



ISSN 2414-4738

ЭКОСИСТЕМЫ

**Флора
и фауна**

Биоценология

**Биология
и экология
видов**

**Охрана
природы**



ВЫПУСК

1 (31)

2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

Научный журнал

Основан в 1979 году

ЭКОСИСТЕМЫ

Выпуск 1 (31)

Симферополь – 2015

Печатается по решению Ученого совета Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского протокол №16 от 23 ноября 2015 г.

Научный журнал «Экосистемы» является продолжением издания научного журнала «Экосистемы, их оптимизация и охрана».

В журнале публикуются материалы комплексных исследований по изучению флоры, фауны, фито- и зооценологии, экологии и биологии видов, охране растительного и животного мира.

Редакционный совет журнала

Главный редактор

Чуян Е. Н., доктор биологических наук, профессор

Редакторы

Иванов С. П., доктор биологических наук, профессор

Котов С. Ф., кандидат биологических наук, доцент

Ответственный секретарь

Николенко В. В., кандидат биологических наук

Технический редактор

Сволынский А. Д.

Члены редакционного совета

Ена А. В., доктор биологических наук, профессор,

Ермаков Н. Б., доктор биологических наук,

Захаренко Г. С., доктор биологических наук, профессор

Ивашов А. В., доктор биологических наук, профессор

Коба В. П., доктор биологических наук, профессор

Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

Кореньюк И. И., доктор биологических наук, профессор

Корженевский В. В., доктор биологических наук, профессор

Симагина Н. О., кандидат биологических наук, доцент

Симчук А. П., доктор биологических наук, профессор

Темурьянц Н. А., доктор биологических наук, профессор

Оберемок В. В., кандидат биологических наук, доцент

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

Полнотекстовые версии статей последних выпусков журнала в формате PDF и правила для авторов размещены на официальном сайте журнала по адресу <http://science.cfuv.ru/nauchnye-zhurnaly-kfu/ekosistemy>

Оригинал макет: Сволынский А. Д.

УДК 519.6+573.7

К ВОПРОСУ ВОСПРИЯТИЯ ФОРМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ В ПОСТРОЕНИИ ПОПУЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Переварюха А. Ю.

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург, madelf@pisem.net

Рассматриваются варианты поиска соответствия изменениям популяционной динамики, отмечаемым по неполным данным наблюдений и различных режимов поведения траекторий итерационных динамических систем. Показывается противоречивость реализации бифуркационного каскада удвоений циклов и имеющихся сведений о популяционных процессах на примере моделей воспроизводства анадромных рыб. Аналогично аperiodический режим перемежаемости мало соответствует появлением осциллирующих фаз в динамике насекомых-вредителей. Предлагаются критерии для построения альтернативных нелинейных моделей, учитывающих наличие минимально допустимой численности для промысловых популяций и возможность нескольких асимптотически устойчивых стационарных состояний. Одним из простых критериев служит наличие двух точек перегиба для кривой зависимости нерестового запаса и пополнения.

Ключевые слова: интерпретация данных наблюдений, нелинейные режимы, адекватность результатов моделей.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня важнейшая задача моделирования экологических процессов уже не состоит в обнаружении странных режимов поведения и диковинных объектов на фазовой плоскости, а в выработке критериев соответствия всего обширного зоопарка нелинейных эффектов имеющимся данным о резких популяционных метаморфозах, вызванных в том числе действием промысла. Первой и наиболее методически систематичной попыткой подтверждения математических выводов в популяционной динамике стали эксперименты японского энтомолога Сайнро Утиды [1]. В опытах с браконидой *Heterospilus prosopidis*, паразитирующей на личинках фасолевой зерновки *Callosobruchus chinensis*, были получены незатухающие колебания. Казалось бы, вольтерровская теория получила реабилитацию после неудач в опытах в простейшими организмами хищником и жертвой [2], но кропотливость японского ученого не позволила поднять знамя победы замкнутых интегральных кривых. Из-за непостоянства периода и заметных колебаний амплитуды экспериментатором был сделан вывод о невозможности получить описание полученных графиков из решений системы дифференциальных уравнений. Не следует удивляться тому, что репродуктивный паразитизм нельзя описать системой дифференциальных уравнений с *гладкими* правыми частями, ведь каждому из паразитов для размножения нужны определенные стадии развития организма хозяина, как то свежеотложенные яйца или куколки. Количество отложенных яиц на языке уравнений это $N(0)$ – начальные условия для его решения на определенном интервале времени, так что видятся реальные перспективы расширения неклассических методов вычислительной математики в направлениях интервальных, импульсных и непрерывно-дискретных систем для решения задач популяционного прогнозирования.

Цель работы – рассмотреть особенности восприятия данных наблюдений о промысловых популяциях как о естественных динамических системах, развитие которых обусловлено действием контролирующей эффективности воспроизводства нелинейной зависимости. Из обобщения ряда неудачных примеров постараемся сделать выводы о критериях соответствия поведения траектории одного класса нелинейных итерационных моделей реальным ситуациям, так как этот вопрос остается белым пятном в данной области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Если имеются данные и уже существует модель, разработанная на основе явных представлений о причинно-следственных связях в развитии процесса, то возникает задача настройки модели согласно имеющимся данным. Однако данные были получены об объекте,

находящемся в определенном состоянии и испытывающим внешнее, как говорят математики, «управляющее» воздействие. Если объект – не лабораторная популяция, и мы не можем произвольно управлять ее состоянием, то хорошо бы точно знать тип состояния, в котором находился объект, о котором собрана статистика.

Обратимся к работам по исследованию процесса формирования пополнения популяций рыб. основополагающие работы в этой области моделирования изначально отличались большей практической направленностью (особенно заметно отличие от вольтерровских моделей), так как они основывались на имеющихся данных по различным популяциям, которые приводятся в виде графиков. После появления известных моделей (ихтиологи называют их кривыми воспроизводства) Рикера, Кушинга или Бивертонна – Холта, формализующих компенсационную зависимость от плотности смертность молоди рыб, нужно было разработать методы для настройки параметров кривых по данным. Было много усилий в этом направлении, но нужно сказать, что основные работы ихтиологов публиковались до того, как были сделаны фундаментальные открытия в динамике итераций. Рикер не имел понятия о теории устойчивости и бифуркациях, но интуитивно понимал, что возникновение циклов зависит от наклона его эмпирической кривой.

Можно сказать, что подобные двухпараметрические модели не так сложны, однако они могут включаться в состав объемных многокомпонентных моделей ихтиоценозов, как например, В. В. Канторина для омуля оз. Байкал [3], Михайлова В. В., Решетникова Ю. С. для сига оз. Севан [4], и в качестве ведущих нелинейных членов в действительности определять их качественное поведение. В разработке модели водного сообщества в [5] бифуркационным параметром для длиннопериодических колебаний оказался рост скорости пополнения зоопланктона, но не исключено, что не единственно возможным.

Задаче подбора значений параметров посвящен один из разделов книги Рикера [6], где предложены возможные способы оценки. Для построения кривых воспроизводства предлагались довольно сложные преобразования исходных данных наблюдений. Исследователи склонны проявлять изобретательность, когда ставят цель подтвердить их теоретические предположения. Рикер логарифмировал предложенную им функцию для вычисления пополнения R (recruitment) от запаса нерестующих рыб S (stock) следующим образом:

$$\ln R - \ln S = \ln a - bS.$$

Далее по имеющимся данным учета он строил кривую с использованием регрессии $\ln R / S$ на S для геометрической и арифметической средней, как показано на рисунке 1 для норвежской трески *Gadus morhua* L., но ни одна из линий регрессии на этом графике не отвечает опытным данным. Однако если прочертить траекторию, то станет видно, как популяция под воздействием какого-то важного фактора после 1948 г. переместилась из устойчивого стационарного состояния в неустойчивое равновесие. Эффективность воспроизводства после 1949 г. резко падала, потом столь же резко возросла, описав петлю, вышла к минимальному за время наблюдений значению. Далее промысловый запас, по видимому, деградировал (ряд данных заканчивается 1960 г.).

На графиках рисунка 1 искалась именно куполообразная кривая, но, вероятно, реальная зависимость с такой динамикой выглядит сложнее. Мы можем предложить альтернативную модельную зависимость родительского запаса S и восполнения R для рассмотренной Рикером ситуации промысла трески с двумя экстремумами максимумами, один из которых образует пологий купол и содержит притягивающую стационарную точку, а другой – резкий пик между нетривиальными стационарными точками равновесия (рис. 2). Положение минимума может определяться дополнительными внешними факторами, вызывающими масштабирование кривой вдоль оси ординат, и, соответственно, появится вероятность притяжения траектории к тривиальному равновесию в точке 0,0.

Трудно предложить общую методику анализа статистики наблюдений за популяцией, рассматриваемой как естественная динамическая система, но находящейся за период наблюдений в различных режимах изменения состояния, например, после селективного перелова. Обсуждение реальных наблюдений по теории формирования пополнения

показывает, что проявление искомой зависимости гораздо в большей степени свойственно анадромным рыбам. Осетровые и крупные лососевые виды рыб отличаются по продолжительности жизненного цикла, но сходны по экологическим условиям нерестовой миграции на ограниченные по площади пригодные пресноводные нерестилища.

Другой замечательный пример попытки построения кривой воспроизводства Рикера по детерминированным данным (рис. 3) интересен с точки зрения нелинейной хаотической динамики [7]. По оси абсцисс – запас, по ординат – пополнение, и очень разумно оставлены даты, соответствующие значениям на графике. Обратим внимание, что точки в плоскости запас×пополнение лежат точно по стрелкам траектории, проведенным нами от биссектрисы координатного угла геометрического места стационарных точек (диаграмма движения точек «лестница Ламерея»), так как это данные о численности тихоокеанской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с двухлетним жизненным циклом.

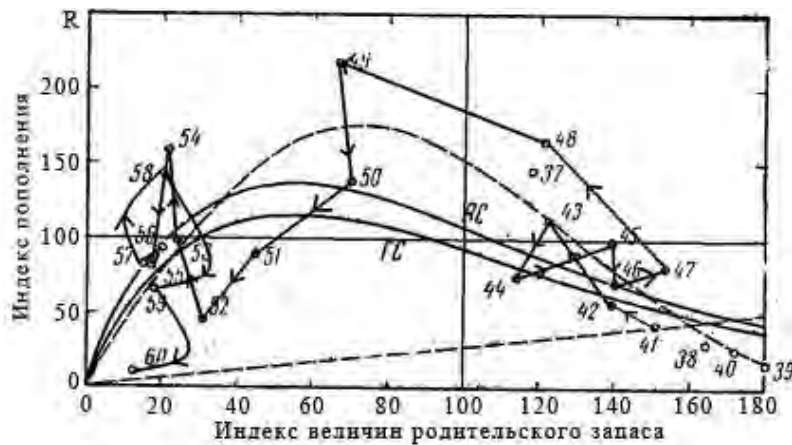


Рис. 1. Поиск зависимости Рикером по линиям регрессий с добавленной траекторией (по [6] с дополнением)

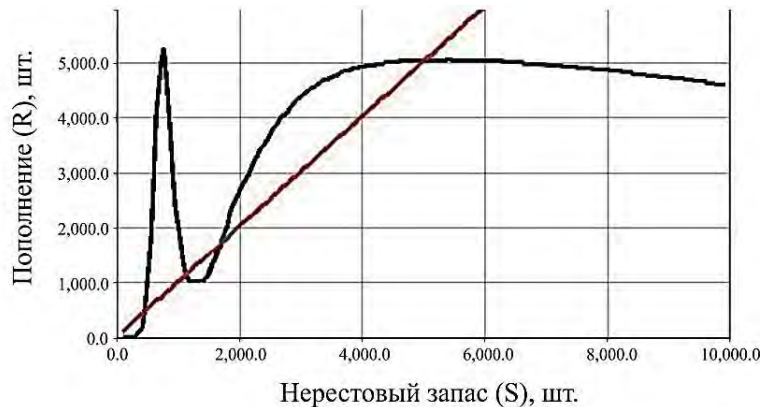


Рис. 2. Новая модельная зависимость с пиком и пологим куполом (по нашим расчетам)

У некоторых лососевых рыб существуют так называемые «четные» и «нечетные» стада, которые приходят на нерест соответственно в четные и нечетные годы, фактически размножающиеся отдельно разные популяции, взаимно конкурирующие. Численность четных и нечетных стад может значительно отличаться и в некоторых нерестовых реках одного из стад горбуши может не быть совсем. Для горбуши иногда отмечают весьма резкие изменения численности производителей. Судя по траектории на таком графике, мы предположим, что зависимость опять неунимодальная, но нет нетривиальной стационарной точки левее пика, ветвь кривой лежит ниже биссектрисы, и более того, все возможные

стационарные точки возле пика неустойчивы. Апериодическая динамика может реализовываться за счет интервального аттрактора, третьего типа по классификации предельных асимптотических множеств для итерационных систем, предложенной Дж. Гукенхеймером.

Динамика системы, начиная с точки 1930 г., по имеющимся данным, в строгом смысле аperiодическая. Однако нарисованная аппроксимационная кривая обладает единственной стационарной точкой пересечения с биссектрисой, которая, судя по приведенному графику, должна быть устойчивой под действием итераций, так как наклон касательной к кривой в точке пересечения явно меньше $\pi/4$. Колебаний с большой амплитудой такая кривая предсказывать не может, так как точки должны были бы группироваться в некотором ограниченном радиусе от биссектрисы координатного угла или демонстрировать стягивание, так как точка 34 отображается прямо на пересечении.

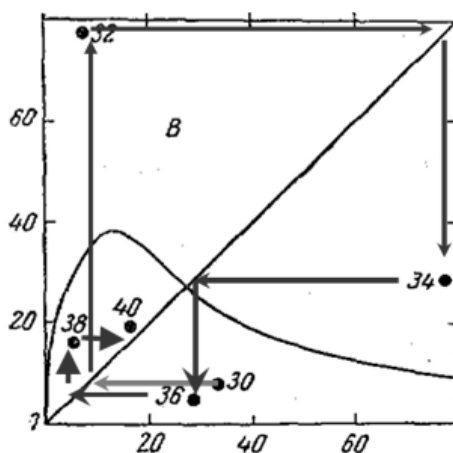


Рис. 3. Данные кривой воспроизводства и попытка их аппроксимации (по [7])

В работах Рикера не сказано, что параметры моделей не равноценны по значимости при рассмотрении их влияния на структуру фазового портрета динамической системы. В предыдущей работе [8] мы отмечали бифуркационные изменения поведения модели Рикера, но в действительности эти свойства относятся к целому классу дискретных отображений, к которому относится и проведенная Рикером (рис 3) аппроксимационная кривая. К тому же типу отображений относится и модель Дж. Шепарда, как совсем не имеющее отношение к популяционной динамике тригонометрическое отображение. Модель Бивертон – Холта имеет совершенно другое качественное поведение: без циклов. Данные о четной популяции горбуши заставляют усомниться в том, что для нее существует зависимость пополнения и запаса с единственным максимумом, так, динамика точек не характерна даже для случая образования хаотического аттрактора в результате накопления каскада удвоенных циклов.

Как известно, в моделях Рикера и Шепарда существует возможность появления при бифуркациях циклов всех степеней 2, в результате бесконечного каскада таких удвоенных поведение траектории хаотизируется. Но трактовка параметров, при увеличении которых происходят бифуркации удвоения периода, в этих двух моделях диаметрально противоположна. На рисунке 4 с условным шаговым модельным временем t показан образующийся вместо двухточечного цикл из четырех периодических точек для модели воспроизводства У. Рикера, представленной в итерационном виде $S_{n+1} = \psi(S_n)$ при $a > e^2$. Между двумя верхними и нижними точками до бифуркационного значения параметра a существовала одна точка, которая раздвоилась при бифуркации, но порядок обхода из верхней ветви в нижнюю и обратно сохраняется при всех дальнейших удвоениях периода цикла.

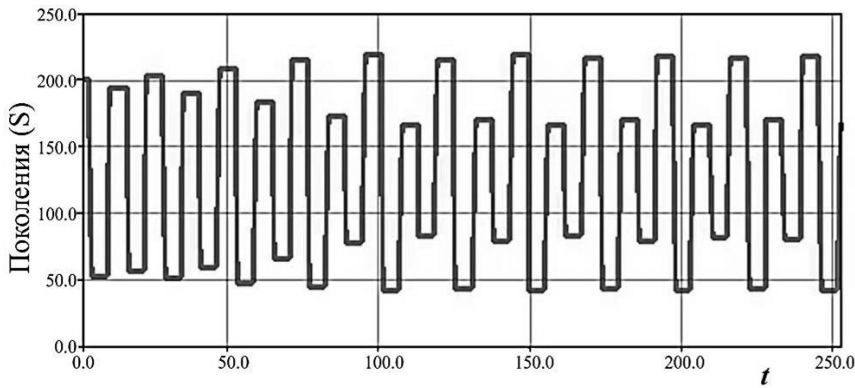


Рис. 4. Цикл периода 2^2 возникший в модели Рикера (по нашим расчетам)

Обнаружение универсального характера образования циклов было воспринято с позитивной стороны подтверждением предсказательных возможностей таких моделей для популяций с неперекрывающимися поколениями, начиная с работ Р. Мэя [9], и такое мнение продолжает доминировать среди математиков. Цикличность свойственна ряду природных популяций. Особенно выражены циклические изменения численности у грызунов субарктической зоны. Помимо длины циклы различаются взаимным расположением точек, и, как мы видим, у полевки *Myodes rufocanus* (рис. 5) это монотонные перестановки с явным пиком в конце 4-летнего периода, и в конце сдвиг к 5-летнему, звездочками отмечены годы мышиных пиков.

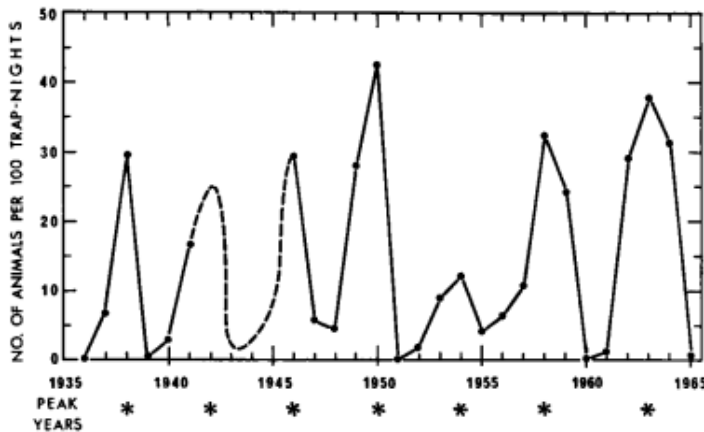


Рис. 5. Реальная 4-летняя цикличность популяции полевки (по [10])

Согласно модельным циклам периода 2^n не будет периодов депрессии и промежутков высоких уровней. Для отдельных популяций лососевых свойственны длиннопериодические циклические колебания с постепенным приближением к наибольшим значениям (рис. 6) [11]. В дискретных итерациях получить такую динамику проблемно, но нами предложен принудительный способ: вводить специальные триггерные функционалы, редуцирующие «по ходу» число стационарных точек, но тогда траектория будет резко падать в режим малочисленных колебаний.

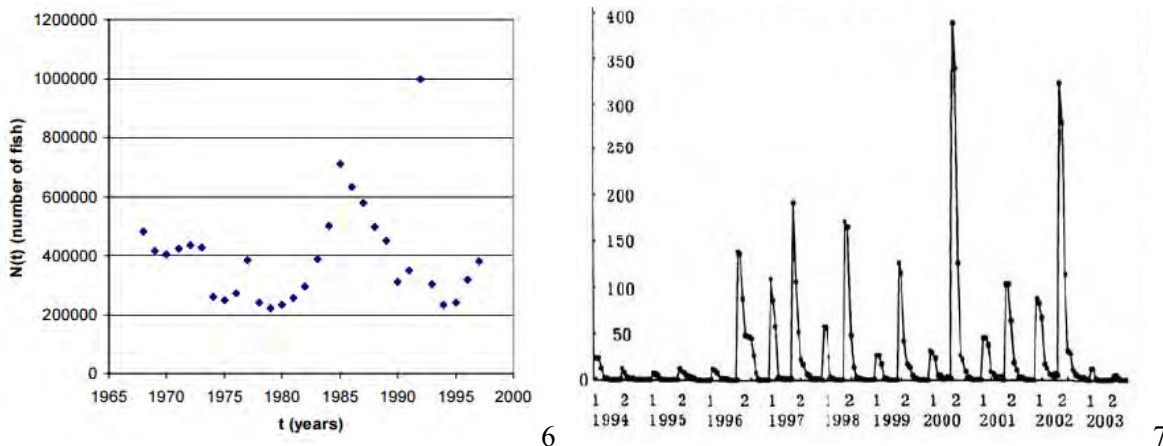


Рис. 6–7. Динамика нереста лосося (все виды) в Snake River (Канада) (по [11]) (6) и динамика плотности поколений кукурузного мотылька (по [13]) (7)

Для насекомых-фитофагов встречается усложненная динамика, когда раз за разом периоды длительной депрессии вредителя сменяются переходом к флуктуациям с большой амплитудой и высокой средней за период численностью. Так как учет у энтомологов чаще всего ведется по вредящей преимагинальной стадии, то итерационные модели поколений насекомых будем обозначать $R_{n+1} = \varphi(R_n)$. Существующие гипотезы объясняет это воздействием инфекций [12]. Как показано исследованиями группы А. Н. Фролова, для кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. в Краснодарском крае периоды малой численности второго зимующего поколения связаны с высокой зараженностью яиц паразитическим наездником *Trichogramma evanescens* [13] но ограничены по времени (рис. 7), это периоды 1994–96 и 2002–04 гг.

