так и дальнейшая интерпретация результатов в этом слое на единицу веса (объема). Ранее (Чекалов, 2016) в эксперименте было показано, что максимально обогащенный окислителем 0,01-см поверхностный горизонт, в зависимости от физико-химических свойств донных осадков

поглощает 30–50 % кислорода. Исходя из этого, в нашем случае СПК в 1 г грунта, распределенном 0,01 см слоем, изменяется на разных станциях от 14 до 45 мкг/г×ч (рис. 2). Для горизонта же толщиной в 0,6 см диапазон колебаний в среднем получается в 20–25 раз ниже и находится уже в пределах 0,56–1,76 мкг/г×ч (табл. 2).

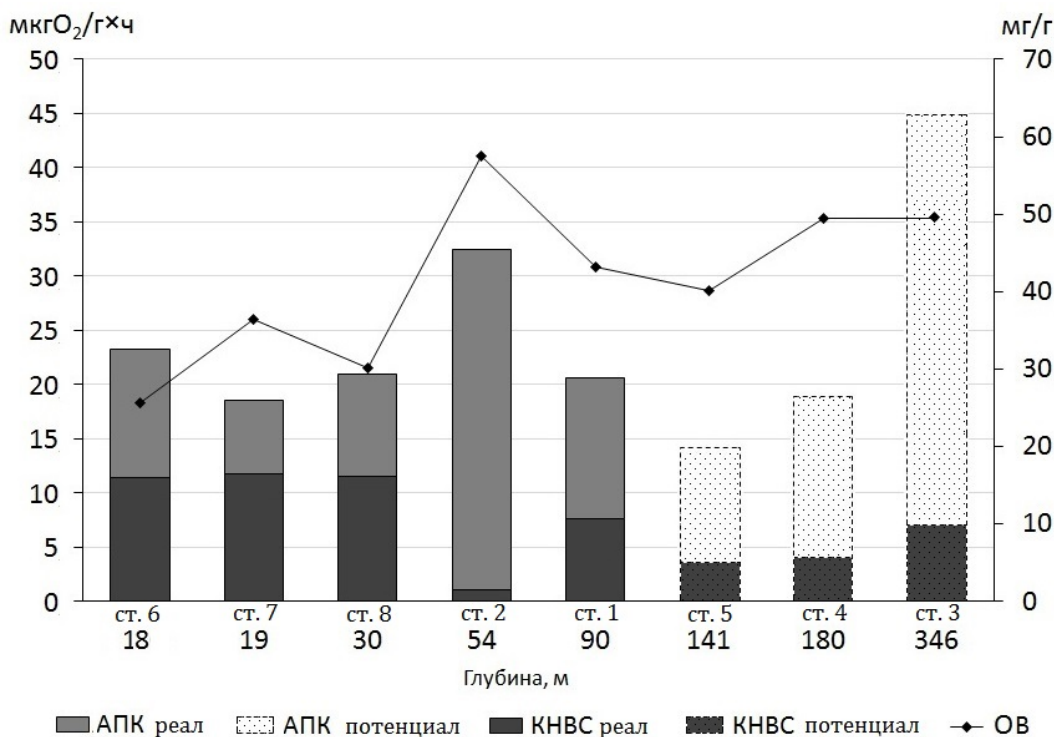


Рис. 2. Батиметрические изменения окислительной активности в поверхностном 0,01 см слое донных осадков на фоне содержания органического вещества