Для динамических систем после образования хаотического аттрактора наблюдается возникновение периодических окон, в том числе нечетных периодов. Перед тем как перейти устойчивому циклу, реализуется режим перемежаемости, когда длительное почти периодическое поведение прерывается аperiodическими интервалами. Можно было бы говорить о популяционном истолковании подобного поведения траектории, однако амплитуда неperiodических флуктуаций при перемежаемости, наоборот, уменьшается по сравнению с амплитудой почти циклического движения (рис. 8), где по оси ординат условное модельное время.

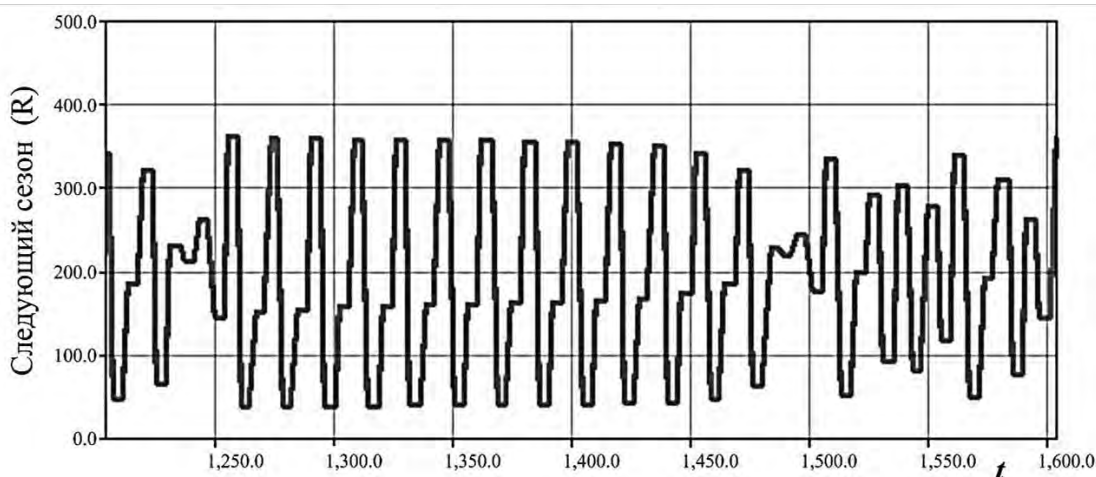


Рис. 8. Перемежаемость в модели рядом с возникающим циклом 3 (по нашим расчетам)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Будем рассматривать отображение класса гладкости C^2 отрезка прямой R^1 в себя задаваемой функцией $f(x)$, которая будет интерпретироваться как связь между нерестовым стадом и образовавшимся пополнением у рыб неперекрывающимися поколениями.

Пусть неподвижная точка отображения зависеть от нескольких параметров: $x^* = x^*(a, b)$, но $f'_x(x^*) = p(a)$, $f'(x) \neq 0$ если $x \neq c$, $f''(c) \neq 0$

и пусть для $f(x; x \neq c)$ всюду определен дифференциальный инвариант Шварца:

$$S_f = \frac{f'''(x)}{f'(x)} - \frac{3}{2} \left(\frac{f''(x)}{f'(x)} \right)^2.$$

В случае функции Рикера имеем:

$$\begin{aligned} f'(x) &= ae^{-bx}(1-bx), \\ f''(x) &= abe^{-bx}(bx-2), \\ f'''(x) &= ab^2e^{-bx}(3-bx) \text{ и в общем виде: } f^{(n)}(x) = a(-1)^n b^{n-1} e^{-bx}(bx-n). \end{aligned}$$

Тогда можно получить выражение и оценить знак шварциана, сохраняющийся для всех $f(f(\dots(x)\dots)) \equiv f^n(x)$:

$$S_f = b^2 \frac{-b^2 x^2 + 4bx - 6}{2(1-bx)^2} \text{ и очевидно } S_f < 0 \text{ для } x \in \mathfrak{R}.$$

Стационарная точка функции Рикера зависит от двух параметров: $x^* = \ln a / b$, но критерий устойчивости – однопараметрическая функция, и x^* теряет устойчивость при:

$$\begin{aligned} f'(x^*) &= -1, \text{ где критерий устойчивости} \\ f'(x^*) &= \frac{a(1 - \ln a)}{e^{\ln a}} = 1 - \ln a. \end{aligned}$$

При $a = e^2$, $f'(x^*) = -1$ наблюдается следующая ситуация для второй итерации $f^2(x)$ в теряющей устойчивость стационарной точке x^* :

$$\begin{aligned} \frac{df^2(x^*)}{dx} &= 1, \\ \frac{d^2 f^2(x)}{dx^2} &= \frac{df'(f(x))f'(x)}{dx} = f''(f(x))(f'(x))^2 + f'(f(x))f''(x), \\ \frac{d^2 f^2(x^*)}{dx^2} &= f'(x^*)f''(x^*)(f'(x^*)+1) = 0. \end{aligned}$$

и шварициан: $S_{f^2(x^*)} = \frac{d^3 f^2(x^*)}{dx^3}$.

так как известно $S_{f^2} < 0$, а следовательно, $df^2(x)/dx$ при $a = e^2$ имеет в x^* локальный максимум и таким образом происходит бифуркация, появляются устойчивые циклические точки, являющиеся стационарными точками для второй итерации. Очевидно, что отрицательный знак шварциана служит критерием для возможности реализации бесконечного каскада бифуркаций удвоения периода цикла, важность которого для моделей математической биологии отмечалась автором ранее. Более того, это является следствием фундаментальной теоремы Д. Сингера [14], доказавшего, что отображение унимодальной

функции с отрицательным дифференциальным инвариантом Шварца (критерии Сингера) S_f может иметь не более одной устойчивой траектории и эта траектория является ω -предельным множеством для критической точки $c: f'(c) = 0$.

Следовательно, предложенная Рикером биологическая модель с математической точки зрения классифицируется как SU -отображение, для которого выполняются условия теоремы Д. Сингера. Модель Рикера отличается от объектов, исследовавшихся Фейгенбаумом и в других работах по универсальности (обычно квадратичного полинома) наличием точки перегиба $f''(x_s) = 0, x_s = 2/b$ и точек, где обращаются в ноль старшие производные. $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \rightarrow 0$ означает, что хаотический аттрактор может увеличиваться неограниченно, так как не возникнет такого явления как граничный кризис аттрактора.

Не относятся к данному классу отображений дискретно-непрерывная модель, предложенная нами в [8] для анализа порогового эффекта в воспроизводстве истощенного промыслом и малочисленного в настоящее время стада волжского осетра. Для незнакопостоянности инварианта S_f достаточно получить зависимость с двумя точками c_1, c_2 такими, что $f''(c_1) = f''(c_2) = 0$. Нарушение критериев Сингера совсем не означает, что динамика итераций зависимости обязательно будет тривиальной.

Иногда более успешно применяются виды зависимостей, казалось бы, не соответствующие наблюдаемой форме кривой, так, в [15] отмечается, что данные по уловам сибирского осетра в верховьях Оби приводят к куполообразной форме кривой с плоской вершиной, но выбрана автором и используется модель Бивертон – Холта – дуга гиперболы. В интересной работе [16] о прогнозировании достаточно парадоксального увеличения эффективности воспроизводства камчатского кижуча лучшее соответствие показала альтернативная модель (хотя, к сожалению, для нелинейщиков она уступила в рейтинге авторов [17] авторегрессионной модели) теории формирования пополнения Шепарда:

$$f(x) = \frac{ax}{1 + \left(\frac{x}{K}\right)^b},$$

где $a > 1$ интерпретируется аналогично модели Рикера, K так же, как и в известном дифференциальном уравнении П. Ферхюльста: лимитирующий фактор ограниченной емкости среды, степень воздействия которого определяются показателем b . Данная модель претендовала на универсальность в теории зависимости запаса и пополнения для рыб [17].

Рассмотрим модель Шепарда с точки зрения теории бифуркаций отображений на R^1 :

$$x^* = K\sqrt[b]{a-1},$$

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{(K^b + x^b)aK^b - ab(Kx)^b}{(K^b + x^b)^2},$$

$$\frac{df(x^*)}{dx} = \frac{a - ba + b}{a} > 0 \text{ при } b < 1.$$

Теория универсальности нелинейных систем разработана только для однопараметрического случая [18]. Экспериментально установлено, что в ограниченном диапазоне значений параметра a , имеющих смысл, бифуркации удвоения периода возникают при изменении показателя степени $b \leq 1$. При $b < 1$ критических точек нет, при $b = 2$ функция имеет критическую точку $x = K$. Вторая производная в критической точке:

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} = -\frac{a}{4K},$$

и функция имеет максимум при данных условиях. В случае модели Шепарда мы имеем сложную параметрическую зависимость для аналитического анализа бифуркаций, и так

ихтиологическая практика ставит проблемы для математики. Оценка и поиск хаотических свойств в биосистемах стала отдельным направлением. В популяционной динамике весомых положительных результатов получить не удалось, но для сигналов разрабатываются методы оценки доли хаоса в организации движений и биоэлектрической активности мышц [19].

Сущностная популяционная интерпретация нелинейных эффектов в моделях Рикера и Шепарда оказывается прямо противоположной. Рассмотрев изменение поведения модели Рикера, можно сформулировать следующую гипотезу:

Предположение 1. Увеличение репродуктивного потенциала популяции (т.е. параметра a) приводит к появлению флуктуаций численности аperiodического характера.

Однако, в модели Шепарда появление циклов периода 2^n происходит при увеличении степени действия лимитирующих факторов среды. Отсюда можно предположить, что одна из двух моделей принципиально неадекватна, либо заключить, что каскад бифуркаций и ряд других сложных нелинейных эффектов (онок периодичности, перемежаемости, внутреннего кризиса хаотического аттрактора) для SU -отображений не имеет сущностной популяционной интерпретации. Отсюда следующее предложение:

Предложение 2. Функциональная зависимость, соответствующая условиям теоремы Сингера, будет выходить за пределы применимости в популяционной динамике при непредсказуемых интервалах значений модельных параметров.

Следствие: Модель функциональной зависимости вида «запас – пополнение» не должна сохранять знакопостоянный шварциан.

Для случая с осетром Каспия нам было важно рассмотреть в модели воспроизводства ситуацию приближения к минимальной для выживаемости численности нерестового стада, но как оказалось, подобные зависимости будут иметь и другие отличия динамики. Можно выдвинуть критерии, при соблюдении которых модель сохранит адекватность, если рассмотреть известный в популяционной биологии эффект Олли применительно к удельной скорости роста и дать интерпретацию величине $y = df(x)/dx$.

Предложим следующие условия, накладываемые на производную: не должна быть унимодальной функцией, а именно:

- а) $y(x)$ должна достигать максимума на промежутке $(0, c)$;
- б) иметь минимум на промежутке (c, d) , где $y(c) = 0, y(d) < 0$;
- в) $\lim_{x \rightarrow \infty} y(x) = 0$.

Изначально эффект Олли связывали с млекопитающими и птицами с групповым оборонительным поведением, но недавние работы энтомологов группы Сэнди Либхольда показали значимость данного явления для динамики распространения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. в Северной Америке [20], опасного инвазивного вредителя леса. Таким образом, учет проявления на графике действия эффекта Олли, выражающегося в непропорциональном падении эффективности воспроизводства относительно сокращающегося нерестового запаса, практически расширит рамки возможности интерпретации результатов вычислительного моделирования.

Остается вопрос, если применимы модели, для которых не наблюдается каскада бифуркаций, то как модельно интерпретировать данные о популяциях, явно характеризующихся циклической и аperiodической динамикой? Ответ состоит в отказе от условия единственности экстремума функции $f(x)$. В итерациях неунимодальных функций (имеющих более одного максимума воспроизводства) возможно возникновение интервальных «подковообразных аттракторов» с аperiodической динамикой ограниченной амплитуды. Дополнительно в отображениях с несколькими экстремумами возможно явление мультистабильности и практически стохастического выбора одного из альтернативных устойчивых состояний. В ряде моделей биологических процессов рассматривался эффект запаздывания [21], но более обосновано учитывать этот эффект не всей популяции (от какого ее состояния в прошлом может зависеть развитие яиц/икринок?), но только для некоторых стадий развития.

ВЫВОДЫ

1. Наблюдения и принципы экологии часто не согласуются со свойствами математического аппарата. Известно, что чем больше видов в экосистеме, тем она стабильнее, что означает способность длительное время сохранять неизменным свое состояние. В тропическом лесу не происходит всплеск численности, не один вид не может стать доминирующим из-за плотности конкурирующих видов. В лесах Канады периодически происходят всплески численности листовертки, при которых гибнут большие лесные массивы, а севернее в тундровой зоне периодически наблюдаются нашествия леммингов. При построении модели взаимодействия видов мы получим, что от увеличения размерности фазового пространства динамических систем только усложняется вариативность качественных режимов поведения траектории.

2. Многообразие режимов поведения нелинейной модели трудно втиснуть в ограниченные рамки сущностной интерпретации, если модель – не абстрактная фантазия, а строится исходя из реального состояния промысловой популяции. На этапе разработки модели исследователь не может предполагать всех странностей ее динамики. В то же время анализ экспериментальных данных без учета основ нелинейной динамики приводит противоречивым результатам.

3. Выработка определенных критериев, накладываемых на модели конкретной предметной области, может упростить проблему объяснения полученных результатов. Интересным способом улучшения практических результатов моделирования видится сценарный подход, подразумевающий сравнительное сопоставление сразу серии управляемых вычислительных экспериментов по отношению к изменяемому внешнему параметру.

Благодарности. Работа выполнена в рамках реализации проектов РФФИ: №15-04-01226 «Периодические колебания в многолетней динамике численности насекомых-фитофагов: индукторы и механизмы», рук. – проф. Фролов А. Н., Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений; №14-07-00066 – «Разработка методов вычислительного моделирования формирования запасов водных биоресурсов при адаптации технологии искусственного воспроизводства», рук. – с.н.с. Переварюха А. Ю., СПИИРАН.

Список литературы

1. Гаузе Г. Ф. О законах накопления биомассы в смешанной культуре двух видов дрожжей / Гаузе Г. Ф. // Известия Академии наук СССР. – 1933. – № 10. – 1465–1467.
2. Utida S. Cyclic Fluctuations of Population Density Intrinsic to the Host-Parasite System / Utida S. // Ecology. – 1957. – Vol. 38. – P. 442–449.
3. Конторин В. В. Математическое моделирование популяции байкальского омуля. – М.: 1980. – 208 с.
4. Михайлов В. В., Решетников Ю. С., Щеголев А. Г. Имитационная модель рыбной части сообщества озера Севан // Проблемы автоматизации научных и производственных процессов. – Л.: Наука, 1985. – С. 56–61.
5. Бобырев А. Е. Долгопериодные эндогенные колебания численности популяций рыб. Математическое моделирование / Бобырев А. Е., Бурменский В. А., Криксунов Е. А., Медвинский А. Б., Нуриева Н. И., Русаков А. В. // Биофизика. – 2013. – Т. 58. – № 2. – С. 334–348.
6. Рикер У. Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 408 с.
7. Ricker W. E. Two mechanisms that make it impossible to maintain peak period yields from stocks of Pacific salmon and other fishes / Ricker W.E. // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1973. – Vol. 30. – P. 1275–1286.
8. Переварюха А. Ю. Моделирование порогового эффекта в эффективности воспроизводства волжской популяции осетра / Переварюха А. Ю. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5-1. – С. 548–553.
9. May R. M. Qualitative Stability in Model Ecosystems // Ecology. – 1973. – Vol. 54. – P. 638–641.
10. Krebs C. J. Population Cycles in Small Mammals / Krebs C. J., Myers J. H. // Advances in Ecological Research. – 1974. – Vol. 8. – P. 267–399.
11. Anderson R. Infectious Diseases and Population Cycles of Forest Insects / Anderson R., May R. M. // Science. 1980. – Vol. 210. – № 4470. – P. 658–661.
12. Серапионов Д. А. Эффективность природной популяции трихограммы против кукурузного мотылька / Серапионов Д. А., Фролов А. Н. // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 63–64.

13. Singer D. Stable orbits and bifurcations of the maps on the interval / Singer D. // SIAM journal of applied math. – 1978. – V. 35. – P. 260–268.
14. Журавлев В. Б. К методике изучения численности популяций редких и исчезающих видов рыб / Журавлев В. Б. // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 2. – № 23–2. – С. 20–27.
15. Фельдман М. Г. Прогнозирование подходов лососевых (на примере кижуча западной Камчатки) с использованием моделей экстраполяции временных рядов и моделей «запас-пополнение» / Фельдман М. Г., Шевляков Е. А., Зорбиди Ж. Х. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 87–106.
16. Sheperd J. G. A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves / Sheperd J. G. // J. Cons. Intern. Explor. Mer. – 1982. – V. 40. – P. 67–75.
17. Collet P. Universal properties of maps of an interval / Collet P., Eckmann J., Lansford O. E. // Gomm. Math. Phys. – 1980. – Vol. 76. – №3. – P. 211–254.
18. Бурькин Ю. Г. Новый метод оценки степени хаотичности биосистем / Бурькин Ю. Г., Горленко Н. П., Еськов В. В., Кошечев В. П., Пашнин А. С. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2014. – № 3. – С. 69–77.
19. Tobin P. C. The role of Allee effects in gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.)) invasions / Tobin P. C., Robinet C., Johnson D. M., Whitmire S. L., Liebhold A. M. // Population Ecology. – 2009. – Vol. 51. – P. 373–384.
20. Михлин Л. С. Об устойчивости одной нелинейной модели с запаздыванием / Михлин Л. С. // Процессы управления и устойчивость. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 65–70.

Переварюха А. Ю. До питання сприйняття форм нелінійності за даними спостереження в побудові популяційних моделей // Екосистеми. Сімферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 3–13.

Розглядаються варіанти пошуку відповідності змінам популяційної динаміки, відзначеним різними авторами за неповними даними спостережень і різних режимів поведінки траєкторій ітераційних динамічних систем. Показується суперечливість реалізації біфуркаційного каскаду подвоєнь циклів і наявних відомостей про популяційних процесах на прикладі моделей відтворення анадромних риб. Аналогічно аперіодический режим переважає мало відповідає появою осцилюючих фаз в динаміці комах шкідників. Пропонуються критерії для побудови альтернативних нелінійних моделей враховують наявність мінімально допустимої чисельності для промислових популяцій і можливість декількох асимптотично стійких стаціонарних станів. Одним і простих критеріїв служить наявність двох точок перегину для кривої залежності нерестового запасу і поповнення.

Ключові слова: інтерпретація даних спостережень, нелінійні режими, адекватність результатів моделей.

Perevaryukha A.Yu. On the problem of perception forms of nonlinear according to observations in the construction of population models // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1(31). P. 3–13.

In this article, we are considering embodiments to match the changes in population dynamics identified by different authors from incomplete observations, and various modes of behavior of the trajectories of iterative dynamical systems. Inconsistency of implementation of doubling bifurcation cascade cycles and available information on population processes is shown on the example of anadromous fish reproduction models. Likewise, an aperiodic mode of intermittency slightly corresponds to the appearance of oscillating phases in the dynamics of insect pests. The criteria for the construction of alternative nonlinear models that take into account the presence of the minimum allowable number of commercial fish populations and possibility of multiple asymptotically stable steady states are proposed. One of the simple criterions is the presence of two points of inflection for the influence curve of the spawning stock and recruitment.

Key words: interpretation of the observational data, nonlinear regimes, adequacy of model results.

Поступила в редакцію 10.12.2015 г.

УДК 632.937.19+582.232/.275 –155.7

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ ЦИАНОБАКТЕРИЙ: ОТХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ КАК ИСТОЧНИК БИОЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Гольдин Е. Б.

ФГОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
Симферополь, evgeny_goldin@mail.ru

Технологический регламент получения кормового белково-витаминного концентрата из биомассы природных популяций цианобактерий (около 98 % *Microcystis aeruginosa*), разработанный в Институте гидробиологии НАН Украины, предусматривает образование 90 м³ жидких отходов на 40 т продукта. Нами предложено использование отходов производства в качестве природных пестицидов, а серия опытов на личинках насекомых 2 и 3 возрастов показала высокий уровень их активности. Обработка листьев растений-хозяев отходами в 1:1; 1:2 и 1:4 разведениях вызвала сильное угнетение питания по сравнению с контролем: в 1,25–1,68 раза для кольчатого коконопряда, в 2,1–7,9 раза для американской белой бабочки и в 1,5–1,9 раза для колорадского жука. Масса личинок была значительно меньше, чем в контроле – на 57,0 % для кольчатого коконопряда, на 67,6 % для американской белой бабочки и на 77,9–84,3 % для колорадского жука при нарушении метаморфоза. Полная гибель американской белой бабочки и колорадского жука (личинки 2 возраста) наблюдалась на 5 и 15 сутки соответственно. Смертность кольчатого коконопряда составила 72,0% (15 сутки) и 80,0–88,0% (20 сутки). Большинство личинок 3 возраста всех видов отмирало в течение 15–20 суток. Отходы обладали кишечным и контактным действием.

Ключевые слова: цианобактерии, *Microcystis aeruginosa*, белково-витаминный концентрат, растительноядные насекомые, природные пестициды, ингибирующее действие, колорадский жук, американская белая бабочка, кольчатый коконопряд, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время мировая наука уделяет особое внимание изучению действия токсинов и биологически активных веществ цианобактерий на организмы различного эволюционного уровня и их роли в межвидовых взаимоотношениях [1–3].

Результаты исследований последних десятилетий, включая данные автора [4–11], показывают, что вторичные метаболиты цианобактерий оказывают влияние на жизненные функции растительноядных организмов, вызывая стрессовые явления и общее снижение биотического потенциала. Биоцидная активность цианобактерий по отношению к членистоногим характеризуется сложным и многосторонним механизмом, близким к действию защитных секретов низших и высших растений на фитофагов (ингибирование основных жизненных функций, в том числе детергентное, тератогенное и дерепродукционное действия). Такие эффекты мы наблюдали в лабораторных и полевых опытах [7, 8, 10], и это позволяет сделать заключение о защитном характере действия нетоксичных метаболитов цианобактерий; например, этими свойствами обладают липидные и терпеновые соединения [9, 12].

Действие проб природных популяций цианобактерий, включающих *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и *Dolichospermum flos-aquae* Wacklin, Hoffmann et Kom. [= *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb. ex Born. & Flauh.], изучено нами на модельных тест-объектах – колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) и американская белая бабочка (*Huphantria cunea* Drury, 1773).

Детергентные и ингибирующие свойства цианобактерий (угнетение процессов питания, метаморфоза, роста, размножения и выживаемости) проявились в экспериментах в большей степени, чем токсичные, особенно в случаях потребления корма насекомыми на стадиях младших личиночных возрастов. Подавление трофической функции личинок подтверждается визуальными наблюдениями и данными измерения листовой поверхности. Ингибирование питания и отставание личинок в росте приводит к нарушениям метаморфоза. В различных экспериментах у колорадского жука имаго формируются в 2,0–4,4 раз реже, чем в контроле, причем процессы окукливания и выхода имаго сопровождаются значительными морфологическими отклонениями от нормы в виде

тератогенеза (нежизнеспособные куколки со сморщенной кутикулой у американской белой бабочки и имаго с редуцированными надкрыльями у колорадского жука). В то же время эффект последствия проявился в нарушениях процессов окукливания, формирования имаго и личиночном, куколичном и имагинальном тератогенезе. В конечном итоге, смертность регистрируется на всех фазах развития, приводя к относительно высокому суммарному летальному эффекту [7, 8].

Биоцидные метаболиты цианобактерий могут быть источником препаратов, предназначенных для биологического контроля численности вредных организмов [12–15], что представляет собой одну из наиболее перспективных тенденций в прикладном аспекте использования альгометаболитов. К числу важнейших задач в этом аспекте относятся различные технологические подходы к разработке, получению и применению новых препаративных форм на их основе [16]. В качестве вариантов решения проблемы нами рассматривались порошковидный альгопрепарат из природных популяций цианобактерий [15], интенсивная альгологически чистая культура *M. aeruginosa* [17], лизаты цианобактерий цианофагами [14] и применение приемов смешанного культивирования видов-антагонистов [18].

Представленные в статье материалы принадлежат к этому циклу исследований.

Цель работы состоит в разработке нового биотехнологического направления, связанного с комплексным использованием альгологического сырья при получении белково-витаминного концентрата. Прежде всего, это относится к параллельной утилизации отходов производства для создания биоцидных препаратов, в частности природных пестицидов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Технологический регламент производства кормового белково-витаминного концентрата из биомассы природных популяций цианобактерий (сестона, включающего около 98 % *M. aeruginosa*), разработан в Институте гидробиологии НАН Украины [19, 20]. Первичным сырьем для производства белково-витаминного комплекса служит паста, полученная из биомассы цианобактерий, из которой предварительно удалены углеводные компоненты, предназначенные для культивирования дрожжей. Производственный процесс включает ряд последовательных этапов комплексной переработки материала: упаривание, сгущение и солянокислый гидролиз, очистку солянокислого гидролизата и нейтрализацию сернокислотного гидролизата, дехлорирование (нейтрализация) солянокислого гидролизата, его сгущение и сушку. Технология получения конечной продукции предусматривает образование 90 м³ жидких отходов на 40 т готового концентрата белковых веществ, и для завершения полного цикла необходимо обеспечить рациональное использование сопутствующих материалов.

Нами предложена схема применения отходов производства в качестве сырья для природных пестицидов. Для ее обоснования в качестве тест-объектов выбраны личинки массовых видов растительноядных насекомых – кольчатого коконопряда *Malacosoma neustria* L., американской белой бабочки и колорадского жука, которые на стадиях второго и третьего возрастов подвергались испытаниям в серии экспериментов. Насекомые были собраны в агробиоценозах предгорного Крыма. Листья растений-хозяев (абрикос для кольчатого коконопряда, клен ясенелистный для американской белой бабочки и картофель для колорадского жука) обрабатывали отходами, разбавленными дистиллятом в 1:1; 1:2 и 1:4 концентрациях, при помощи лабораторного опрыскивателя. В качестве контроля использовали корм без обработки или листья, опрысканные водой.

Насекомых содержали в стеклянных сосудах емкостью 1,0 л, по 10–15 особей в каждом, вариант опыта включал 5–10 повторностей. В модельных экспериментах определяли биоцидную активность отходов, наблюдая за питанием (% потребленной листовой поверхности/на одну особь), пищевым поведением, ростом, метаморфозом и выживаемостью в течение 10–20 суток. Подопытных и контрольных особей подвергали гистологическому обследованию на третьи, пятые и седьмые сутки экспериментов [21, 22]. Отходы в разведении дистиллятом 1:2 были подвергнуты полевому тестированию на

гусеницах американской белой бабочки 2-го возраста, заселивших посадки клена ясенелистного (в каждом варианте 75 особей; повторность по вариантам трехкратная), для размещения и учетов насекомых использовали марлевые садки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты демонстрируют высокий уровень активности отходов переработки биомассы цианобактерий, проявляющийся в зависимости от их концентрации, – общий ингибирующий эффект и угнетение ряда жизненных функций насекомых (питание, метаморфоз, ростовые процессы, размножение и выживаемость) и смертность личинок.

Детеррентное действие. Обработка листьев растения-хозяина, вызывает заметное ингибирование трофических функций насекомых по сравнению с контрольными особями: в 1,25–1,68 раза для кольчатого коконопряда, в 2,1–7,9 раза для американской белой бабочки и в 1,5–1,9 раза для колорадского жука. Однако пищевое поведение и динамика питания имеют видовую специфику.

У гусениц кольчатого коконопряда трофическая активность в течение первых пяти дней значительно угнетена по сравнению с контролем (на 5-е сутки в опыте поглощено 5,8 % корма, в контроле – 8,8 %). После этого периода и замены корма на необработанный различий в питании не отмечено.

Гусеницы американской белой бабочки сохраняют негативную пищевую реакцию на корм на протяжении всего эксперимента, даже после замены листьев на необработанные. Показатели питания в опыте на 3-и сутки в опыте 0–3,0 %, а в контроле – 5,0–8,62 %; соответственно на 7-е сутки – 25,0 % и 80,0–92,0 %, а на 10-е сутки – 15,0 % и 74,0 %. В ряде вариантов питание полностью ингибировано.

Питание личинок колорадского жука ингибировано в течение 5-и суток (42,0 % поглощенного корма против 68,0 % в контроле), но после замены корма на свежий и необработанный трофическая функция восстанавливается.

Угнетение ростовых процессов. Масса личинок в вариантах опыта значительно уступает аналогичному показателю в контроле – на 57,0 % для кольчатого коконопряда, на 67,6 % для американской белой бабочки и на 77,9–84,3 % для колорадского жука при нарушении метаморфоза у всех тест-объектов.

Тератогенез. Наблюдаются проявления личиночного, кукольного и имагинального тератогенеза (нежизнеспособные куколки со сморщенной кутикулой у американской белой бабочки и имаго с редуцированными надкрыльями у колорадского жука).

Гибель тест-объектов. В ряде случаев полная гибель личиночных фаз американской белой бабочки и колорадского жука второго возраста происходит на 5-е и 15-е сутки соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Влияние жидких отходов, образующихся при производственной переработке биомассы цианобактерий после удаления белково-витаминного комплекса, на выживаемость личинок растительноядных насекомых (2-й возраст)

Виды насекомых	Вариант	Число насекомых	Гибель насекомых, %			
			5 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки
Кольчатый коконопряд	Опыт	50	38,0	58,0	72,0	88,0
	Контроль: вода	50	4,0	4,0	8,0	8,0
	НСР ₀₅	-	18,1	15,2	11,8	6,6
Американская белая бабочка	Опыт-1	30	100,0			
	Контроль: вода-1	30	3,3			
	Опыт-2	30	20,0	26,7	43,3	56,7
	Контроль: вода-2	30	0	0	8,3	13,3
	НСР ₀₅	-	15,1	15,0	7,5	11,2

Продолжение табл. 1

Виды насекомых	Вариант	Число насекомых	Гибель насекомых, %			
			5 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки
Колорадский жук	Опыт-1	30	60,0	86,0	100,0	
	Контроль: вода-1	30	0	0	1,7	
	Опыт-2	30	40,0	50,0	73,3	
	Контроль: вода-2	30	3,3	16,7	23,3	
	НСР ₀₅	-	8,5	8,4	16,7	

Гусеницы кольчатого коконопряда проявляют более высокий уровень устойчивости. Их смертность находится в пределах 72,0 % (15-е сутки) и 80,0–88,0 % (20-е сутки). Большинство личинок 3-го возраста всех тест-объектов отмирает в течение 15–20 суток. При серийных разведениях отходов дистиллятом показатели гибели насекомых варьируют на протяжении экспериментов, но уравниваются к 20-му дню (табл. 2), что указывает на существование определенного механизма действия, при котором отмирание насекомых происходит за счет общего угнетения жизненных функций организма.

Таблица 2

Влияние жидких отходов, образующихся при производственной переработке биомассы цианобактерий после выделения белково-витаминного комплекса, на выживаемость личинок колорадского жука при серийных разведениях.

Вариант (серийные разведения)	Гибель личинок, %									
	2-й возраст					3-й возраст				
	5 сутки	7 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки
1:4	3,3	10,0	63,3	73,3	76,7	26,7	33,3	40,0	43,3	80,0
1:2	13,3	23,3	43,3	50,0	76,7	16,7	33,3	43,3	46,7	70,0
1:1	3,3	10,0	30,0	36,7	86,7	3,3	16,7	20,0	23,3	76,7
Контроль: вода	0	0	0	10,0	10,0	0	0	0	6,7	23,3
НСР ₀₅	12,4	26,3	22,2	28,8	24,5	9,2	20,1	31,2	33,2	28,3

Механизм летального действия. Различные приемы обработки показывают ускоренную динамику смертности тест-объектов при нанесении отходов на листья растений (табл. 3).

Таблица 3

Механизм действия жидких отходов, образующихся при производственной переработке биомассы цианобактерий после выделения белково-витаминного комплекса, на гибель личинок растительоядных насекомых 2-го возраста (30 особей в каждом варианте).

Вариант	Гибель личинок, %									
	Колорадский жук					Американская белая бабочка				
	5 сутки	7 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки	15 сутки	20 сутки
Обработка корма	10,0	40,0	73,3	96,7	96,7	1,3	20,0	20,0	66,7	100,0
Обработка насекомых	0	16,7	20,0	40,0	76,7	46,7	56,7	56,7	63,3	80,0
Обработка корма и насекомых	16,7	53,3	76,7	93,3	93,3	40,0	46,7	50,0	73,3	100,0
Контроль: вода	0	0	3,3	13,3	13,3	0	0	0	0	0
НСР ₀₅	8,4	18,3	17,5	20,9	14,5	20,6	24,0	26,3	19,0	15,0

Материалы гистологических обследований демонстрируют картину аналогичную той, которую мы наблюдали при действии природных популяций цианобактерий на организм насекомого [21, 22]. Гибель личинок происходит из-за последовательно прогрессирующих глубоких патологических изменений в органах пищеварения, выделения и в жировом теле в течение от трех до семи суток. Однако отходы обладают не только кишечным, но и контактным действием: обработка поверхности тела личинок приводит к нарушениям в дыхательной системе, покровных тканях, субкутикулярных отделах жирового тела и к гибели личиночных фаз американской белой бабочки (80,0 %) и колорадского жука (76,7 %) на протяжении 19 дней.

Действие отходов в полевых условиях. Обработка растений привела к гибели 73-х гусениц из 75-и в опытном варианте на протяжении 20 суток; в контроле погибшие особи не были обнаружены. В контрольном варианте сформировались 32 куколки, а в опытном – две.

Обсуждение. Таким образом, экспериментально доказано, что в условиях промышленной и полупромышленной переработки биомассы природных популяций цианобактерий возможно комплексное использование сырья для получения белково-витаминных концентратов и биоцидных препаратов, которые могут быть предназначены для применения против личиночных фаз растительноядных насекомых на стадии младших возрастов. Следует отметить, что средства, изготовленные на основе цианобактерий, характеризуются в первую очередь не истребительным, а селективно-профилактическим действием, направленным на снижение вредоносности и сдерживание развития популяций фитофагов.

ВЫВОДЫ

1. Комплексная переработка биомассы природных популяций цианобактерий позволяет получать не только белково-витаминный концентрат в качестве основного продукта, но и селективно-профилактические средства, ингибирующие развитие фитофагов.

2. Полученные первичные препаративные формы обладают разносторонним действием на организм растительноядных насекомых: детеррентной активностью, угнетением ростовых процессов, тератогенезом, которые приводят в совокупности к гибели тест-объектов и угнетению их популяций.

3. Отходы переработки биомассы цианобактерий характеризуются кишечным и контактным механизмом влияния, при комплексной обработке насекомых эффект усиливается.

Список литературы

1. Hay M. Chemical defense against different marine herbivores: are amphipods insect equivalents? / M. Hay, J. E. Duffy, C. A. Pfister, W. Fenical // *Ecology*. – 1987. – Vol. 68. – P. 1567–1580.
2. *Algal Chemical Ecology* / [C. D. Amsler, ed.]. – Berlin – London: Springer, 2008. – 313 p.
3. Macias F. Allelopathic agents from aquatic ecosystems: potential biopesticides models / F. Macias, J. Galindo., M. Garcia-Diaz, J. Galindo // *Phytochem. Rev.* – 2008. – 7. – P. 155–178.
4. Paul V. J., Chemical defenses: from compounds to communities / V. J. Paul, K. E. Arthur, R. Ritson-Williams, C. Ross., K. Sharp. // *Biol. Bull.* – 2007. – 213. – P. 226–251.
5. Гольдин Е. Б. Одноклеточные водоросли - новое микробиологическое средство борьбы с вредными насекомыми / Е. Б. Гольдин // *Актуальные вопросы теории и практики защиты с.-х. растений от вредителей и болезней*. – М., 1982. – С. 70–71.
6. Гольдин Е. Б. Микроскопические водоросли как трофоингибиторы вредных насекомых / Е. Б. Гольдин, Н. В. Кандыбин // *Сельскохозяйственная биология*. – 1987. – № 6. – С. 45–50.
7. Гольдин Е. Б. Цианобактерии и растительноядные организмы: особенности межвидовых взаимоотношений / Е. Б. Гольдин // *Мікробіологія і біотехнологія* – 2009. № 4 (8). – С. 64–69.
8. Гольдин Е. Б. Определение уровня биоцидной активности природных популяций цианобактерий / Е. Б. Гольдин // *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. – Симферополь, 2011. – Вып. 5. – С. 153–163.

9. Гольдин Е. Б. Эколого-биологическое значение терпенов и их практическое использование: методологические аспекты / Е. Б. Гольдин, В. Г. Гольдина // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь, 2011. Вып. 4. – С. 104–111.
10. Гольдин Е. Б. Биологическая активность микроводорослей и ее значение в межвидовых взаимоотношениях / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь, 2013. – Вып. 9. – С. 49–76.
11. Гольдин Е. Б. Динофлагелляты: биоразнообразие и биоцидность / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь, 2014. – Вып. 11 (30). – С. 125–130.
12. Gol'din E. B. Insecticidal activity of harmful cyanobacteria: the role of terpene substances / E. B. Gol'din, V. G. Gol'dina // Harmful Algal Blooms 2000 [G. Hallegraeff et al., eds.]. – IOC of UNESCO, Paris, 2001. – P. 403–406.
13. Гольдин Е. Б. Антибактериальная активность альгологически чистых культур цианобактерий и микроводорослей / Е. Б. Гольдин // Микробиол. журн. – 2003. – 65 (4). – С. 68–76.
14. Гольдин Е. Б. Фаголизаты цианобактерий: их биоцидность и использование / Е. Б. Гольдин, М. И. Менджул // Микробиол. журн. – 1996. – 58 (5). – С. 51–58.
15. Gol'din E. B. The blue-green algae as the producers of the natural pesticides // E. B. Gol'din, L. A. Sirenko // Альгология. – 1998. – № 1. – С. 93–104.
16. Гольдин Е. Б. Биологическая защита растений в свете проблем XXI века / Е. Б. Гольдин // Геополитика и экодинамика регионов. – 10 (2). – Симферополь, 2014. – С. 99–107.
17. Гольдин Е. Б. Интенсивное культивирование *Microcystis aeruginosa* и контроль численности растительноядных насекомых / Е. Б. Гольдин // Современные проблемы альгологии: Мат. междунауч. конф. и VII Школы по морской биологии (9-13 июня 2008 г., г. Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 103–105.
18. Гольдин Е. Б. Цианобактерии в смешанных культурах и их биоцидная активность / Е. Б. Гольдин // Водоросли и цианобактерии в природ. и с.-х. экосистемах: Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Э. А. Штиной. – Киров, 11-16 октября 2010 г. – Киров, 2010. – С. 84–88.
19. Технологический регламент производства кормовых концентратов белковых веществ из сестона (синезеленых водорослей) на опытной установке / Л. А. Сиренко и др. – Киев, 1976.
20. Сиренко Л. А. Биологически активные вещества водорослей и качество воды / Л. А. Сиренко, В. Н. Козицкая. – Киев: Наукова думка. 1988. – 256 с.
21. Gol'din E. B. Harmful cyanobacteria-invertebrates relations: histopathological picture in fall webworm. / E. B. Gol'din // Harmful Algae 2002 [K. A. Steidinger et al., eds.]. – Florida Marine Research Institute, Florida Fish and Wildlife Commission, Florida Institute of Oceanography, IOC of UNESCO, 2004. – P. 476–478.
22. Гольдин Е. Б. Особенности действия цианобактерий на колорадского жука в свете гистопатологической характеристики / Е. Б. Гольдин // V International Conference “Actual Problems in Modern Phycology”. 3–5 November 2014, Chisinau, Moldova. – Chisinau: CEP USM, 2014. – P. 174–178.

Гольдин Е. Б. Комплексне використання біомаси цианобактерій: відходи переробки як джерело біоцидних препаратів // Екосистеми. Симферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 14–20.

Технологічний регламент одержання кормового білково-вітамінного концентрату з біомаси природних популяцій цианобактерій (приблизно 98 % *Microcystis aeruginosa*), що був розроблений в Інституті гідробіології НАН України, передбачає утворення 90 м³ рідинних відходів на 40 т продукції. Нами запропоновано використання відходів виробництва як природних пестицидів, а серія дослідів на личинках комах 2 та 3 візрів показала високий рівень їх активності. Обробка листів рослин-хазяїв відходами в 1:1; 1:2 і 1:4 розчинені викликала інгібування харчування у порівнянні з контролем: в 1,25–1,68 разів для кільчастого коконопряда, в 2,1–7,9 разів для американського білого метелика та в 1,5–1,9 разів для колорадського жука. Маса личинок була значно менш за контрольних – на 57,0 % для кільчастого коконопряда, на 67,6 % для американського білого метелика та на 77,9–84,3 % для колорадського жука при порушенні метаморфозу. Повна загібель американського білого метелика та колорадського жука (личинки 2 візраста) відзначена на 5 і 15 доби відповідно. Смертність кільчастого коконопряда була 72,0 % (15 доба) і 80,0–88,0 % (20 доба). Більшість личинок 3 візраста всіх видів відмерло протягом 15–20 діб. Відходи мають кишкову і контактну дію.

Ключові слова: цианобактерії, *Microcystis aeruginosa*, білково-вітамінний концентрат, рослиноїдні комахи, природні пестициди, інгібуюча дія, колорадський жук, американський білий метелик, кільчастий коконопряда, Крим.

Gol'din E. B. Complex using of cyanobacterial biomass: waste as the source of biocidal preparations // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 14–20.