Таким образом, в зависимости от способа обработки данных существует риск разночтения значений, что в свою очередь ограничивает возможность их сравнения. Поэтому натурные исследования потоков, прежде всего газообразных веществ, через единицу поверхности донных отложений, являясь интегральной производной, в этом смысле дают более достоверную, пригодную для сопоставления информацию. В то же время было показано, что измерения потребления кислорода вновь осажденными поверхностными осадками сопоставимы с измерениями в ненарушенных колонках (Парсонс и др., 1982). Тем не менее, для приведения к общему знаменателю расчетных значений, полученных в экспериментальных условиях, следует также учитывать толщину слоя проникновения кислорода и затухающий характер этого процесса. Так, на рисунке 1 представлены диаграммы потоков кислорода, при пересчете на см<sup>2</sup> поверхности в 0,6-см слое донных отложений, отобранных на станциях у побережья Крыма. Концентрацию и движение слабо диффундирующих веществ, в частности органических, конечно же лучше приводить к весу (объему) субстрата. Выполненные в дальнейшем расчеты параметров на сырой вес и на единицу донной поверхности в 0,6 см слое показали расхождение результатов на 4–22 % в зависимости от плотности осадков. Причем более высокие значения отмечены для весовых выражений. По всей видимости, преобладание в грунтах песчаных фракций и соответственно рост плотности будет способствовать смещению этого соотношения в противоположную сторону.

Понятно, что интенсивность окислительных процессов, в том числе и восстановленных продуктов анаэробноза, в естественных условиях зависит от реальных концентраций

кислорода и снижается вплоть до полной остановки в сероводородной зоне. Так, высокие значения отмеченные на станциях 3, 4, и 5 являются потенциально возможными при поступлении в донные отложения кислорода, однако его полное отсутствие обуславливает в действительности также и полное прекращение окислительной деятельности.

Если исключить анаэробную зону, среднее значение СПК в осадках западного шельфа оказалось незначительно выше, чем в восточной части: 0,94 и 0,82 мкг O<sub>2</sub>/г×ч, тогда как АПК различаются более, чем вдвое 0,77 против 0,36 мкг O<sub>2</sub>/г×ч соответственно. Это связано с более широким диапазоном изменения показателей КНВС. В результате, доля АПК в суммарном потреблении кислорода снижалась с 63–96 % у западного до 36–51 % у восточного побережья (табл. 2).

Таблица 2

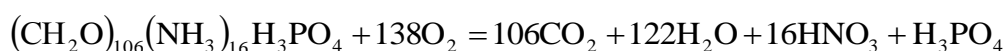
Концентрация кислорода в придонной воде и его потребление в 0,6-см слое донных отложений у берегов Крымского полуострова

№ станции	O <sub>2</sub> , мг/л	Поглощение, мкг O <sub>2</sub> /г×ч*			% АПК
		СПК	КНВС	АПК	
1	6,4	<b>0,81±0,54</b>	<b>0,30±0,03</b>	<b>0,51</b>	<b>63</b>
2	6,23	<b>1,07±0,29</b>	<b>0,04±0,08</b>	<b>1,03</b>	<b>96</b>
3	0	1,76±0,37	0,27±0,12	1,48	84
4	0	0,74±0,41	0,16±0,14	0,58	79
5	0	0,56±0,33	0,14±0,15	0,42	75
6	8,38	<b>0,91±0,14</b>	<b>0,45±0,05</b>	<b>0,46</b>	<b>51</b>
7	-	<b>0,73±0,15</b>	<b>0,46±0,30</b>	<b>0,26</b>	<b>36</b>
8	8,02	<b>0,82±0,03</b>	<b>0,45±0,04</b>	<b>0,37</b>	<b>45</b>

Примечание к таблице: \* – значения скоростей поглощения кислорода в аэробной зоне выделены полужирным шрифтом.

В пробах же глубоководных грунтов при поступлении кислорода потенциальные уровни СПК и АПК могут достигать 1,76 и 1,48 мкг O<sub>2</sub>/г×ч. Ранее (Чекалов, Гулин, 2014) в осадках северо-западной акватории, извлечённых с глубины 1008 м, также был зарегистрирован высокий, в среднем 1,41 мкг O<sub>2</sub>/г×ч, потенциал окислительной активности. Фактически в Черном море подавляющая часть осадков морского ложа не участвует в процессах аэробной деструкции, хотя потенциал, как мы видим, часто даже выше, чем в аэробном поясе, имеется.