Regulation of forage protein-vitaminous concentrate production from biomass of natural cyanobacterial associations (about 98 % of *Microcystis aeruginosa*) was created in the Institution of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine. The paste deprived of carbohydrate components was used as a raw material. Technological process includes complex treatment of this substance with the production of protein-vitaminous concentrate (40 t) and 90 m³ of waste liquid products. Our suggestions are turned to using of waste materials as natural pesticides. Herbivorous insect larvae (Colorado potato beetle, fall webworm and lackey moth) of the 2nd and 3rd instars

were tested in a series of experiments. A treatment of host-plant leaves by waste liquid (in 1:1; 1:2 and 1:4 concentrations) lead to strong inhibitory action. Waste materials have a high level of biocidal activity; cause general inhibitory effect, *e. g.*, suppression of vital functions (nutrition, metamorphosis, growth processes, reproduction, and viability), and increase larval mortality. Larval nutrition was inhibited: these rates were 1.25–1.68 times for lackey moth, 2.1–7.9 for fall webworm and 1.5–1.9 times for Colorado potato beetle. Larval mass in experimental versions was quite less than in control – in 57.0 % for lackey moth, in 67.6 % for fall webworm and in 77.9–84.3 % for Colorado potato beetle. Normal process of metamorphosis was broken, and teratogenesis took place. Total mortality of fall webworm and Colorado potato beetle (2nd instar larvae) was observed on the 5th and 15th day accordingly. Lackey moth elimination achieved 72.0 % on the 15th day and 80.0–88.0 % on the 20th day. Larval mortality is due to deep pathological changes in digestive and excretory organs, and in fat body. Waste materials possess the intestinal action, and the contact effect: treatment of larval surface caused the disturbance in respiratory system, cover tissue, and subepidermal part of fat body, and also the mortality of fall webworm (80.0 %), and Colorado potato beetle (76.7 %).

Key words: cyanobacteria, *Microcystis aeruginosa*, protein and vitaminous concentrate, herbivorous insects, natural pesticides, inhibitory action, Colorado potato beetle, fall webworm, lackey moth, Crimea.

Поступила в редакцию 12.12.2015 г.

УДК 582.26/28:574.586+556.5:599.537

АЛЬГОФЛОРА И МИКОБИОТА МОРСКОГО ПЕРИФИТОНА В МЕСТАХ СОДЕРЖАНИЯ ДЕЛЬФИНОВ АФАЛИН (*TURSIOPS TRUNCATUS* MONTAGU, 1821)

Андреева Н. А.¹, Копытина Н. И.²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт природно-технических систем (ИПТС), Севастополь, ул. Ленина, 28, 299011, andreeva.54@list.ru

²Государственное учреждение Институт морской биологии НАН Украины, Одесса, ул. Пушкинская, 37, 65011, kopytina_n@mail.ru

С июня 2012 г. по август 2013 г. проведены сравнительные исследования микроводорослей и микроскопических грибов (микромикетов) в перифитоне вольеров с дельфинами и открытой части бухты. В обрастаниях было выявлено 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам. В вольерах обнаружено 40 родов водорослей, в открытой части – 36. Сходство родового состава водорослей по коэффициенту Брей-Кертиса – 78,95 % (30 родов общие). Также идентифицированы 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида). В вольерах отмечены 18 видов микромикетов, в открытой части – 17, сходство видового состава – 70,6 % (10 общие). В вольерах максимальная частота встречаемости зарегистрирована у водорослей родов *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C.Agardh (84,6 %), цианобактерий *Spirulina* Turp. (76,9 %), микромикетов *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotrys chartarum* (31,3 %), что позволяет выделить их, как организмы-индикаторы загрязнения воды продуктами метаболизма дельфинов. Средняя численность водорослей в вольерах изменялась по сезонам от 241200±72360 (весна) до 1440000±345100,5 кл./см² (лето 2012 г.); в открытой части бухты – от 116000±32000 (зима) до 1190000±345100,1 кл./см² (лето 2012 г.). Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (в 1,1–2,4 раза). В сообществах обрастания численность автотрофных организмов-продуцентов (водорослей) превышала численность микромикетов – в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.) раз, в море – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.) раз. В вольерах и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли из родов *Amphora* Her., *Licmophora* C.Agardh, *Navicula* Bory и *Nitzschia* Hass и грибы из родов *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link.

Ключевые слова: альгофлора, микофлора, перифитон, места содержания дельфинов.

ВВЕДЕНИЕ

По составу и развитию перифитон (организмы обрастания) отражает средние условия экотопы, в которых существовало сообщество до момента исследования, поэтому характер биоценозов обрастания позволяет судить о среднем загрязнении воды за определённый промежуток времени [1]. Большинство популяций микроорганизмов существуют в экосистемах в виде специфически организованных биопленок, образование которых представляет сложный, строго регулируемый биологический процесс. Эта форма существования способствует защите микроорганизмов от неблагоприятных факторов среды [2]. Основу пленок обрастаний составляют микроскопические формы трех основных функциональных групп: автотрофные организмы-продуценты (водоросли); гетеротрофные организмы-консументы (простейшие, колероватки, черви и другие) и организмы-редуценты (бактерии и грибы). Для микроорганизмов характерны высокий уровень метаболизма, короткие жизненные циклы и способность быстро реагировать на изменение внешней среды, это в полной мере относится к диатомовым водорослям и цианобактериям – надежным тест-объектам при проведении экологического мониторинга [3]. Микроводоросли и микромикеты часто используются в качестве организмов-индикаторов для оценки состояния окружающей среды, так как они активно принимают участие в процессах очищения загрязненных вод. В этом плане вызывают интерес и, так называемые, оппортунистические виды микромикетов – сапротрофы, широко распространенные в окружающей среде, но способные возбуждать заболевания людей и животных, особенно с ослабленным иммунитетом.

В морской воде присутствуют практически все классы органических соединений, причем большинство веществ является продуктами метаболизма водных обитателей. Как оказалось, обогащение морской воды прижизненными метаболитами гидробионтов более значительно, нежели при посмертном их выделении [4]. Таким источником могут быть продукты метаболизма дельфинов. Повышение концентрации питательных веществ в воде, как правило, ускоряет рост микроорганизмов (в том числе и микроводорослей), что проявляется в увеличении численности их клеток и биомассы. Чрезмерное развитие некоторых видов цианобактерий, динофитовых, золотистых, диатомовых и других микроводорослей приводит к нежелательным последствиям и может нанести ущерб морской биоте.

На коже животных присутствуют микроорганизмы, встречающиеся в воде и обрастаниях [5; 6; 7]. В дикой природе афалины почти не обрастают морскими организмами, так как поверхностный слой кожи полностью не ороговеет и постоянно обновляется, чему способствует активное движение животных [8; 9]. В неволе заселение кожи гидробионтами и травмы млекопитающих могут возникнуть из-за ограниченного объема бассейна и меньшей подвижности животных, поэтому видовой состав сообщества эпибиоза водорослей часто служит своеобразным индикатором их неблагополучия [7; 10; 11]. Так в черноморских дельфинариях практически на коже всех дельфинов обнаружены микроводоросли-эпибионты (25 видов водорослей, из которых 23 относятся к диатомеям) [6]. Известно, что микромицеты 87 родов вызывают дерматомикозы китообразных [12]. На коже афалин в океанариуме бухты Казачья обнаружено 9 видов микромицетов [13]. Альгологическая и микологическая характеристики мест содержания дельфинов могут способствовать своевременному проведению мероприятий по улучшению условий жизни животных (переселение в другой вольер, смена воды в бассейне, проведение профилактических и лечебных мероприятий и т.д.).

Как показали ранее проведенные исследования, в видовом составе бухты Казачья обнаруживается более 150 видов микроводорослей и 110 видов микромицетов [13; 14; 15; 16]. Однако одновременное изучение водорослей и микромицетов в составе обрастаний вольеров и открытой части бухты было проведено впервые, результаты представлены в данной работе.

Цель работы – на примере микроскопических водорослей и грибов изучить особенности формирования сообществ обрастания и их сезонную динамику на экспериментальных пластинах в прибрежных вольерах с дельфинами и открытой части бухты. Выявить в составе перифитона организмы-индикаторы эвтрофирования акватории прижизненными метаболитами афалин и организмы способные поселяться на коже животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование состава микроводорослей и микроскопических грибов перифитона проводили с июня 2012 по август 2013 гг. в прибрежных вольерах с дельфинами и открытой части бухты Казачья (Крымский полуостров, г. Севастополь). Животные содержались в вольерах свайно-сетевых типа, расположенных в зоне прибрежного мелководья бухты. Преобладающие глубины в бухте и прилегающей прибрежной акватории – 10–20 метров. В период исследования температура воды колебалась от 6,2 до 26°C, соленость составляла около 18 ‰.

Перифитон изучали методом «стекло обрастания». Погружение и выемку стекол из воды проводили ежемесячно. Три стекла (размер 27×78 мм) закрепляли в резиновой трубке с прорезями на расстоянии 50 мм друг от друга. Первое стекло погружали на глубину 100 мм.

Организмы исследовали в суспензии соскобов и определяли в постоянных препаратах и по фотоматериалам. Подсчет клеток микроорганизмов осуществляли согласно Руководству по методам гидробиологического анализа... [1]. Фотографирование проводили при помощи светового микроскопа МИКМЕД–1 с использованием цифровой фотокамеры Canon A550. Последующую обработку изображений осуществляли в программе Adobe Photoshop CS3 Extended. При идентификации микроводорослей руководствовались определителями

Гусякова Н.Е. и др. [17] и Топачевского, Масюк [18], микромицетов – Саттон и др. [19], De Hoog et al. [20] и другими. Систематические названия грибов сверены с электронной базой данных Index Fungorum (Indexfungorum <http://www.indexfungorum.org/>).

Анализ структуры сообществ микроорганизмов проводили по частоте встречаемости видов (общая, сезонная, по полигонам исследования), выделяя категории «случайные», «редкие», «частые», «типичные» (10, 30, 60, >60 % соответственно) [21] и их численности. Для выявления сходства таксономического состава организмов в сообществах перифитона использовали коэффициент Брей-Кертиса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В обрастаниях было выявлено 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам (зеленые, красные), а также 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида).

Некоторые представители альгофлоры и микобиоты перифитона показаны на рис. 1 и 2.

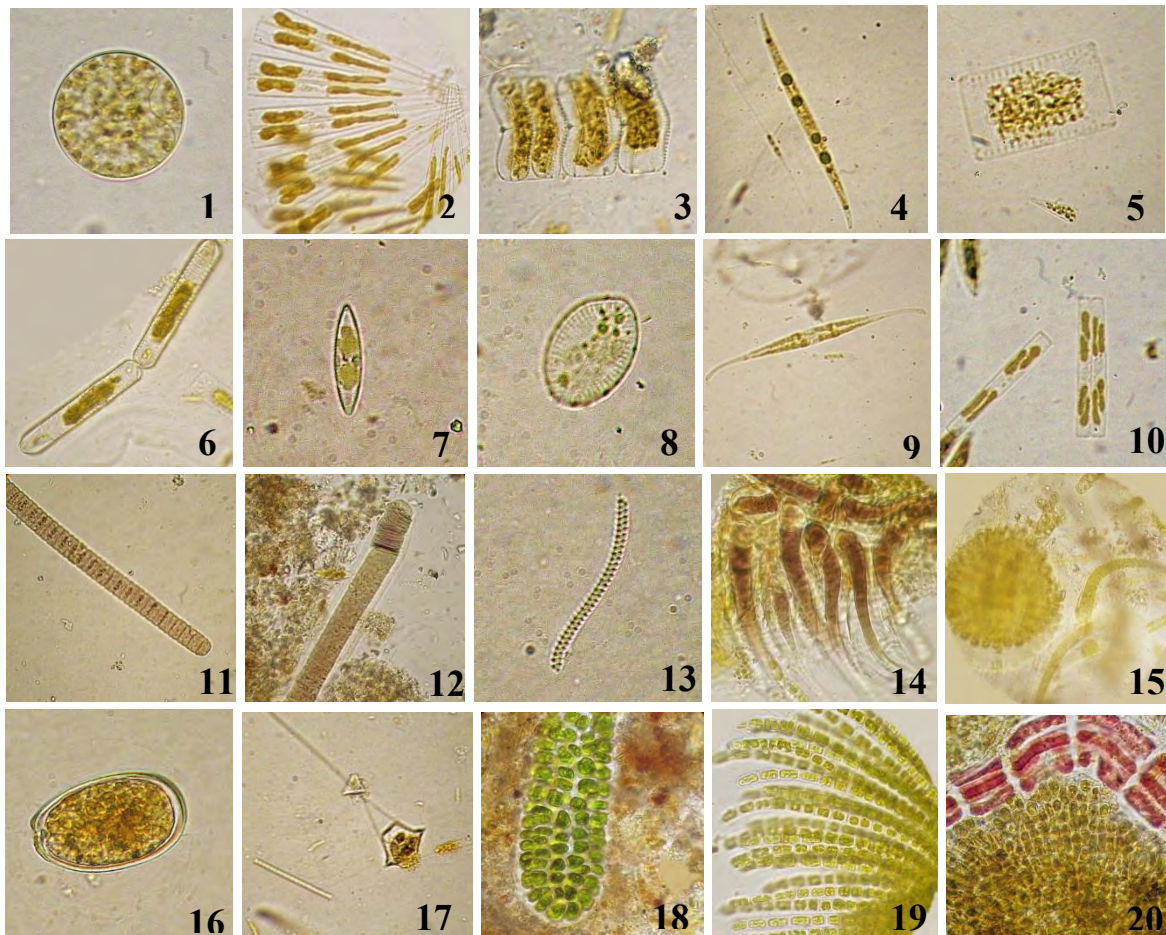


Рис. 1. Представители микроальгофлоры перифитона прибрежных вольеров с дельфинами и открытой части бухты Казачья

1 – *Coscinodiscus*; 2 – *Licmophora*; 3 – *Achnantes*; 4 – *Pleurosigma*; 5 – *Striatella*; 6 – *Pinnularia*; 7 – *Navicula*; 8 – *Cocconeis*; 9 – *Nitzschia*; 10 – *Thalassionema*; 11 – *Oscillatoria*; 12 – *Lyngbya*; 13 – *Spirulina*; 14 – *Calothrix*; 15 – *Woronichinia*; 16 – *Prorocentrum*; 17 – *Stylodinium*; 18–20 – неидентифицированные формы

В вольерах с дельфинами обнаружены 40 родов водорослей и 18 видов микромицетов. Только в вольерах выявлены цианобактерии и водоросли родов *Aphanocapsa* Nägeli, *Arthrospira* (*Spirulina*), *Cyanosarcina* Kováčik, *Amphiprora* Her., *Diatoma* De Candolle, *Striatella* C.Agardh, *Desmogonium* Her., *Scrippsiella* Balech ex A.R.Loeblich III, *Alexandrium* Halim emend.Balech, а также микромицеты *Aspergillus* sp., *Cladophialohora* sp., *Dendryphiella* sp., *Epicoccum purpurascens* Ehrenb., однако, их частота встречаемости не превышала 27,00 %, следовательно, это случайные организмы.

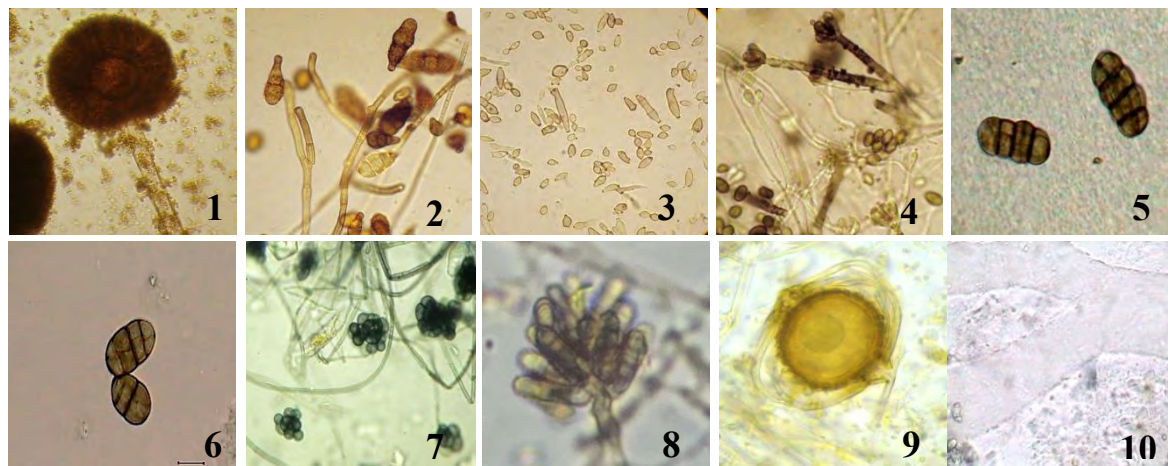


Рис. 2. Представители микобиоты перифитона прибрежных вольеров с дельфинами и открытой части бухты Казачья

1 – *Aspergillus niger* Tiegh. 1867; 2 – *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. 1912; 3 – *Cladosporium* sp.; 4 – *Stachybotrus chartarum* (Ehrenb.) S.Hughes 1958; 5 – *Stemphylium* sp.; 6 – *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire 1938; 7 – *Zalerion varium* Anastasiou, 1963; 8 – *Dendryphiella* sp.; 9 – *Absidia* sp., зигота; 10 – *Allomyces* sp., гифы

Выделена категория типичных таксонов, в которую вошли 11 родов водорослей, частота встречаемости которых была выше 60 % на одном или двух полигонах. Наиболее часто встречались конидии двух видов микромицетов (табл. 1). Средняя численность микроводорослей в перифитоне вольеров составляла 531840 ± 151464 кл./см².

Таблица 1

Доминирующие организмы в сообществах обрастаний вольеров и открытой части бухты Казачья

Вид	Частота встречаемости доминирующих родов (видов), %	
	вольер	открытая часть бухты
Водоросли		
<i>Coscinodiscus</i>	84,6	53,8
<i>Licmophor</i>	84,6	53,8
<i>Navicu</i>	76,9	61,5
<i>Spirulina</i>	76,9	23,1
<i>Prorocentrum</i>	76,9	69,2
<i>Amphora</i>	61,5	46,2
<i>Thalassionema</i>	61,5	76,9
<i>Entomoneis</i>	61,5	46,2
<i>Nitzschia</i>	61,5	69,2
<i>Calothrix</i>	53,8	61,5
<i>Pennularia</i>	53,8	61,5
Грибы		
<i>Absidia</i> sp.	37,5	18,6
<i>S. chartarum</i>	31,3	18,6

В перифитоне постоянно присутствовали только клетки мицелия грибов, по которым невозможна морфологическая идентификация вида. Генеративные структуры встречались редко, поэтому анализ структуры микокомплексов проводился по средней численности спор (общее название спор и клеток мицелия). Процентное соотношение численности спор и клеток мицелия в пробе характеризует степень функциональной активности грибов в экосистеме: чем больше доля гиф – тем выше функциональная активность микобиоты. Средняя численность спор грибов в обрастании вольеров была 24024 ± 7207 спор/см², доля мицелия – 70,5 %. Средняя численность водорослей превышала численность грибов в 22 раза.

В вольерах частота встречаемости диатомовых водорослей родов *Coscinodiscus* Ehr. и *Licmophora* составляла 84,6 % в том и другом случае, цианобактерий рода *Spirulina* – 76,9 %, микромицетов *Absidia* sp. и *S. chartarum* – 37,5 % и 31,3 % соответственно, что было выше, чем на открытом участке бухты на 30,8–53,8 % (у водорослей) и на 12,7–18,9 % (у микромицетов). Таким образом, эти таксоны можно использовать, как организмы-индикаторы загрязнения воды метаболитами дельфинов.

В открытой части бухты обнаружено 36 родов водорослей и 17 видов грибов. Только для этого полигона были свойственны цианобактерии из родов *Anabaena* Bory, *Aphanothece* (Näg.) Elenk., *Nostoc* Vauch., *Woronichinia* Elenk., диатомовые водоросли из родов *Diploneis* Ehr., *Achnanthes* Bory и микроскопические грибы *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Stemphylium sarciniforme* (Cavara) Wiltshire, *Zalerion varium* Anastasiou. Частота встречаемости перечисленных видов не превышала 11,5 %. Средняя численность водорослей в перифитоне открытой части соответствовала 423060 ± 158692 кл./см², грибов 37967 ± 11970 спор/см², доля гиф – 98,5 %. Средняя численность водорослей была больше чем грибов в 11 раз.

Сходство родового состава сообществ водорослей вольеров и на открытой части – 78,95 % (30 общие), микокомплексов – 70,6 % (10 общие).

В течение года в вольерах число родов водорослей изменялась от 20 (осень) до 24 (зима), доминировали таксоны из отдела Bacillariophyta (6–17 родов), как и в целом в экосистеме Черного моря. Количество видов грибов изменялось от 5 до 13.

Постоянно присутствовали представители родов *Coscinodiscus* Ehr., *Nitzschia* Hass., *Licmophora* C. Agardh., *Prorocentrum* Ehr., *Spirulina* Turp. Выявлены сезонные доминанты: летом 2013 г. – *Cocconeis* Ehr., *Striatella* C. Agardh., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk., *Lyngbya* C. Ag. ex Gom., *Phormidium* Kuetz.; осенью – *Grammatophora* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; зимой – *Achnanthes* Bory, *Cymbella* Ag., *Licmophora* C. Agardh., *Pennularia* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Striatella* C. Agardh., *Stylodinium* Klebs; весной – *Achnanthes* Bory, *Cymbella* Ag., *Pennularia* Ehr., *Pleurosigma* W. Sm., *Striatella* C. Agardh., *Stylodinium* Klebs. По сезонам средняя численность водорослей изменялась от 241200 ± 72360 (весна) до 1440000 ± 345101 кл./см² (лето 2012 г.) (рис. 3).

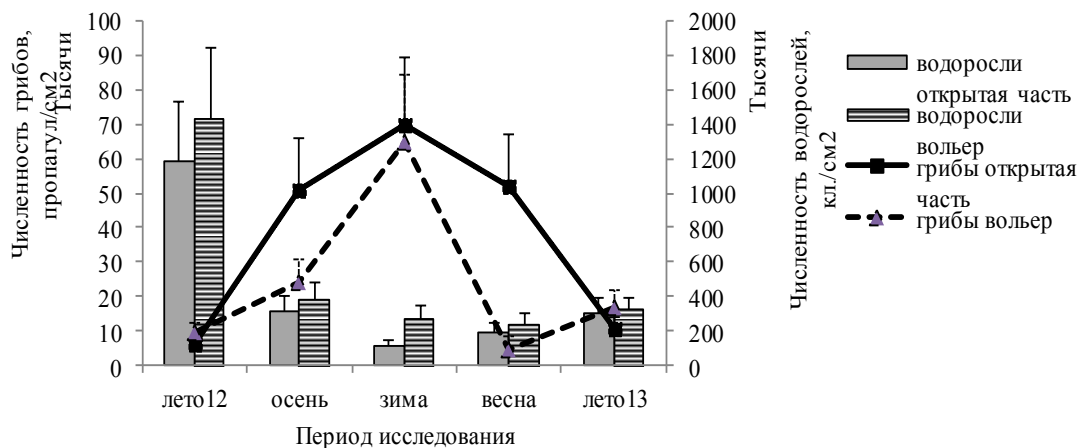


Рис. 3. Динамика численности микроорганизмов на полигонах исследования

Минимальная средняя численность спор микроводорослей выявлена летом 2012 г. – 4280 ± 4280 , максимальная – зимой (65025 ± 19180 спор/см²). В составе спор доля клеток мицелия изменялась от 60,1 % (зима) до 90,5 % (весна). В течение всего периода исследований встречались конидии грибов *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *S. chartarum* (35,2 %), колонки и зигомы *Absidia* sp. (35,2 %), Fungi sp.

В перифитоне вольеров отмечен высокий уровень сходства видовой структуры сообществ водорослей по сезонам от 68,18 % (лето 2012 ↔ весна, общие 9 родов) до 87,80 % (осень ↔ весна, общие 17 родов), сходство микокомплексов изменялось от 16,7 % (лето 2012 ↔ зима, общий компонент – клетки мицелия) до 66,7 % (весна ↔ зима, 3 общих вида и клетки мицелия).

На открытом участке бухты количество родов водорослей по сезонам колебалось от 13 до 25, при этом, в числе доминирующих было 7 родов, среди которых *Thalassionema* Grunow, *Nitzschia* Hass. и *Prorocentrum* Ehr. присутствовали постоянно. Количество видов грибов по сезонам изменялось от 3 до 9.

Выявлены сезонные доминанты водорослей: летом 2012 г. – *Coscinodiscus* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Spirulina* Turp.; летом 2013 г. – *Coscinodiscus* Ehr., *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; осенью – *Entomoneis* Ehr., *Grammatophora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Pleurosigma* W.Sm.; зимой – *Amphipleura* Kuetz.; весной – *Entomoneis* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Spirulina* Turp.

Для двух полигонов исследования общими сезонными доминантами были роды водорослей: летом 2013 – *Calothrix* (Ag.) V. Poljansk.; осенью *Grammatophora* Ehr. и *Pleurosigma* W.Sm., весной – *Striatella* C. Agardh., что, связано с сезонным развитием этих форм. Средняя численность водорослей изменялась по сезонам от 116000 ± 32000 (зима) до 1190000 ± 345100 (лето 2012 г.).

Минимальная средняя численность спор микроводорослей на открытой части отмечена летом 2012 г. – 5956 ± 1660 , максимальная зимой – 69900 ± 19520 спор/см². Доля клеток мицелия была выше, чем в вольерах с дельфинами и составляла 90,1 % (зима) – 99,8 % (весна). Осенью и весной численность грибов на открытом участке была выше, чем в вольерах в 2,1–12,2 раза. Наиболее часто встречались конидии *Alternaria* sp., споры *Fungi* sp., колонки *Absidia* sp., гаметангии и мицелий *Allomyces* sp.

На открытой части сходство видовой структуры микроводорослей по сезонам было ниже, чем в вольерах и колебалось от 48,48 % (осень ↔ зима) до 76,92 % (зима ↔ весна). Сходство микокомплексов изменялось от 16,7 % (лето 2012 ↔ весна, общий компонент – клетки мицелия) до 66,7 % (весна ↔ зима, 1 общий вид и клетки мицелия).

Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (1,1–2,4 раза). Показано, что в течение первого месяца формирования сообщества перифитона (независимо от сезона) по видовому составу и численности доминировали автотрофные организмы-продуценты (водоросли). При этом микроводоросли находились в физиологически активном состоянии, но их численность была значительно меньше, чем водорослей: в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.), на открытом участке – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.). По-видимому, массовое развитие водорослей и метаболиты дельфинов сдерживали развитие грибов.

В составе перифитона вольеров и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли родов *Amphora*, *Licmophora*, *Navicula* и *Nitzschia*, а также грибы из родов *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* и *Cladosporium*.

Вид *Allomyces* sp. из порядка Blastocladales обнаружен в микробиоте Черного моря впервые. Виды этого рода являются преимущественно сапрофитами, обитающими в воде на органических остатках и влажной почве, некоторые из них паразитируют на личинках комаров, москитов, водорослях или водных грибах [22].

Представители родов *Amphora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Navicula* Bory и *Nitzschia* Hass. широко распространены в экосистемах Черного моря (пелагиаль, бентосные альгоценозы прибрежного каменистого мелководья), а также в местах естественного и искусственного содержания дельфинов (вода, обрастание конструкций прибрежных

вольеров и стенок бассейна) и на коже млекопитающих [7; 10; 23; 24]. Анализ видового состава альгоценозов дельфинариев показывает, что значительная часть диатомовых водорослей приходится на восемь родов: *Amphora* Erh. (девять видов) и *Nitzschia* Hass. (восемь видов), *Licmophora* C. Agardh. и *Navicula* Bory (по пять видов), *Cocconeis* Erh. (четыре вида), *Achnantes* Bory, *Pleurosigma* W.Sm. и *Synedra* Ehr. (по три вида) [10], представители четырех родов были обнаружены и в наших исследованиях.

В обзорной статье Е. Б. Гольдин [10] указывает, что в дельфинариях микроскопическая альгофлора представлена таким же таксономическим разнообразием, как и в литоральной зоне, что также подтвердили результаты наших исследований. Сходство видового состава водорослей вольеров и открытого участка было 78,95 %. На двух полигонах исследования доминировали микроводоросли из родов *Prorocentrum* (76,9 и 69,2 % вольеры и открытый участок, соответственно), *Nitzschia* (76,9 и 61,5 %) и *Thalassionema* (61,5 и 69,2 %). Некоторые представители данных родов известны, как индикаторы органического загрязнения водоемов.

Численные характеристики грибов в микокомплексах обрастаний отражены в небольшом количестве работ [25; 26]. Кроме того, в литературе представлены результаты, полученные методом посева на плотные питательные среды, вследствие чего наблюдалось отличие численности спор грибов в несколько раз по сравнению с нативными пробами (в нативных пробах численность спор была выше). Обнаруживалось также несоответствие видового состава (количество видов значительно больше при посеве материала на питательные среды).

ВЫВОДЫ

1. В сообществах перифитона было идентифицировано 46 родов микроводорослей из отделов: Cyanobacteria (16 родов), Bacillariophyta (17 родов), Dinophyta (5 родов) и 8 родов, относящихся к другим отделам, а также 23 вида грибов из отделов Ascomycota (20 видов), Blastocladiomycota (1 вид) и Zygomycota (2 вида). В вольерах с дельфинами обнаружено 40 родов водорослей и 18 видов микромицетов, а на открытом участке бухты Казачья – 36 родов водорослей и 17 видов грибов.

2. В вольерах и открытой части бухты отмечено высокое сходство таксономического состава микроводорослей (78,95 %, 30 родов общие). На двух полигонах в составе доминант выявлено 11 родов водорослей.

3. Отмечено постоянное незначительное преобладание численности микроводорослей в вольерах с дельфинами (в 1,1–2,4 раза).

4. Независимо от сезона года в течение первого месяца в сообществах обрастания численность автотрофных организмов-продуцентов (водоросли) превышала численность редуцентов (микромицеты) – в вольерах в 3,7 (весна) – 200,0 (лето 2012 г.) раз, на открытом участке – в 4,1 (зима) – 148,5 (лето 2012 г.) раз. По-видимому, массовое развитие водорослей и метаболиты дельфинов сдерживали развитие грибов.

5. В течение года в вольерах число родов водорослей изменялось от 20 (осень) до 24 (зима), постоянно присутствовали представители родов *Coscinodiscus*, *Nitzschia*, *Licmophora*, *Prorocentrum*, *Spirulina*. Количество видов грибов варьировало от 5 до 13, постоянно встречались конидии грибов *A. alternata*, *S. chartarum* (35,2 %), колонки и зигомы *Absidia* sp. (35,2 %), Fungi sp.

6. Индикаторами эвтрофирования акватории метаболитами дельфинов, можно считать цианобактерии рода *Spirulina*, диатомовые водоросли *Coscinodiscus*, *Licmophora*, а также микромицеты *Absidia* sp. и *S. chartarum*.

7. В открытой части бухты количество родов водорослей по сезонам колебалось от 13 до 25, постоянно присутствовали *Thalassionema*, *Nitzschia* и *Prorocentrum*. Количество видов грибов по сезонам изменялось от 3 до 9, наиболее часто встречались конидии *Alternaria* sp., споры Fungi sp., колонки *Absidia* sp., гаметангии и мицелий *Allomyces* sp.

8. В составе перифитона вольеров и открытой части выявлены организмы-эпибионты афалин: водоросли родов *Amphora*, *Licmophora*, *Navicula* и *Nitzschia* грибы из родов *Aspergillus*, *Alternaria* и *Cladosporium*.

Список литературы

1. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / [ред. В. А. Абакумов]. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
2. Биопленки бактерий и связанные с ними трудности медицинской практики / И. А. Хмель [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.img.ras.ru/files/PUBLIC/Add_mat/Biofilms.doc
3. Гусяков Н. Е. Итоги исследования диатомовых водорослей бентоса Черного моря и сопредельных водоемов / Н. Е. Гусяков // Экология моря. – 2004. – Вып. 65. – С. 3–36.
4. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море / К. М. Хайлов. – К.: Наукова думка, 1971. – 205 с.
5. Биркун А. А. мл. Микроскопические водоросли в патологии китообразных / А. А. Биркун мл., Е. Б. Гольдин // Микробиол. журн. – 1997. – Т. 59, № 2. – С. 96–103.
6. Гольдин Е. Б. Эпибионтная альгофлора афалин в черноморских дельфинариях / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 21–29.
7. Рябушко Л. И. Микроводоросли кожных покровов черноморских дельфинов-афалин в местах их обитания / Л. И. Рябушко // Морські біотехнічні системи [Зб. наук. Праць]. – Севастополь, 2002. – Вып. 2. – С. 188–203.
8. Агарков Г. Б. Функциональная морфология китообразных / Г. Б. Агарков, Б. Г. Хоменко, А. П. Мангер и др. – К.: Наукова думка, 1979. – 222 с.
9. Черноморская афалина *Tursiops truncatus ponticus*. Морфология. Физиология. Акустика. Гидродинамика. – М.: Наука, 1997. – 668 с.
10. Гольдин Е. Б. Микроскопические водоросли как биоиндикаторы состояния окружающей среды в местах содержания морских млекопитающих / Е. Б. Гольдин Е. Б. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 105–113.
11. Лили Дж. Человек и дельфин / Дж. Лили. – М.: Мир, 1965. – 160 с.
12. Всадники Перна. Материалы. Дельфины. Заболевания и их лечение / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://peoplepern.narod.ru/dolphin/sickness.htm>.
13. Смирнова Л. Л. Микробиота кожи афалин (*Tursiops truncatus*), морской воды и донных отложений в прибрежных вольерах (Черное море, Севастополь) / Л. Л. Смирнова, Н. И. Копытина, А. В. Телига // Морские млекопитающие Голарктики: VII Международная научная конференция: – Суздаль, 2012. – Т. 2. – С. 239–244.
14. Артемчук Н. Я. Микофлора морей СССР / Н. Я. Артемчук. – М.: Наука, 1981. – 192 с.
15. Копытина Н. И. Микромицеты – эпибионты гигантской устрицы *Crassostrea gigas*, культивируемой в Чёрном море / Н. И. Копытина, М. В. Лебедовская // Морський екологічний журнал. – 2014. – Т. XIII, № 2. – С. 41–44.
16. Смирнова Л. Л. Комплексы гетеротрофных микроорганизмов прибрежного мелководья бухты Казачья (Чёрное море) / Л. Л. Смирнова // Морський екологічний журнал. – 2010. – Т. IX, № 2. – С. 81–88.
17. Гусяков Н. Е. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов / Н. Е. Гусяков, О. А. Загороднец, В. П. Герасимюк. – К.: Наукова думка, 1992. – 112 с.
18. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк [общ. ред. д.б.н. М. Ф. Макаревич]. – К.: Вища школа, 1984. – 336 с.
19. Саттон Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергил, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – 486 с.
20. De Hoog G. S. Atlas of clinical fungi. 2nd edition / G. S. De Hoog, J. Guarro, J. Gene, M. J. Figueras. – Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2000. – 1126 p.
21. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология / Т. Г. Мирчинк. – М.: Из-во МГУ, 1988. – 220 с.
22. Порядок Blastocladales (блестокладальные) / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/poryadok-blastocladales-blastokladalnye/>
23. Гольдин Е. Б. Микроскопическая альгофлора карадагского дельфинария / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 76–95.
24. Смирнова Л. Л. Видовой состав и распределение микроводорослей в бассейнах с морскими млекопитающими / Л. Л. Смирнова, И. И. Бабич, И. Н. Аннинская // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2011. – Т. 24(63), № 2. – С. 254–260.
25. Александров Б. Г. Роль микроорганизмов в формировании морского обрастания твердых субстратов различной природы / Б. Г. Александров, Н. Г. Теплинская, А. А. Андриенко // Вісник ОНУ. – 2001. – Т. 6. – Вып. 4. – С. 3–7.
26. Serbinova I. V. Mycobiota of the Odessa Gulf's Hydroengineering Constructions (Black Sea) / I. V. Serbinova, N. I. Kopytina // Abstract 3-rd Bi-annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint Conference, 1–4 November 2011. – Odessa, Ukraine, 2011. – P. 220–221.

Андреева Н. О., Копитіна Н. І. Альгофлора і мікобіота морського перифітону у місцях утримання дельфінів афалін (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) // Екосистеми. Сімферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 21–29.

З червня 2012 р. по серпень 2013 р. проведено порівняльні дослідження мікроводоростей і мікроскопічних грибів (мікроміцетів) у перифітоні вольєрів з дельфінами і відкритій ділянці бухти. У обростаннях було виявлено 46 родів мікроводоростей з відділів: Cyanobacteria (16 родів), Bacillariophyta (17 родів), Dinophyta (5 родів) і 8 родів, що відносяться до інших відділів. У вольєрах виявлено 40 родів водоростей, а у відкритій ділянці – 36. Подібність родового складу водоростей за коефіцієнтом Брей-Кертиса – 78,95 % (30 родів загальні). Також ідентифіковані 23 види грибів з відділів Ascomycota (20 видів), Blastocladiomycota (1 вид) і Zygomycota (2 види). У вольєрах відзначені 18 видів мікроміцетів, а у відкритій ділянці – 17, подібність видового складу – 70,6 % (10 загальні). У вольєрах максимальна частота зустрічальності була у водоростей родів *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C. Agardh (84,6 %), ціанобактерій *Spirulina* Turp. (76,9 %), мікроміцетів *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotry schartarum* (31,3 %), що дозволяє виділити їх, як організми-індикатори забруднення води продуктами метаболізму дельфінів. Середня чисельність водоростей у вольєрах змінювалася за сезонами від 241200 ± 72360 (весна) до $1440000 \pm 345100,5$ кл./см² (літо 2012 р.); у відкритій ділянці бухти – від 116000 ± 32000 (зима) до $1190000 \pm 345100,1$ кл./см² (літо 2012 р.). Відзначено постійне невелике переважання чисельності мікроводоростей у вольєрах з дельфінами (в 1,1–2,4 разу). В угрупованнях обростання чисельність автотрофних організмів-продуцентів (водоростей) перевищувала чисельність мікроміцетів – у вольєрах в 3,7 (весна) – 200,0 (літо 2012 року) разів, у відкритій ділянці – в 4,1 (зима) – 148,5 (літо 2012 року) разів. У вольєрах і відкритій ділянці виявлені організми-епібіонти афалін: водорості родів *Amphora* Her., *Licmophora* C. Agardh, *Navicula* Bory і *Nitzschia* Hass і гриби з родів *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link.

Ключові слова: альгофлора, мікофлора, перифітон, місця утримання дельфінів.

Andreeva N. A., Kopytina N. I. Marine periphytonic algae-vegetation and fungi in capture places of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 21–29.

The comparative investigations of periphyton microalgae and micromycetes were conducted in the open bay area dolphinarium and open bay area since June 2012 till August 2013. Several microalgal genera (46) were revealed: Cyanobacteria (16), Bacillariophyta (17), Dinophyta (5), and others (8). They were identified in the dolphinarium (40), and in the open bay area (36). Similarity of microalgal taxonomic composition (by Bray-Curtis index) is 78,95 %, meanwhile 30 genera were common. 23 fungal species were also identified: Ascomycota (20), Blastocladiomycota (1), Zygomycota (2) were among them. These micromycetes were recorded in the dolphinarium (18) and in the open bay area (17), quotient of specific similarity is 70,6 % (ten species are general). Genera *Coscinodiscus* Ehr. (84,6 %), *Licmophora* C. Agardh. (84,6 %), cyanobacterium *Spirulina* Turp. (76,9 %), micromycetes *Absidia* sp. (37,5 %), *Stachybotry schartarum* (31,3 %) have the highest frequency of occurrence and can be specify as aqueous indicators of organic pollution (including dolphin metabolites). Average density of microalgal population varied in dependence to the season from 241200 ± 72360 (spring) to $1440000 \pm 345100,5$ cells/cm² (summer 2012) in the dolphinarium; and from 116000 ± 32000 (winter) to $1190000 \pm 345100,1$ cells/cm² (summer 2012) in the open bay area. The constant domination of microalgae in the dolphinarium was recorded in small amounts (in 1,1–2,4 times). In overgrowing communities the total count of autotrophic microalgal producers was in excess of micromycetes. These rates were by 3,7 (spring) – 200,0 times (summer 2012) more in the dolphinarium, and by 4,1 (winter) – 148,5 times (summer 2012) more in the open bay area. The epibiont organisms of bottlenose dolphins were recorded among microalgae *Amphora* Ehr., *Licmophora* C. Agardh., *Navicula* Bory, and *Nitzschia* Hass, and among micromycetes *Aspergillus* P. Micheli, *Alternaria* Nees, and *Cladosporium* Link. in the dolphinarium and open bay area.

Key words: algae-vegetation, mycoflora, periphyton, dolphinarium.

Поступила в редакцію 23.09.2015 г.

УДК 582.276:591.148:574.52 (262.5)

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ВЫЕДАНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА МИКРОЗООПЛАНКТНОМ В ПРИБРЕЖНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЧЕРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ СЕВАСТОПОЛЯ

Стельмах Л. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, lustelm@mail.ru

Впервые для Черного моря исследована сезонная изменчивость удельной скорости потребления фитопланктона микрозоопланктоном. В поверхностном слое прибрежных вод в районе Севастополя в течение года этот показатель изменялся на порядок. Среднее значение скорости выедания фитопланктона в теплый период (с мая по октябрь) составило $1,19 \text{ сутки}^{-1}$, тогда как в холодный период (с ноября по апрель) было в 2 раза ниже. Показана важная роль размерной и видовой структуры фитопланктона, а также температуры воды в сезонной изменчивости данного показателя. Выявлено регулирующее влияние микрозоопланктона на сезонную изменчивость биомассы фитопланктона. Установлено, что микрозоопланктон являлся основным потребителем первичной продукции фитопланктона в исследованных водах. Среднегодовое значение первичной продукции, потребленной микрозоопланктоном, составило 68 % от суммарной величины.