Возможные темпы аэробной деструкции органических веществ, приведенные в таблице 3, были рассчитаны на основании формулы Редфилда (Сапожников, Метревели, 2015):



В северо-западной части значения колебались между 0,41–0,83 мкг/г×ч, а на востоке Крыма были несколько ниже, составляя 0,21–0,37 мкг/г×ч.

Считается, что в водных растворах химическое окисление сероводорода идет до серы по формуле:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ . Установленные нами величины КНВС колебались от 0,04 до 0,46 мкг/г×ч, что соответствовало окислению примерно 0,09–0,98 мкг/г×ч H<sub>2</sub>S. Если принять, что в сбалансированной системе донных отложений в некотором приближении скорость окисления восстановленных соединений компенсируется темпом их образования, то максимальной – до 1,00 мкг/г×ч интенсивность продуцирования сероводорода была вдоль восточного побережья, снижалась до 0,30 у ЮБК, а на западном шельфе составляла порядка 0,40 (табл. 3). Сообщалось (Егоров и др., 2012), что в пересчете на единицу поверхности в 15-ти сантиметровом слое интенсивность образования сероводорода в Севастопольской бухте колебалась в пределах 0,34–0,58 мкг/см<sup>2</sup>×ч, а в Стрелецкой – достигала 0,88 мкг H<sub>2</sub>S /см<sup>2</sup>×ч. Наши данные, представленные аналогичным образом, но в 0,6-см слое, составляли в среднем

0,34 мкг H<sub>2</sub>S /см<sup>2</sup>×ч для грунтов западного побережья, а в бухтах восточного Крыма возрастали до 0,91 мкг/см<sup>2</sup>×ч. Показано, что пространственное распределение сульфидов в анаэробных отложениях неоднородно и характеризуется увеличением их концентрации от западной к восточной части моря (Орехова, 2014).

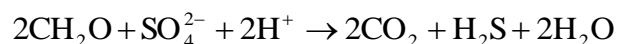
Таблица 3

Содержание органических веществ (ОВ), скорость окисления сероводорода, аэробная (D<sub>Аэ</sub>) и анаэробная (D<sub>АнАэ</sub>) деструкция органики в 0,6-см слое донных отложений

№ станции	ОВ, мг/г	Окисление*, мкг/г×ч			Окисление*, мкг/см <sup>2</sup> ×ч		
		H <sub>2</sub> S	D <sub>Аэ</sub>	D <sub>АнАэ</sub>	H <sub>2</sub> S	D <sub>Аэ</sub>	D <sub>АнАэ</sub>
1	43	<b>0,63</b>	<b>0,41</b>	<b>1,12</b>	<b>0,55</b>	<b>0,35</b>	<b>0,97</b>
2	57	<b>0,08</b>	<b>0,83</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>0,85</b>	<b>0,13</b>
3	50	0,58	1,19	1,03	0,46	0,93	0,81
4	49	0,34	0,47	0,60	0,27	0,38	0,48
5	40	0,29	0,34	0,52	0,28	0,32	0,49
6	26	<b>0,95</b>	<b>0,37</b>	<b>1,68</b>	<b>0,93</b>	<b>0,37</b>	<b>1,64</b>
7	36	<b>0,98</b>	<b>0,21</b>	<b>1,73</b>	<b>0,83</b>	<b>0,18</b>	<b>1,46</b>
8	30	<b>0,96</b>	<b>0,30</b>	<b>1,69</b>	<b>1,00</b>	<b>0,31</b>	<b>1,76</b>

Примечание к таблице. \* – значения скоростей окисления в аэробной зоне выделены полужирным шрифтом.