Ключевые слова: биомасса фитопланктона, микрозоопланктонное выедание, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с современными определениями, микрозоопланктон – это гетеротрофные организмы с линейными размерами до 200 мкм и способностью к фаготрофии [2]. Установлено, что в морском микрозоопланктоне доминируют гетеротрофные динофлагелляты и инфузории. Среди динофлагеллят преобладают представители двух родов *Gymnodinium* и *Prorocentrum*. Доля гетеротрофных флагаеллят составляет в среднем 64 % от общей биомассы микрозоопланктона во всех типах вод [9]. Начиная с работы [5], в которой впервые предложен так называемый метод разведения для измерения удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном, и до настоящего времени в мировой литературе накоплено большое количество данных по потреблению фитопланктона микрозоопланктоном. Выявлено, что удельная скорость потребления фитопланктона микрозоопланктоном соизмерима со скоростью роста фитопланктона и изменяется в широких пределах: от 0 до $2,80 \text{ сутки}^{-1}$ [11]. Исследования показали, что доля первичной продукции, потребленная микрозоопланктоном, подвержена большому диапазону пространственно-временной изменчивости. Например, на севере Мексиканского залива летом 1990 г. и весной 1991 г. микрозоопланктон поверхностных вод потреблял от 42 до 214 % суточной продукции фитопланктона, а в среднем эта величина составила 82 % [4]. В Калифорнийском заливе доля первичной продукции, потребленная микрозоопланктоном за сутки, была в диапазоне от 0 до 89 % [8]. По данным [6], в восточной экваториальной части Тихого океана в поверхностном слое в период ослабления апвеллинга 100 % суточной первичной продукции было потреблено микрозоопланктоном. Обобщение всех данных, полученных в Мировом океане с 1982 по 2013 гг., показало, что микрозоопланктон выедает в среднем за год 62% первичной продукции [11]. Являясь основным потребителем первичной продукции, микрозоопланктон оказывает существенное влияние на динамику развития фитопланктона, накопление биомассы водорослей и ее убыль.

В Черном море подобные исследования до недавнего времени не проводились. Впервые они были выполнены нами в международной экспедиции на научно-исследовательском судне «Владимир Паршин» в западную часть Черного моря в сентябре – октябре 2005 г. Было показано, что в Черном море, также как и в других районах Мирового океана, микрозоопланктон потреблял основную долю первичной продукции фитопланктона. На

завершающей стадии осеннего "цветения воды" диатомовыми водорослями он ограничивал дальнейшее накопление их биомассы. При этом, удельная скорость выедания фитопланктона микрозоопланктоном изменялась в поверхностном слое моря от 0,10 до 1,00 сутки⁻¹ [1].

Цель настоящей работы состояла в исследовании сезонной динамики удельной скорости потребления фитопланктона микрозоопланктоном и оценке влияния выедания на биомассу фитопланктона в различные сезоны года в поверхностном слое прибрежных вод Черного моря в районе Севастополя.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования были выполнены на трех станциях, расположенных в прибрежных водах Черного моря у Севастополя (рис. 1). На первых двух станциях, расположенных в бухтах, общая глубина составляла 14–19 м, на третьей станции, находившейся в открытом прибрежье, достигала 50 м.

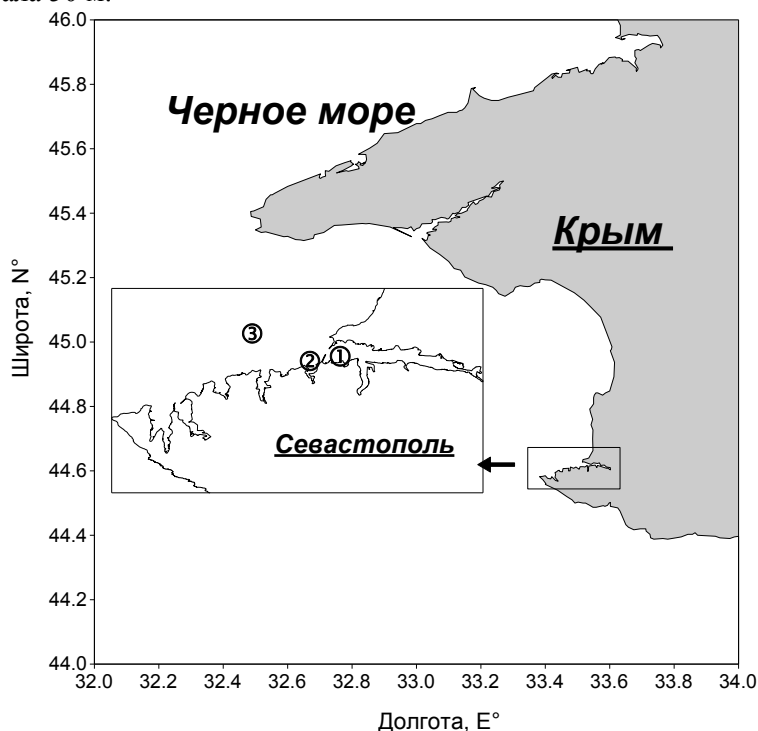


Рис. 1. Схема станций, на которых выполнялись исследования

1 – Севастопольская бухта, 2 – Карантинная бухта, 3 – взморье.

Пробы морской воды объемом 12–15 л отбирали пластиковым батометром в слое 0–1 м в утренние часы (8–10 часов). Мезозоопланктон удаляли путем пропускания исходной пробы воды через нейлоновое сито с размером ячеек 200 мкм. Для получения фильтрата, свободного от взвешенных частиц, часть исходной пробы (6–8 л) пропускали через стекловолокнистый фильтр марки Whatman GF/F (диаметр 47 мм). Фильтрация осуществлялась при слабом давлении (< 0,1 атм.) для того, чтобы снизить вероятность разрушения клеток водорослей на фильтре и исключить их проникновение в фильтрат. Исходную воду разбавляли фильтратом таким образом, чтобы получить серию разбавленных проб с различным коэффициентом разведения (КР): 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2 и в богатых водах 0,1 в двух повторностях. Коэффициенту 1,0 соответствовала неразбавленная проба, тогда как при значении коэффициента 0,1 исходная проба была разбавлена в 10 раз.

Подготовленные пробы помещали в поликарбоновые бутылки объемом 1 л, предварительно промытые 10 % раствором соляной кислоты и дистиллированной водой. Их экспонировали в течение суток в инкубаторе проточного типа при естественном освещении и температуре, которая отличалась от температуры воды в море на 1–3 °С. В те дни, когда интенсивность солнечной радиации в полуденные часы достигала $600 \text{ мкЭ} \times \text{м}^{-2} \times \text{с}^{-1}$ или была выше, падающий свет ослабляли в 2–3 раза для того, чтобы избежать угнетающего действия света на рост фитопланктона. Исходные пробы и пробы, полученные после суточной экспозиции, фильтровали через стекловолоконистые фильтры Whatman GF/F. Полученные фильтры помещали в раствор 90 % ацетона. После экстрагирования пигментов проводили определение концентрации хлорофилла *a* флуориметрическим методом, как описано в работе [1].

Скорость роста фитопланктона рассчитывали по суточному приросту концентрации хлорофилла в экспериментальных сосудах. Так называемая видимая скорость роста ($\mu_{(ap.)}$) для каждого разведения была рассчитана по уравнению:

$$\mu_{(ap.)} = \ln (X_{л(t)} / X_{л(0)}), \quad (1)$$

где $X_{л(0)}$ и $X_{л(t)}$ – начальная и конечная концентрация хлорофилла *a*, $\text{мг} \times \text{м}^{-3}$.

На основе полученных значений $\mu_{(ap.)}$ для каждого эксперимента были рассчитаны уравнения линейной регрессии, связывающие видимую удельную скорость роста водорослей ($\mu_{(ap.)}$) с истинной ее величиной (μ) и скоростью их выедания микрозоопланктоном (*g*):

$$\mu_{(ap.)} = \mu - g \cdot \text{КР}, \quad (2)$$

Значения коэффициента детерминации (R^2) для уравнений линейной регрессии в экспериментах находились в диапазоне от 0,70 до 0,96 и зависели от концентрации хлорофилла *a* в планктоне. При средних и высоких концентрациях хлорофилла ($0,50\text{--}3 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$) он был в диапазоне от 0,80 до 0,96, тогда как при низких концентрациях пигмента ($< 0,50 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$) снижался до 0,70. Однако 90 % всех данных имели коэффициент детерминации не менее 0,75. Достоверность уравнения регрессии оценивали по F-критерию (критерию Фишера), а достоверность коэффициентов уравнения – по t-критерию (критерию Стьюдента). Стандартная ошибка коэффициентов уравнения (2), соответствующих истинной удельной скорости роста фитопланктона (μ) и удельной скорости его потребления микрозоопланктоном (*g*), была, как правило, в диапазоне от 5 до 15 %. Выполненные исследования показали, что практически во всех экспериментах предложенная авторами метода разведения линейная модель [5] была удачно использована нами в исследованных водах.

Разница между величинами μ и *g* представляет собой чистую скорость роста фитопланктона, а отношение между удельной скоростью выедания и удельной скоростью роста (g/μ), выраженное в процентах, соответствует доле первичной продукции фитопланктона, потребленной микрозоопланктоном.

Как описано нами ранее [1], для определения видового состава фитопланктона, его численности и биомассы 2–4 л морской воды сгущали в воронке обратной фильтрации с использованием нуклеопорового фильтра с размером пор 1 мкм. Сгущенные пробы фиксировали раствором формалина в конечной концентрации 1 % и обрабатывали под световым микроскопом ZEISS Primo Star при общем увеличении системы в 400 раз. Все расчеты проводили с использованием программ Excel 2007 и Sigma Plot 2001 для Windows, построение графиков осуществляли в программе Grapher 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сезонная динамика удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном. Исследования сезонной динамики удельной скорости потребления

фитопланктона микрозоопланктоном (g) в поверхностном слое Севастопольской бухты в 2006–2007 гг. показали, что в течение года этот параметр изменялся приблизительно в 8 раз (рис.2). Первый максимум (1,80 сутки⁻¹) был зарегистрирован в июне 2006 г. В это время наблюдалось интенсивное развитие фитопланктона, биомасса которого была равна около 200 мгС×м⁻³. Основу биомассы создавали диатомовые виды водорослей рода *Chaetoceros* (табл.1). В период с июля по декабрь 2006 г. отмечено постепенное снижение скорости выедания фитопланктона от 0,50 до 0,10 сутки⁻¹. На фоне низкой скорости выедания в октябре биомасса фитопланктона достигла наибольших для 2006 г. значений (330 мгС×м⁻³) и была связана с интенсивным развитием наиболее крупной диатомовой водоросли Черного моря *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G.Sundström.

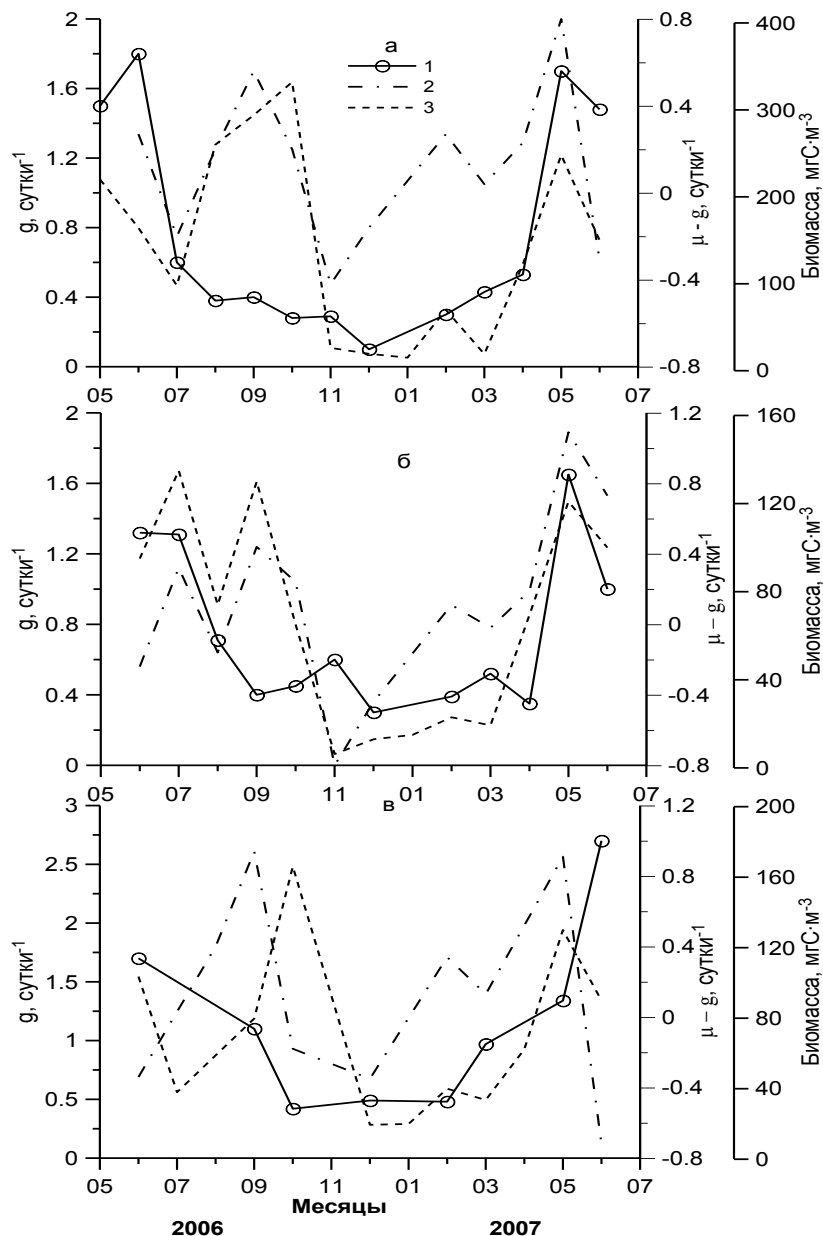


Рис. 2. Сезонная динамика удельной скорости потребления фитопланктона микрозоопланктоном (1), чистой скорости роста фитопланктона (2) и биомассы фитопланктона (3) в поверхностных водах Севастопольской бухты (а), Карантинной бухты (б) и на взморье (в) в 2006 – 2007 гг.

С начала 2007 г. величина g возрастала и в мае вновь достигла максимума ($1,70 \text{ сутки}^{-1}$), сопровождавшегося максимальной биомассой фитопланктона ($230 \text{ мгС} \times \text{м}^{-3}$), в котором преобладали диатомовые водоросли рода *Chaetoceros*.

Подобный характер сезонной динамики удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном получен на станции, расположенной на взморье. Значения g в максимумах составили $1,70 \text{ сутки}^{-1}$ в июне 2006 г. и $2,70 \text{ сутки}^{-1}$ в июне 2007 г. и наблюдались на фоне высоких величин биомассы фитопланктона ($110\text{--}120 \text{ мгС} \times \text{м}^{-3}$). Минимальные значения удельного выедания ($0,40\text{--}0,50 \text{ сутки}^{-1}$) наблюдались здесь с октября 2006 г. по февраль 2007 г. и были сопряжены как с высокими, так и с низкими значениями биомассы фитопланктона.

Таблица 1

Доля первичной продукции, потребленная микрозоопланктоном ($g/\mu, \%$), относительная биомасса основных таксономических групп водорослей (% от суммарной) и доминирующие виды в фитопланктоне поверхностных прибрежных вод Черного моря в районе Севастополя в 2006 – 2007 гг.

Сезон, месяц	g/μ	B_{Bacil}	B_{Dinoph}	$B_{\text{Прочих}}$	Доминирующие виды
Зима (декабрь - февраль)	48 ± 22	60 ± 37	34 ± 34	6 ± 4	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl., <i>Chaetoceros socialis</i> Pr. Lavr., <i>Thalassiosira parva</i> Pr.–Lavr., <i>Thalassionema nitzschoides</i> (Grunow) Van Heurck, <i>Prorocentrum cordatum</i> Ostf.
Весна (март – май)	73 ± 16	47 ± 30	47 ± 25	6 ± 3	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, <i>C. socialis</i> , <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden, <i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, <i>P. cordatum</i>
Лето (июнь – август)	74 ± 44	28 ± 23	67 ± 25	5 ± 3	<i>C. curvisetus</i> , <i>Gymnodinium simplex</i> (Lohmann) Kofoid & Swezy, <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>P. cordatum</i>
Осень (сентябрь – ноябрь)	77 ± 41	48 ± 22	48 ± 23	4 ± 2	<i>P. delicatissima</i> , <i>C. curvisetus</i> , <i>P. calcar-avis</i> , <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle, <i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey, <i>P. micans</i> , <i>P. cordatum</i>
Среднегодовое значение	68 ± 34				

Примечание к таблице. Удельная биомасса Bacillariophyta – B_{Bacil} , Dinophyta – B_{Dinoph} и прочих – $B_{\text{Прочих}}$.

В Карантинной бухте первый максимум скорости выедания ($1,30 \text{ сутки}^{-1}$) был отмечен в июне – июле 2006 г., второй ($0,60 \text{ сутки}^{-1}$) – в ноябре этого года, а третий ($1,60 \text{ сутки}^{-1}$) – в мае 2007 г. При этом, первый и третий максимумы значений g практически совпадали с максимумами биомассы фитопланктона, которая достигала $90\text{--}110 \text{ мгС} \times \text{м}^{-3}$. Однако второй максимум наблюдался на фоне минимальной биомассы фитопланктона ($10 \text{ мгС} \times \text{м}^{-3}$). Самые низкие значения удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном ($0,40\text{--}0,50 \text{ сутки}^{-1}$) в Карантинной бухте были отмечены в сентябре 2006 г. и в период с декабря по апрель 2007 г.

Известно, что процесс выедания фитопланктона микрозоопланктоном зависит от совместного действия абиотических и биотических факторов, среди которых основными являются температура воды, количество пищи и ее качество. Для количественной оценки этих

факторов на удельное потребление фитопланктона микрозоопланктоном все наши данные условно разделили на две группы. В первую группу вошли результаты, полученные в холодное время года в период с ноября по апрель включительно, при средней температуре 11 °С (± 3 °С). Во вторую группу включили данные, полученные в теплое время с мая по октябрь при средней температуре воды 23 °С (± 4 °С). Анализ результатов показал, что в теплое время удельная скорость потребления фитопланктона микрозоопланктоном составила в среднем $1,19 \pm 0,61$ сутки⁻¹, а в холодное – $0,54 \pm 0,36$ сутки⁻¹. Вероятно, основная причина таких различий связана в основном с температурой воды. В качестве показателя количества пищи для микрозоопланктона была использована биомасса фитопланктона. Корреляция между этим параметром и скоростью выедания фитопланктона в теплый и в холодный периоды года не выявлена (рис. 3).

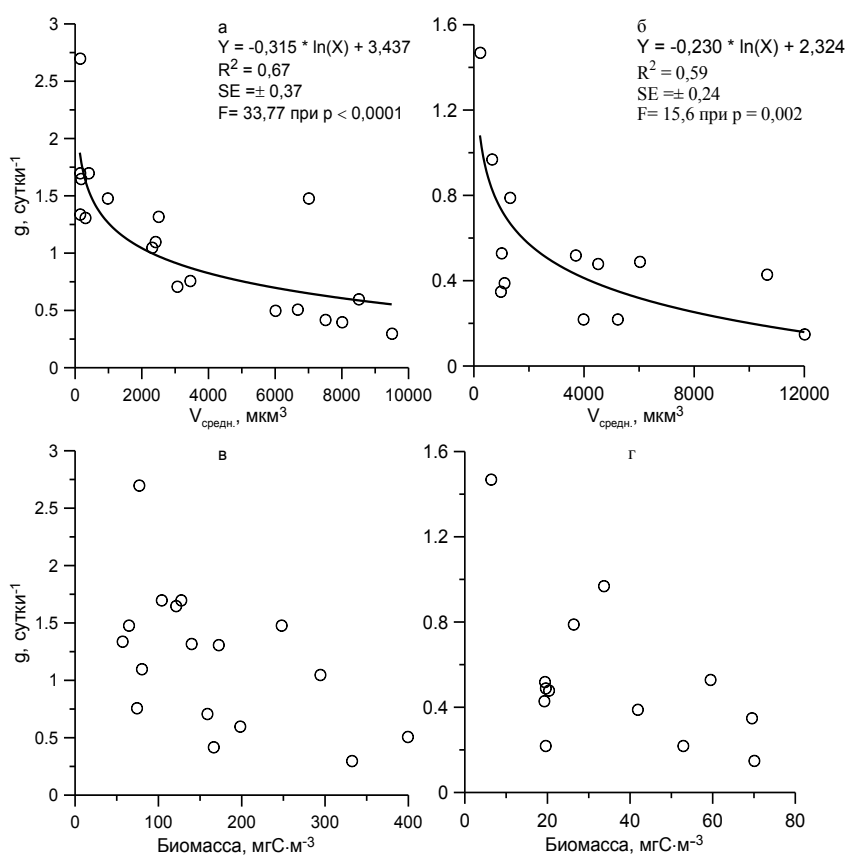


Рис. 3. Зависимость удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном от средневзвешенного объема клеток фитопланктона и его биомассы в теплый (а, в) и холодный (б, г) периоды 2006–2007 гг.

В качестве показателей качества пищи были использованы средневзвешенный объем клеток фитопланктона и его видовая структура. Для теплого периода получено, что между значениями g и средневзвешенным объемом клеток водорослей наблюдалась логарифмическая зависимость с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,67$. Видно, что фитопланктон со средним объемом клеток около 150 мкм³ потреблялся наиболее интенсивно. При увеличении $V_{\text{средн.}}$ водорослей их удельное потребление микрозоопланктоном постепенно снижалось, и было минимальным для наиболее крупного фитопланктона со средневзвешенным клеточным объемом 8000–10000 мкм³. Подобная зависимость с коэффициентом детерминации 0,59 наблюдалась и для холодного периода года (рис. 3).

Остальная доля изменчивости удельной скорости потребления фитопланктона микрозоопланктоном связана, вероятно, с другими факторами, включая видовую структуру фитопланктона. Получено, что в теплый и холодный периоды максимальные значения

скорости выедания ($1,10-2,70$ сутки⁻¹) наблюдались в тех случаях, когда основу пищи для микрозоопланктона составляли наиболее мелкие среди диатомовых виды водорослей *C. socialis* и *C. affinis* (табл.2). Минимальные величины g ($0,10-0,41$ сутки⁻¹) связаны с преобладанием в фитопланктоне либо мелких видов, таких как диатомовая водоросль *S. costatum* и кокколитофорида *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler, либо крупных диатомовых водорослей *P.a calcar-avis*, *D. fragilissimus*, *C. pelagica* и *C. curvisetus*. Последний вид имеет длинные жесткие щетинки на поверхности клеток, что может затруднять его потребление простейшими.

Отношение удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном к скорости его роста (g/μ), выраженное в процентах и отражающее долю первичной продукции фитопланктона, потребленную микрозоопланктоном, в течение года изменялось в несколько раз. Однако средние значения этого показателя в весенний, летний и осенний периоды различались слабо и составляли 73–77 % (табл. 1). Только в зимний период эта величина снизилась до 48 %. А в целом за год в исследованных водах среднее значение продукции фитопланктона, потребленной микрозоопланктоном, составило 68 %.

Сезонная динамика чистой удельной скорости роста фитопланктона и ее связь с биомассой. В период с мая 2006 по июнь 2007 гг. чистая удельная скорость роста суммарного фитопланктона ($\mu-g$) в прибрежных водах Черного моря в районе Севастополя изменялась в широком диапазоне: от $-0,80$ до $1,10$ сутки⁻¹ (рис. 1). В Севастопольской бухте ее максимальные величины ($0,25-0,80$ сутки⁻¹) были отмечены в мае и в сентябре 2006 г., а также в феврале и в мае 2007 г. Они совпадали с максимальными значениями биомассы фитопланктона, основу которой создавали, как отмечено выше, диатомовые водоросли, или со значениями, близкими к максимальным. После достижения фитопланктоном максимальных значений чистой скорости роста наблюдалось ее снижение до минимальных величин (от 0 до $-0,4$ сутки⁻¹) в течение одного – двух месяцев. Они были получены в июле и в ноябре 2006 г., а также в марте и в июне 2007 г., когда биомасса фитопланктона также снижалась до минимальных величин. Затем чистая скорость роста фитопланктона и его биомасса вновь постепенно возрастали.

Таблица 2

Доминирующие виды фитопланктона, средневзвешенный объем его клеток ($V_{\text{Средн.}}$) и концентрация хлорофилла a при максимальных и минимальных значениях удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном

Месяц	g , сутки ⁻¹	$V_{\text{Средн.}}$, мкм ³	$X_{\text{л } a}$, мг \times м ⁻³	Доминирующие виды
Теплый период 2006–2007 гг.				
Май*	1,65–1,70	144–400	1,53–2,20	<i>C. socialis</i> , <i>C. affinis</i>
Июнь*	1,70–2,70	140–400	0,75–1,66	<i>C. socialis</i> , <i>C. affinis</i> , <i>P. cordatum</i> , <i>G. simplex</i> , <i>Gymnodinium sp</i>
Октябрь**	0,30–0,40	340–9400	0,65–3,32	<i>E. huxleyi</i> , <i>S. costatum</i> , <i>P. calcar-avis</i>
Август– сентябрь**	0,40–0,41	7500–8000	1,30–3,00	<i>D. fragilissimus</i> , <i>C. pelagica</i> , <i>C. curvisetus</i>
Холодный период 2006–2007 гг.				
Ноябрь– декабрь*	1,10–1,50	970–2300	0,20–0,44	<i>C. socialis</i>
Ноябрь– декабрь**	0,10–0,25	400–1300	0,70–0,80	<i>E. huxleyi</i> , <i>S. costatum</i> , <i>C. curvisetus</i>

Примечание к таблице: * – максимальные и ** – минимальные значения удельной скорости выедания

В Карантинной бухте максимальные значения чистой удельной скорости роста ($0,35-1,00$ сутки⁻¹) были зарегистрированы в июле и сентябре 2006 г., а также в мае 2007 г. Преобладание процессов роста фитопланктона над его потреблением микрозоопланктоном в эти периоды стало основной причиной увеличения биомассы фитопланктона до

максимальных значений. Самые низкие отрицательные значения этого параметра (от $-0,10$ до $-0,80$ сутки $^{-1}$), сопровождавшие, как правило, снижение биомассы фитопланктона, наблюдались в июне, августе и ноябре 2006 г.

На взморье максимальные значения чистой удельной скорости роста фитопланктона ($0,90$ – $0,95$ сутки $^{-1}$) наблюдались в сентябре 2006 г., а также в мае 2007 г. Первый максимум чистого роста совпадал с начальным периодом нарастания биомассы диатомовых водорослей рода *Chaetoceros*, максимум которой был достигнут на месяц позже. Второй максимум чистой скорости роста по времени совпадал с максимальным значением биомассы фитопланктона, в которой преобладали представители рода *Chaetoceros*. Минимальные величины этого показателя (около $-0,4$ сутки $^{-1}$) были получены, прежде всего, в июне и декабре 2006 г., а также в июне 2007 г. что свидетельствует о существенном преобладании в микропланктоне процессов потребления фитопланктона по сравнению с его ростом, вызывающее снижение биомассы фитопланктона.

Таким образом, максимальные значения чистой удельной скорости роста, которые периодически наблюдались в исследованных водах, чаще всего были сопряжены с максимальными величинами биомассы фитопланктона или наблюдались в начальный период ее нарастания. Снижение чистой удельной скорости роста фитопланктона до минимальных значений было одной из основных причин падения биомассы водорослей. В результате для фитопланктона Севастопольской и Карантинной бухт получена корреляционная зависимость между чистой скоростью роста и биомассой водорослей (рис. 4). Хотя коэффициенты детерминации для этих зависимостей невысокие ($0,38$ и $0,51$ соответственно), в целом можно сказать, что увеличение чистой скорости роста приводит к нарастанию биомассы фитопланктона.

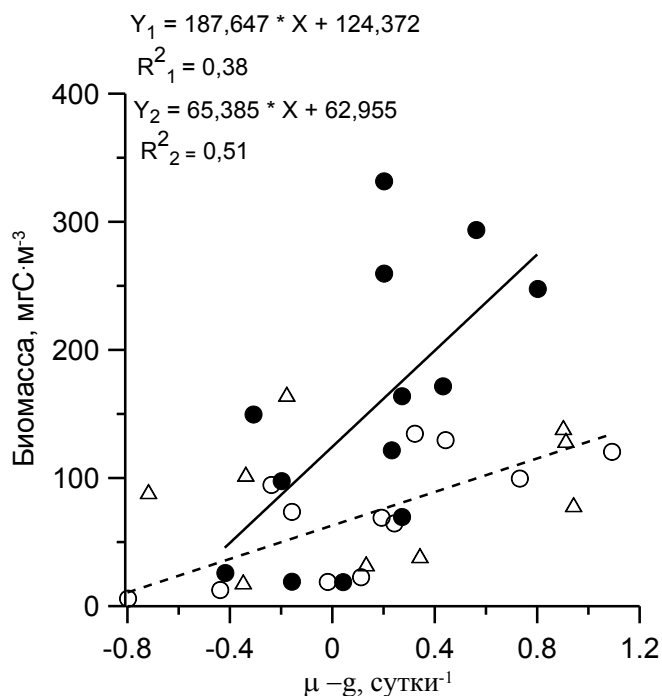


Рис. 4. Зависимость биомассы фитопланктона от чистой удельной скорости роста водорослей в Севастопольской бухте (сплошная линия – уравнение 1), Карантинной бухте (пунктир – уравнение 2) и на взморье (треугольники)

Обсуждение. В исследованных прибрежных водах Черного моря наблюдается четко выраженная сезонная изменчивость удельной скорости потребления фитопланктона микрозоопланктоном, амплитуда которой достигает порядка величин. К основным

факторам, определяющим эту изменчивость, следует отнести температуру воды, а также состав пищи: размеры и видовую структуру фитопланктона. Сезонная изменчивость этого параметра показана и для других районов Мирового океана. Так, исследования в Южно-Китайском море у берегов Гон-Конга на двух станциях показали, что минимальные значения g ($0,20$ сутки⁻¹) наблюдались в феврале при температуре воды 16 °C [3]. В это время суммарная концентрация хлорофилла a составляла $0,5$ – 1 мг·м⁻³. В августе, когда температура воды повысилась до 30 °C, а суммарная концентрация хлорофилла составила на первой станции 2 мг·м⁻³, а на второй – 15 мг·м⁻³, удельная скорость выедания фитопланктона микрозоопланктоном достигла $2,2$ – $2,6$ сутки⁻¹. Вероятно, в феврале недостаточное количество пищи, а также относительно низкая температура воды были основными причинами слабого выедания фитопланктона.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что такие мелкие виды диатомовых водорослей, как *C. socialis* и *C. affinis* являлись благоприятной пищей для микрозоопланктона. Результаты, опубликованные в литературе, подтверждают важную роль диатомовых водорослей в его питании. Так, в июле 2001 г. в субарктической части Тихого океана индуцирование внесением железа “цветения воды” диатомовыми водорослями, такими как *Chaetoceros* sp., *Pseudonitzschia* sp., и *Thalassiosira* sp., вызывало активное их выедание гетеротрофными флагеллятами рода *Gyrodinium*. Скорость выедания в это время была максимальна и составляла $0,56$ – $0,70$ сутки⁻¹. Показано, что в этих водах представители рода *Gyrodinium* поглощали цепочки диатомовых водорослей *Chaetoceros* sp. и *Pseudonitzschia* sp. путем фаготрофии [10].

По мнению некоторых исследователей [12], гетеротрофные диофлагелляты являются главными потребителями диатомовых водорослей в море. Однако в некоторых случаях диатомовые водоросли не являлись предпочтительной пищей для микрозоопланктона. По нашим данным, среди диатомовых водорослей мелкий вид *S. costatum* и наиболее крупный представитель *P. calcar-avis* потреблялись простейшими слабо. Ранее нами было отмечено, что в Черном море в сентябре 2005 г. при температуре около 20 °C в период интенсивного развития диатомовой *P. calcar-avis*, составлявшей около 80 % биомассы фитопланктона, ее удельное потребление микрозоопланктоном снижалось до $0,10$ – $0,20$ сутки⁻¹ [1]. Исследования, выполненные в июле и августе 1990 г. в Мексиканском заливе, также показали, что удельная скорость потребления *S. costatum* микрозоопланктоном была низкой даже при высокой температуре (около 30 °C) и составила $0,30$ сутки⁻¹ [4]. Это связано, вероятно, со способностью данного вида продуцировать полиненасыщенные альдегиды, которые угнетают рост гетеротрофных флагеллят и инфузорий.

Для питания микрозоопланктона важное значение играет структура поверхности клеток водорослей. Например, в период наших исследований в конце лета, осенью и в начале зимы 2006–2007 гг. удельная скорость потребления фитопланктона микрозоопланктоном была низкой и не превышала $0,41$ сутки⁻¹. В это время значительную биомассу фитопланктона создавал такой вид диатомовых водорослей, как *C. curvisetus*. Поверхность его клеток покрыта длинными щетинками, которые предотвращают, вероятно, потребление этого вида не только копеподами, но и простейшими.

На основе высоких скоростей потребления фитопланктона микрозоопланктоном можно полагать, что среди диофитовых водорослей в исследованных нами водах, наиболее интенсивно потреблялись мелкие виды, линейные размеры которых составляли 8 – 10 мкм: *P. cordatum*, *G. simplex*, *Gymnodinium* sp. Считают, что такие клетки являются оптимальными по размеру для питания микрозоопланктона [13]. А наиболее крупные представители диофитовых, например *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparede & Lachmann может быть лишь эпизодически источником пищи для некоторых гетеротрофных форм диофитовых, например *Protoperidinium steinii* (Jørgensen) Valech [7].

Однако не всегда размер жертвы играет определяющую роль в питании микрозоопланктона. Известно, что мелкоклеточная кокколитофориды *E. huxleyi* с линейными размерами 5 – 8 мкм, очень слабо потребляется микрозоопланктоном. Это обусловлено

способностью данного вида продуцировать диметилсульфид, который отрицательно влияет на микрозоопланктон [14].

Наши исследования показали важную роль микрозоопланктона в сезонной изменчивости биомассы фитопланктона. Накопление биомассы водорослей происходит в тех случаях, когда удельная скорость роста фитопланктона значительно превышает скорость его потребления микрозоопланктоном, то есть чистая скорость роста имеет положительные значения и в микропланктоне преобладают автотрофные процессы.

ВЫВОДЫ

1. В исследованных прибрежных водах Черного моря удельная скорость выедания фитопланктона микрозоопланктоном изменялась в течение года на порядок. В теплый период года среднее значение этого показателя составило $1,19 \text{ сутки}^{-1}$, а в холодный было в 2 раза ниже.

2. Показано, что основная доля сезонной изменчивости удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном определялось размерами клеток и видовой структурой фитопланктона, а также температурой воды.

3. Выявлена важная роль микрозоопланктона в регуляции сезонной изменчивости биомассы фитопланктона. Для закрытых бухт (Севастопольской и Карантинной) получена корреляционная зависимость между чистой удельной скоростью роста и биомассой фитопланктона, которая показывает, что по мере увеличения чистой скорости роста фитопланктона его биомасса возрастала.

4. В исследованных прибрежных водах среднегодовое значение первичной продукции фитопланктона, потребленной микрозоопланктоном, составило 68 % (± 34 %). Это позволяет заключить, что микрозоопланктон являлся основным потребителем продукции фитопланктона.

Список литературы

1. Стельмах Л. В. Скорость роста фитопланктона и его выедание зоопланктоном в западной части Черного моря в осенний период / Л. В. Стельмах, И. И. Бабич, С. Тугрул, С. Мончева, К. Стефанова // *Океанология*, 2009. – Т.49, №1. - С. 90–100.
2. Calbet A. The trophic roles of microzooplankton in marine systems / A. Calbet // *ICES J. Mar. Science*. – 2008. – Vol. 65.–P. 325–331.
3. Chen B. Estuarine nutrient loading affects phytoplankton growth and microzooplankton grazing at two contrasting sites in Hong Kong coastal waters / B. Chen, Liu Hongbin, M. R Landry, M. Chen, J.Sun, L. Shek, X. Chen, P. J. Harrison // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 2009. – Vol. 379. – P. 77–90.
4. Fahnenstiel G. L. Taxon-specific growth and loss rates for dominant phytoplankton populations from the northern Gulf of Mexico / G. L. Fahnenstiel, M. J. McCormick, G. A. Lang, D. G. Redalje, S. E. Lohrenz, M. Markowitz, B. Wagoner, H. J.Carrick // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 1995. – Vol. 117. – P. 229–239.
5. Landry M. R. Estimating the Grazing Impact of Marine Micro-Zooplankton / M. R. Landry, R. P. Hassett // *Mar. Biol.* – 1982. – Vol. 67. – P. 283–288.
6. Landry M. R. Biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific (IronEx II). III. Dynamics of phytoplankton growth and microzooplankton grazing / M. R.Landry, J. Constantinou, M. Latasa, S. L. Brown, R. R.Bidigare, M. E. Ondrusek // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 2000. – Vol. 201. – P. 57–72.
7. Olseng C. D. Grazing by the heterotrophic dinoflagellate *Protoperidinium steinii* on a *Ceratium* bloom / C. D. Olseng, L. Naustvoll, E. Paasche // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 2002. – Vol. 225. – P. 161–167.
8. Palomares-Garcia R. Pigment-specific rates of phytoplankton growth and microzooplankton grazing in a subtropical lagoon / Palomares-Garcia R., Bustillos-Guzman J. J., Lopez-Cortes D. // *J. Plankton Res.* – 2006. – Vol. 28. – P. 1217–1232.
9. Paterson H. L. Microzooplankton community structure and grazing on phytoplankton, in an eddy pair in the Indian Ocean off Western Australia / H. L. Paterson, B. Knott, A. M. Waite // *Deep-Sea Research II*. – 2007. – 54. – P. 1076–1093.
10. Saito H. A. Role of heterotrophic dinoflagellate *Gyrodinium* sp. in the fate of an iron induced diatom bloom / Saito H., Ota T., Suzuki K. Nishioka J., Tsuda A. // *Geophysical Res. Let.* – 2006.– Vol. 33 (L09602). – P. 1–4.
11. Schmoker C. Microzooplankton grazing in the oceans: impacts, data variability, knowledge gaps and future directions / C. Schmoker, S. Hernandez-Leon, A. Calbet // *J. Plankton Res.* – 2013. – Vol. 35. – P. 691–706.
12. Sherr E. B. Heterotrophic dinoflagellates: a significant component of microzooplankton biomass and major grazers of diatoms in the sea / E. B. Sherr, B. F. Sherr // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* – 2007. – Vol. 352. – P. 187–197.

13. Strom S. L. Microzooplankton grazing in the coastal Gulf of Alaska: Variations in top-down control of phytoplankton / S. L. Strom, E. L. Macri, M. B. Olson // *Limnol. Oceanogr.* – 2007. – Vol. 52. – P. 1480–1494.

14. Tyrrell T. *Emiliania huxleyi*: bloom observations and the conditions that induce them. / T. Tyrrell, A. Merico // *Coccolithophores - From Molecular Processes to Global Impact* [Eds. Thierstein, H. R., Youngs, J. R.]. – Springer, 2004. – P. 75–97.

Стельмах Л. В. Сезонна мінливість питомої швидкості споживання фітопланктону мікрозоопланктоном у прибережних поверхневих водах Чорного моря в районі Севастополя // *Екосистеми*. Сімферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 30–40.

Вперше для Чорного моря досліджена сезонна мінливість питомої швидкості споживання фітопланктону мікрозоопланктоном. У поверхневому шарі прибережних вод в районі Севастополя протягом року цей показник змінювався на порядок. Середнє значення швидкості споживання фітопланктону в теплий період (з травня по жовтень) склало 1,19 на добу, тоді як в холодний період (з листопада по квітень) було в 2 рази нижче. Показано важливу роль розмірної і видової структури фітопланктону, а також температури води в сезонній мінливості даного показника. Виявлено регулюючий вплив мікрозоопланктону на сезонну мінливість біомаси фітопланктону. Встановлено, що мікрозоопланктон був основним споживачем первинної продукції фітопланктону в досліджених водах. Середньорічне значення первинної продукції, спожитої мікрозоопланктоном, склало 74% від сумарної її величини.

Ключові слова: біомаса фітопланктону, мікрозоопланктонне виїдання, Чорне море.

Stelmakh L. V. Seasonal variability of the microzooplankton grazing of phytoplankton in coastal surface waters of the Black Sea near Sevastopol // *Ekosystemy*. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 30–40.

For the first time the seasonal variability of the specific consumption rate of phytoplankton by microzooplankton was investigated for the Black Sea. During the year this indicator changed 10 times in the surface layer of the coastal waters near Sevastopol. The average growth rate of phytoplankton during the warm period (May to October) was 1,19 day⁻¹, while during the cold period (November to April) it was 2 times lower. The important role of the size and structure of phytoplankton species and water temperature in the seasonal variability of this indicator was showed. The microzooplankton regulating effect on the seasonal variability of phytoplankton biomass was showed. It was determined that microzooplankton is the main consumer of primary production of phytoplankton in the investigated waters. The average value of primary production consumed by microzooplankton amounted to 68 % of its total value.

Keywords: phytoplankton biomass, microzooplankton grazing, Black Sea.

Стельмах Людмила Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник. ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011.

Поступила в редакцию 17.09.2015 г.

УДК 712.3 (477.75)

СКВЕР 70-ЛЕТИЯ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (СЕВАСТОПОЛЬ): СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Репецкая А. И., Парфенова И. А.

*Таврическая академия ФГОАУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, antares.irina@mail.ru*

Проведена оценка современного состояния сквера 70-летия Великой Отечественной войны (г. Севастополь). Проанализирован таксономический состав и экологическое состояние имеющихся зеленых насаждений. Даны проектные предложения по созданию мемориального сквера с использованием перспективного для Севастопольского региона ассортимента древесно-кустарниковых декоративных пород.

Ключевые слова: зеленые насаждения, дендрофлора, мемориальный объект ландшафтной архитектуры, городской сквер, Севастополь.

ВВЕДЕНИЕ

Севастополь – город, занимающий особое место на Крымском полуострове в силу той роли, которую он сыграл в российской истории. Несмотря на приморское расположение, он никогда не ассоциировался с курортом. Изначально военное предназначение, ключевое место в ходе нескольких войн наложили отпечаток на весь облик города и его повседневную жизнь. С архитектурной точки зрения особенностью Севастополя является обилие мемориальных территорий: улиц, площадей, скверов и парков.