На основании суммарного уравнения сульфатного анаэробного окисления были рассчитаны возможные темпы утилизации органического вещества в ходе хемосинтеза:



Это имеет смысл исключительно для кислородной зоны. Данные по анаэробным участкам носят гипотетический характер. Как известно энергетический выход при сульфатредукции ниже, чем при дыхании, что компенсируется большим количеством вовлекаемого в окислительные процессы субстрата. Подобное, в частности, наблюдается на станциях 1, 6, 7 и 8. В результате сложения аэробной и анаэробной составляющих получаем колебание скорости разложения органики в диапазоне 1–2 мкг/г×ч, причем в отличие от поглощения кислорода, в среднем она была выше у восточного побережья, что объясняется более существенным там вкладом именно анаэробной деструкции.

Примерно такие же значения, согласно предположению о стабилизированном состоянии, в долгосрочной перспективе должны иметь и темпы седиментации, как основного процесса поступления органической составляющей в донные осадки. Как следует из представленных выше расчетных данных в северо-западном и восточном районах скорости потоков взвешенного органического вещества на донную поверхность в среднем достигали 1,15 и 1,91 мкг/см<sup>2</sup>×ч соответственно. Близкие результаты были получены в работе (Самышев, 2009), где усредненные результаты потока ВОВ в водном слое под термоклином после приведения к общей размерности составили осенью в северо-западном, центральном и восточном участках Черного моря соответственно 1,1, 0,6 и 1,8 мкг/см<sup>2</sup>×ч.

Исходя из полученных нами темпов суммарной утилизации, то есть аэробной и анаэробной, и при отсутствии поступления извне, для полного разложения накопленного органического вещества потребовалось бы 1–2 года для грунтов у северо-восточного и 3–7 лет у северо-западного побережий Крыма. Как известно, черноморский шельф, являясь собственно слоем проникновения кислорода, составляет порядка 100000 км<sup>2</sup>. (Вылканов и др., 1983). Тогда, в масштабе указанной акватории скорость утилизации кислорода и органических соединений может достигать в среднем 830 и 1700 т/ч соответственно.

В действительности трансформации подвергается большее количество органики. Установлено, что на среде с глюкозой культура *Escherichia coli* расходуют до 50 % субстрата на покрытие энергетических нужд (Готтшалк, 1982). Соответственно столько же используется

в ассимилятивных процессах на построение и модификацию клеточного материала, то есть в нашем случае бактериальным изменениям в разной степени подвергается в час 2–4 мкг/г органики.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При отсутствии возможности прямого измерения потока веществ через границу раздела вода-грунт для приведения к общему знаменателю расчетных значений, полученных в экспериментальных условиях следует, очевидно, учитывать пространственную неоднородность их распределения в толще донных отложений и глубину проникновения кислорода. Фактически в Черном море подавляющая часть осадков морского ложа не участвует в процессах аэробного окисления именно вследствие специфических анаэробных условий. Высокие значения поглощения кислорода, отмеченные на глубоководных станциях, являются потенциально возможными в случае его поступления в донные отложения, и тогда окислительная деятельность здесь может быть даже выше, чем в аэробном поясе.

По нашим данным среднее значение суммарного потребления кислорода в осадках западного шельфа незначительно выше, чем в восточной части: 0,94 и 0,82 мкг  $O_2/г \times ч$ , тогда как АПК различаются более, чем вдвое. В то же время суммарная деструкция органики выше оказалась у восточного побережья, что связано, по всей видимости, с более существенным здесь вкладом анаэробного метаболизма. Низкая, по сравнению с дыханием, эффективность сульфатредукции компенсируется большим количеством вовлекаемого в процессы анаэробного окисления субстрата. С учетом всех аспектов метаболизма, включая процессы ассимиляции, скорость трансформации органических веществ в донных отложениях Черного моря у побережья Крыма колебалась в пределах 2–4 мкг/г×ч.

**Благодарности.** Автор выражает признательность к б. н. М. Б. Гулину (ИМБИ РАН, Севастополь) за консультации и помощь по ходу экспедиционных работ.

*Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», номер гос. регистрации АААА-А18-118021490093-4.*

### Список литературы

- Богдановская В. В., Вершинин А. В., Розанов А. Г. Потоки кислорода на границе вода-осадок (по результатам исследований в Кандалакшском заливе Белого моря) // Геохимия. – 1998. – № 11. – С. 1172–1178.
- Богомолова Т. Г., Брянская Ю. В. Экспериментальные исследования потребления кислорода загрязненными донными отложениями // Вестник МГСУ. – 2010. – № 2. – С. 120–123.
- Вылканов А., Данов Х., Маринов Х. и др. Черное море: Сборник. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 408 с.
- Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М.: Мир, 1982. – 310 с.
- Егоров В. Н., Пименов Н. В., Малахова Т. В., Канапацкий Т. А., Артёмов Ю. Г., Малахова Л. В. Биогеохимические характеристики распределения метана в воде и донных осадках в местах струйных газовыделений в акватории Севастопольских бухт // Морской экологический журнал. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 41–52.
- Овсяный Е. И., Коновалов С. К., Митропольский А. Ю. и др. Органический углерод и карбонатность современных донных отложений Керченского пролива // Геохимия. – 2015. – № 12. – С. 1–12.
- Овсяный, Е. И., Гуров К. И. Исследование органического углерода и карбонатности в донных осадках шельфа южного побережья Крыма // Морской гидрофизический журнал. – 2016. – № 1. – С. 62–72.
- Орехова Н. А., Коновалов С. К., Овсяный Е. И. Изменение геохимических характеристик в донных осадках Крымского побережья // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 27. – С. 284–288.
- Орехова Н. А. Распределение и потоки кислорода и сероводорода на границе с донными отложениями Черного моря: автореф. дисс. ... на соиск. учен. степени канд. географ. наук: спец. 11.00.08 Океанология / Н. А. Орехова. – Севастополь: Морской гидрофиз. ин-т НАНУ, 2014. – 20 с.

Мошаров С. А. Характеристика биогенной седиментации в Балтийском и Черном морях: автореф. дисс... на соиск. учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 Экология / С. А. Мошаров: Ин-т глобального климата и экологии Росгидромета РАН. – М., 1996. – 24 с.

Парсонс. Т. Р., Такахаша М., Харгрейв Б. Биологическая океанография: пер. с англ. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 432 с.

Розанов А. Г., Вершинин А. В., Егоров А. В. Исследование химического обмена на границе вода-дно в Голубой бухте Чёрного моря // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37, № 3. – С. 341–350.

Самышев Э. З. Содержание органического вещества и интенсивность его седиментации в фотическом слое вод Черного моря // Системы контроля окружающей среды. Средства, информационные технологии и мониторинг: сб. науч. тр. / НАН Украины. МГИ: – Севастополь, 2009. – С. 352–359.

Сапожников В. В., Метревели М. П. Стехиометрическая модель органического вещества — основа количественного изучения продукционно-деструкционных процессов в океане // Труды ВНИРО. – 2015. – 155. – С. 137–141.

Скопинцев Б. А. Формирование современного химического состава Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 336 с.

Сорокин Ю. И. Черное море: Природа, ресурсы. – М.: Наука, 1982. – 217 с.

Чекалов В. П., Гулин М. Б. Респираторная активность бактериобентоса в прибрежном и глубоководном районах северо-западной части Чёрного моря // Морской экологический журнал – 2014. – 13, 1. – С. 88–96.

Чекалов В. П. Абсорбция кислорода донными осадками прибрежных районов Севастополя (Чёрное море) в процессе утилизации органического вещества // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 44–52.

Glud R. N., Gundersen J. K., Jorgensen B. B., Revsbech N. P., Schulz H. D. Diffusive and total oxygen uptake of deep-sea sediments in the eastern South Atlantic Ocean: in situ and laboratory measurements // Deep-Sea Research. – 1994. – 41. – P. 1767–1788.

Stahl H., Tengberg A., Brunnegard J., Bjornbom E., Forbes T. L., Josefson A. B., Kaberi H. G., Karle Hasselov I. M., Olsgard F., Roos P., Hall P. O. J. Factors influencing organic carbon recycling and burial in Skagerrak sediments // Journal of Marine Research. – 2004. – 62. – P. 867–907.

**Chekalov V. P. Oxygen absorption and destruction of organic matter in bottom sediments of the coast of Crimea** // Ekosistemy. 2019. Iss. 18. P. 142–149.

Experimental data on the absorption of oxygen as a combination of aerobic oxidation and neutralization of reduced anaerobiosis products by oxygen in the bottom sediments of the Crimean coast are presented. The penetration of oxygen into the sediments is necessary to take into account when calculating the rate of its consumption. The oxidative activity in deep-sea anaerobic sediments may be even higher than in the aerobic belt with the intake of oxygen. The intensity of the total oxygen consumption in the sediments of the western shelf was slightly higher than in the eastern part: 0.94 and 0.82  $\mu\text{g O}_2/\text{g}\times\text{h}$ . At the same time, aerobic oxidation differed more than twice – 0.77 versus 0.36  $\mu\text{g O}_2/\text{g}\times\text{h}$ , respectively. Based on this, the rates of utilization of organic substances was calculated. It was proved that their anaerobic utilization in the sediments of the east coast prevailed over aerobic oxidation. In general, the rate of organic matter conversion in the bottom sediments of the Black Sea was 2–4  $\mu\text{g}/\text{g}\times\text{h}$ , taking into account all aspects of metabolism, including assimilation processes. The calculated data on the possible rate of sedimentation of organic compounds in the north-western and eastern areas are provided. On average, it was 1.15 and 1.91  $\mu\text{g}/\text{cm}^2\times\text{h}$ , respectively. An approximate estimation of the rate of oxygen utilization and organic compounds in bottom sediments of the oxygen zone of the Black Sea shelf was made.

*Key words:* bottom sediments, oxygen consumption, organic matter, the Black Sea.

*Поступила в редакцию 11.03.19*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Полякова М. А., Ермаков Н. Б.</b> Изучение пространственной структуры степных растительных сообществ Хакасии с использованием космических снимков различного разрешения.....	<b>3</b>
<b>Иванова А. В., Костина Н. В., Аристова М. А.</b> Особенности таксономических спектров флор лесостепной части Самаро-Ульяновского Поволжья.....	<b>14</b>
<b>Присянникова И. Б., Ковальчук Д. И., Кравчук Е. А.</b> Фитотрофная паразитная микобиота государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Степной участок у села Школьное».....	<b>24</b>
<b>Кумахова Т. Х., Белошапкина О. О., Воронков А. С., Рябченко А. С.</b> Адаптивные структуры Maloideae (Rosaceae), детерминированные сублимитирующими стрессовыми факторами.....	<b>35</b>
<b>Седельникова Л. Л.</b> Сезонный ритм развития и органогенез <i>Iris setosa</i> (Iridaceae) в лесостепной зоне Западной Сибири.....	<b>48</b>
<b>Кабанов А. В.</b> Особенности подбора поздно цветущих представителей семейства Asteraceae для городского озеленения.....	<b>55</b>
<b>Потапенко И. Л., Летухова В. Ю.</b> Зеленые насаждения поселка Щebetовка (Юго-Восточный Крым): история, современное состояние и перспективы их оптимизации.....	<b>61</b>
<b>Мамаева Н. А., Хохлачева Ю. А., Гусев А. В., Баранова Е. К., Дьякова Г. М.</b> Возможности использования сортов пиона травянистого с японской формой цветка на объектах ландшафтной архитектуры.....	<b>78</b>
<b>Ренгартен Г. А., Сорокопудов В. Н.</b> Интродукция и селекция <i>Sorbus</i> (Rosaceae) в качестве пищевого растения в странах мира.....	<b>89</b>
<b>Колесникова И. Я., Воронин Л. В.</b> Влияние биопестицидов на комплексы почвенных микромицетов в агроценозах.....	<b>97</b>
<b>Щербань С. А., Мельник А. В.</b> Предварительные результаты исследований соматического роста черноморского гребешка <i>Flexopecten glaber ponticus</i> (Bivalvia, Pectinidae) в бухте Карантинная (Севастополь).....	<b>108</b>
<b>Горлачева Е. П.</b> Ихтиофауна водоемов-охладителей Забайкальского края: озера Кенон и водоем-охладитель Харанорской ГРЭС.....	<b>118</b>
<b>Гиригосов В. Е., Бескаравайный М. М.</b> Новые сведения о птицах береговой зоны Севастополя.....	<b>125</b>
<b>Зорина А. А., Киреева М. Л.</b> Обзор методов учета крыс в урбанизированной среде.....	<b>133</b>
<b>Чекалов В. П.</b> Поглощение кислорода и деструкция органических веществ в донных отложениях побережья Крыма.....	<b>142</b>

## CONTENT

<b>Polyakova M. A., Ermakov N., B.</b> The study of steppe vegetation spatial structure in Khakassia using satellite images of different resolution .....	<b>3</b>
<b>Ivanova A.V., Kostina N.V., Aristova M.A.</b> Features of the composition of the taxonomic spectra of flora in the forest-steppe part of Samara-Ulyanovsk Volga region.....	<b>14</b>
<b>Prosiannikova I.B., Kovalchuk D.I., Kravchuk E.A.</b> Phytotrophic parasitic mycobiota of the state reserve of regional significance in the republic of Crimea “Steppe area near the village Shkolnoye” .....	<b>24</b>
<b>Kumakhova T. Kh., Beloshapkina O. O., Voronkov A. S., Ryabchenko A. S.</b> Adaptive Maloideae (Rosaceae) structures, determined with sublimitating stress factors.....	<b>35</b>
<b>Sedelnikova L. L.</b> Seasonal rhythm of development and organogenesis of <i>Iris setosa</i> in the forest-steppe zone of Western Siberia .....	<b>48</b>
<b>Kabanov A. V.</b> Features of the selection of late-flowering plants from the family Asteraceae for urban landscaping.....	<b>55</b>
<b>Potapenko I. L., Letukhova V. Ju.</b> Green spaces of settlement Shebetovka (South-East Crimea): history, current state and prospects for their optimization.....	<b>61</b>
<b>Mamaeva N. A., Khokhlacheva J. F., Gusev A. V., Baranova E. K., D'yakova G. M.</b> The possibility of using varieties of grass peony with Japanese flower shape on landscape architecture objects .....	<b>78</b>
<b>Rengarten G. A., Sorokopudov V. N.</b> Introduction and selection of <i>Sorbus</i> as a food plant in the countries of the world .....	<b>89</b>
<b>Kolesnikova I. Ja., Voronin L. V.</b> Influence of biopesticides on soil micromycetes complexes in agroecocenosis .....	<b>97</b>
<b>Shcherban S. A., Melnic A. V.</b> Preliminary results of investigations of somatic growth processes of the Black sea mollusks <i>Flexopecten glaber ponticus</i> (Bivalvia, Pectinidae) in Carantine lagune (Sevastopol).....	<b>108</b>
<b>Gorlacheva E.P.</b> The ichthyofauna of cooling water reservoir-coolers of Zabaykalsky krai: lake Kenon and Haranorskoe reservoir .....	<b>118</b>
<b>Giragosov V. E., Beskaravayny M. M.</b> New information on birds of the coastal zone of Sevastopol.....	<b>125</b>
<b>Zorina A. A., Kireeva M. K.</b> Counting methods of rats number in the urban environment .....	<b>133</b>
<b>Chekalov V. P.</b> Oxygen absorption and destruction of organic matter in bottom sediments of the coast of Crimea .....	<b>142</b>