После возвращения в состав России к Севастополю приковано особое внимание, требующее серьезных изменений во многих сферах. Преобразования затрагивают и «зеленый каркас» города. Наряду с обновлением и реконструкцией ряда существующих объектов запланировано создание новых, что в немалой степени связано с интенсивными темпами строительства.

Настоящая работа посвящена новому скверу 70-летия Великой Отечественной войны и Победы в ней советского народа. Закономерно, что участок, отведенный под новый сквер, вплотную примыкает к парку Победы и в свое время являлся его неотъемлемой частью. Парк Победы в г. Севастополе был заложен на пустыре в 1975 году, к 30-летию Победы в Великой Отечественной войне. В его создании принимали участие все горожане при помощи жителей других городов-героев (рис. 1). Это памятное место для каждого севастопольца, где нет торговых и развлекательных центров, но имеется несколько мемориальных парковых зон.

8 мая 2015 г. в преддверии празднования 70-летия Победы на месте будущего сквера появился еще один мемориал. Торжественно открыли памятную стелу, посвященную Героям Советского Союза, защищавшим и освобождавшим Севастополь. Строгая, сдержанная, лаконичная, выполненная из серого гранита, она гармонично сочетается с дорожно-тропиночной сетью из твердого покрытия, которая вновь связала между собой Парк Победы и сквер 70-летия Великой Отечественной войны.

Целью данной работы является изучение современного состояния территории и зеленых насаждений сквера 70-летия Великой Отечественной войны города Севастополя и выработка проектных предложений по созданию нового ландшафтного объекта.



Рис. 1. Закладка парка Победы в Севастополе (1975 г.)

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ И ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Территория, на которой запланировано создание сквера, находится по адресу: г. Севастополь, Гагаринский район, ул. Парковая, 11, район парка Победы (рис. 2).

Участок имеет трапециевидную форму и расположен в прибрежной зоне, в северо-восточной части парка Победы. С запада он вплотную прилегает к землям парка Победы, с юга – к территории сада банковской академии, с северо-востока граничит с землями гостиницы «Аквамарин», с востока – с автостоянкой и проезжей частью. Площадь озеленения в границах землеотвода, согласно технической документации, составляет 2802,60 м², за границей землеотвода – 2198,16 м².

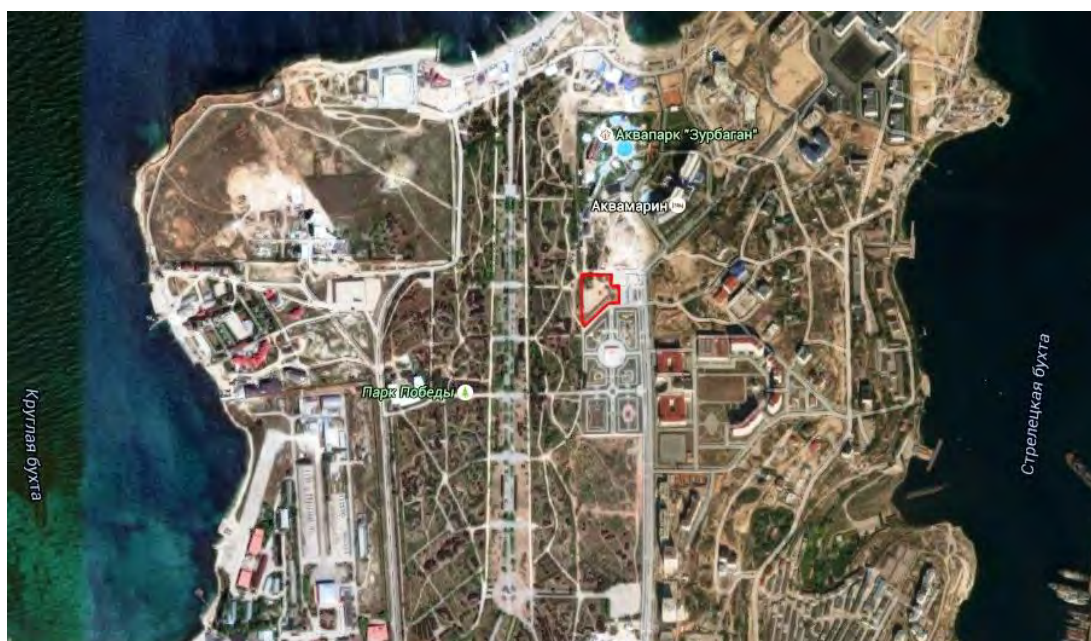


Рис. 2. Ситуационный план сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

Севастополь занимает Гераклеийский полуостров в юго-западной части Крыма и находится в 8-балльной зоне землетрясений [2]. Исследуемая территория расположена между Круглой и Стрелецкой бухтами на относительно стабильном участке Гераклеийского плато [3]. Согласно общепринятым геологическим представлениям, Гераклеийское плато сложено осадочными породами среднего и верхнего миоцена [13]. Территория сквера входит в район, сложенный ярко-желтыми оолитово-органогенными доломитизированными известняками Бессарабской свиты.

Согласно физико-географическому районированию Крымского полуострова, г. Севастополь расположен в Чернореченском районе предгорной лесостепной области Горного Крыма [14]. Рельеф местности в районе парка Победы, где планируется создание сквера 70-летия Великой Отечественной войны, равнинный.

Почва преимущественно дерново-карбонатная на продуктах выветривания известняков [4]. На значительной части участка наблюдается нарушение травянистого покрова и уплотнение почвы в результате антропогенной нагрузки и проведения строительных работ.

В климатическом отношении Крымский полуостров располагается в умеренном поясе, степной засушливой зоне, европейской области недостаточного увлажнения, причерноморской засушливой подобласти. Он выделяется в самостоятельную агроклиматическую провинцию, климат которой оценивается как засушливый, умеренно-жаркий, умеренно-континентальный [18]. Для Крыма характерно большое количество часов солнечного сияния, относительно мягкая зима, жаркое лето и дефицит атмосферной влаги практически на всей территории [1].

Разнообразие климатических условий полуострова отражено в его районировании. Севастополь входит в состав Западного предгорного (гераклеийского) агроклиматического района, климат которого характеризуется как очень засушливый с умеренно жарким летом и очень мягкой зимой [4]. Поскольку ассортимент для городского озеленения должен включать растения, устойчивые к экологическим условиям местности, прежде всего, климату, ниже приведены важнейшие климатические характеристики по данным метеостанции Севастополь [1].

Средняя годовая температура	+12,4 °С
Средняя температура самого холодного месяца – февраля.....	+3,4 °С
Средняя температура самого теплого месяца – июля.....	+23,1 °С
Абс. min t°(январь 2002 г.).....	-14 °С
Средний из абсолютный минимумов.....	-5,9 °С
Абс. max t° (июль 2001, 2002 г.).....	+36,0 °С
Средний из абсолютных максимумов.....	+31,4 °С
Среднегодовое количество осадков.....	472 мм
из них в теплый период (апрель – октябрь).....	272 мм

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) – 0,51; коэффициент увлажнения Иванова (Ку) – 0,40. Зима, как период с устойчивыми среднесуточными температурами ниже 0 °С, отсутствует. Несмотря на это, снежный покров с перерывами может лежать 13 дней. Один раз в 50 лет образуется устойчивый снежный покров, который лежит не менее 30 дней подряд.

Зимние ветры и вегетационные оттепели, которые наблюдаются в 50– 60 % зим, представляют опасность для экзотов. Поскольку сильные морозы после оттепелей бывают очень редко, то у растений умеренного пояса повреждений они не вызывают. Весенние заморозки прекращаются в конце марта; осенние появляются в третьей декаде ноября [4].

В целом, природные условия неблагоприятны для произрастания древесных форм из-за каменистых известковых грунтов, бесснежных зим с ветрами и резкими похолоданиями, засушливого лета [11].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явился ландшафтно-архитектурный объект и древесно-кустарниковые насаждения как один из основных его компонентов.

Обследование проводили в апреле 2015 г. С учетом общепринятых методик [9, 12] разработан паспорт объекта, который включает следующие характеристики: расположение, площадь, форма рельефа, почва, характеристика деревьев и кустарников.

При проведении инвентаризации обследовалось каждое растение, для которого отмечали:

1. Название вида (латинское, русское).
2. Высота (м).
3. Диаметр кроны (м).
4. Количество стволов (шт.).
5. Диаметр ствола на высоте 1,3 метра (м).
6. Общее состояние.

Общее состояние деревьев и кустарников определяли по шкале:

1 – «хорошее» – растения здоровые с правильной, хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;

2 – «удовлетворительное» – растения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.; кустарник без сорняков, но с наличием поросли;

3 – «неудовлетворительное» – древостой с неправильно и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями и ранениями, с зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни; кустарники с наличием поросли и отмерших частей, с сорняками.

Систематическое положение таксонов приведено в соответствии с классификацией цветковых растений APG III [20] по международной базе данных The Plantlist [21]. Для уточнения использовали «Флору европейской части СССР» и «Флору Восточной Европы» [17].

На основании выполненного анализа даны проектные предложения по созданию сквера 70-летия Великой Отечественной войны, включающие функциональное зонирование, объемно-пространственную и архитектурно-планировочную структуру с подбором ассортимента древесно-кустарниковых пород (рис. 3).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зеленые насаждения городов выполняют важные санитарно-гигиенические, декоративно-планировочные, средообразующие и рекреационные функции и включают три группы: общего и ограниченного пользования и специального назначения. Скверы как небольшие по площади озелененные участки относятся к системе насаждений общего пользования [19].

Поскольку проектируемый сквер находится в черте городской застройки, он предназначен для кратковременного отдыха, прогулок, встреч, транзитного движения пешеходов, тесной связи жителей прилегающих массивов с городским транспортом, а также имеет декоративное значение.

В классификации объектов ландшафтной архитектуры мемориальные скверы не приводятся как самостоятельная категория. Обычно рассматривают мемориальные парки (комплексы) [6, 7, 19]. На наш взгляд, возможно использование подразделения мемориальных парков по идейно-тематическому плану и для скверов. В соответствии с ним сквер 70-летия Великой Отечественной войны в Севастополе относится ко II-й категории – объектов, «...посвященных знаменательным историческим событиям (победы, освобождения, воссоединения, покорения космоса, юбилейные, дружбы и мира и т. п.)» [7: с. 446]. Этой категории полностью соответствует основной мотив создания сквера – мемориальная зона с памятным знаком, посвященным Героям Советского Союза, защищавшим и освобождавшим Севастополь.

Современное состояние зеленых насаждений. На территории, отведенной под сквер, отмечено 86 экземпляров деревьев и кустарников, из них – 85 деревьев и 1 кустарник, которые относятся к 10 видам из 7 семейств и 10 родов (табл. 1).

Наибольшее распространение по количеству видов имеют голосеменные растения (Pinophyta) – 84,8 %, представленные 5 видами семейств Сосновые и Кипарисовые. Доля покрытосеменных (Magnoliophyta) составила 15,1 %.

Ведущее место по количеству экземпляров принадлежит: *Pinus pallasiana* – 41 шт., *Juniperus oxycedrus* – 16 шт. и *Cupressus sempervirens* – 10 шт. В меньшем количестве представлены покрытосеменные – 13 шт. (5 семейств, 5 родов, 5 видов). Значительную долю среди лиственных растений составляют деревья *Pistacia atlantica* subsp. *mutica* и *Ailanthus altissima* (5,8 % и 4,6 %).

Среди них особую ценность представляют взрослые экземпляры *Pistacia atlantica* subsp. *mutica*, как особо охраняемого в России вида, предполагаемого к внесению в создаваемую Красную книгу Крыма. Фисташка туполистная относится к третичнореликтовым растениям, которые представляют ценность как банк уникального средиземноморского генофонда.

В современную редакцию Красной книги РФ входит и сосна крымская, которая не является редкой для Крымского полуострова, но в масштабах страны встречается на незначительной территории в Крыму и на Кавказе [10].

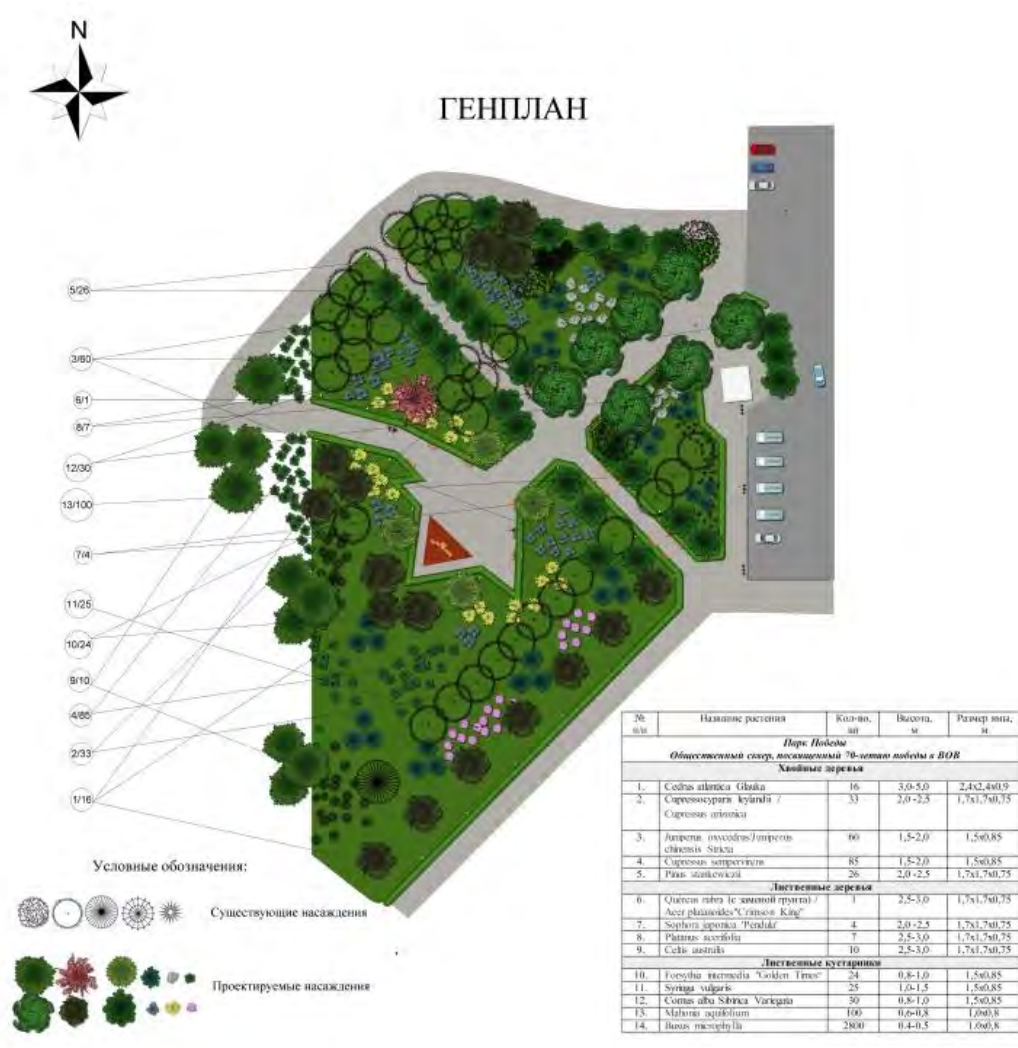


Рис. 3. Генеральный план сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

Возрастной анализ показал, что большая часть особей входит в 30–40-летнюю возрастную группу. В ходе экологического и фитосанитарного обследования установили, что 61,6 % деревьев имеют удовлетворительное состояние, 37,2 % – хорошее (табл. 2). Длительное отсутствие ухода за растениями, загущенность посадок, а также несвоевременное проведение санитарно-профилактических мероприятий сказались на их внешнем виде и состоянии.

При проведении проектных работ в основу положен принцип сохранения жизнеспособных насаждений. Поскольку растения довольно молодые и находятся в хорошем или удовлетворительном состоянии, то возможно их оздоровление путем проведения комплекса агротехнических мероприятий. В связи с этим деревьев, направляемых в ландшафтную или санитарную рубку, нет. Планировка участка проводилась с учетом существующих насаждений, которые вошли в групповые и аллеи посадки будущего сквера.

Расширение ассортимента планируется за счет высокодекоративных, экологически устойчивых в условиях Севастопольского региона древесно-кустарниковых пород: кедра атласского, кипариса аризонского, можжевельника колючего, кипариса вечнозеленого, сосны Станкевича, дуба красного или клена краснолистного, софоры японской ф. плакучей, каркаса южного, форзиции средней, сирени обыкновенной, дерена белого и магонии падуболистной.

Таблица 1

Таксономическая структура дендрофлоры участка, отведенного для создания сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

№ п/п	Вид	Ареал	Доля экземпляров от общего числа, %
Anacardiaceae			
1	Фисташка туполистная (<i>Pistacia atlantica</i> subsp. <i>mutica</i>) (Fisch/& C. A. Mey.) Rech. f.	Крым, Восточное и Южное Закавказье, Турция, Иран, греческие острова	5,8
Cupressaceae			
2	Кипарис вечнозеленый (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)	Средиземноморье, Иран	11,6
3	Плоскоцветочник восточный (<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco)	Восточная Азия	5,8
4	Можжевельник колючий (<i>Juniperus oxycedrus</i> L.)	Средиземноморье, Франция	18,6
Juglandaceae			
5	Орех грецкий (<i>Juglans regia</i> L.)	Евразия	2,3
Pinaceae			
6	Сосна крымская (<i>Pinus pallasiana</i> D. Don)	Кавказ, Средиземноморье	47,6
7	Кедр ливанский (<i>Cedrus libani</i> A. Rich)	горы Передней Азии	1,2
Platanaceae			
8	Платан западный (<i>Platanus occidentalis</i> L.)	Восточная часть США, Мексика	1,2
Rosaceae			
9	Лавровишня лекарственная (<i>Prunus laurocerasus</i> L.)	Евразия, Америка	1,2
Simaroubaceae			
10	Айлант высочайший (<i>Ailanthus altissima</i> Mill.)	Китай, Европа и Северная Америка, Северный Кавказ	4,6

Таблица 2

Экологическое состояние дендрофлоры участка, отведенного для создания сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

№ п/п	Вид	Общее состояние
1	Фисташка туполистная (<i>Pistacia atlantica</i> subsp. <i>mutica</i>) (Fisch/& C. A. Mey.) Rech. f.	хорошее
2	Кипарис вечнозеленый (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)	удовлетворительное
3	Плосковеточник восточный (<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco)	хорошее
4	Можжевельник колючий (<i>Juniperus oxycedrus</i> L.)	хорошее
5	Орех грецкий (<i>Juglans regia</i> L.)	удовлетворительное
6	Сосна крымская (<i>Pinus pallasiana</i> D. Don)	удовлетворительное
7	Кедр ливанский (<i>Cedrus libani</i> A. Rich)	хорошее
8	Платан западный (<i>Platanus occidentalis</i> L.)	удовлетворительное
9	Лавровишня лекарственная (<i>Prunus laurocerasus</i> L.)	хорошее
10	Айлант высочайший (<i>Ailanthus altissima</i> Mill.)	хорошее

Функциональное зонирование. На мемориальных объектах число функциональных зон должно быть ограничено, что обусловлено их основным назначением.

В данном случае особая эмоциональная атмосфера создается путем зонирования территории, с учетом неправильной, сложной конфигурации участка. Небольшая площадь сквера способствует детальной проработке функциональных зон для рационального движения посетителей по его территории. Всего выделено 4 зоны: въездная, хозяйственная, мемориальная, прогулок и тихого отдыха. Функциональное зонирование выполнено с учетом демонтажа забора, отделяющего сквер от парка Победы, таким образом, чтобы появился плавный переход между ними.

Въездная зона находится в восточной части сквера, где расположена автостоянка, кольцо транспортной развязки и автомобильная дорога. Вход для пешеходов, а также сообщение со смежными земельными участками осуществляется по пешеходным дорожкам.

Хозяйственная зона представлена существующим зданием ТП в восточной части территории. Там же планируется разместить площадку для мусорных баков и декорировать зелеными насаждениями.

Мемориальная зона расположена почти по центру сквера. Выразительность архитектурно-пространственной композиции сквера достигается выделением одного элемента ландшафта в качестве ведущего. Центральная площадь в виде сегмента звезды повторяет силуэт постамента стелы, которая в свою очередь является ведущим элементом композиции (рис. 3, 4). Памятный знак, выполненный из серого гранита, состоит из нескольких блоков, гармонично дополняющих друг друга.

В связи с тем, что для лучшего обзора любого предмета необходимо определенное расстояние, дорожки проложены таким образом, чтобы стела обозревалась с расстояния, равного двойной ее высоте.

Зона прогулок и тихого отдыха представлена главной аллеей и двумя второстепенными пешеходными дорожками, оборудованными местами для отдыха. Они все ведут к стеле, а также способствуют транзитному движению пешеходов в парк Победы, апартаменты «Акварин», на пляж и тесной связи с городским транспортом.

Объемно-пространственная структура территории. Существующая объемно-пространственная структура включает как открытые пространства, так и плотные насаждения.

Проект озеленения сквера предусматривает наличие открытых (15 %), полуоткрытых (25 %) и сомкнутых (закрытых) пространств (60 %) (рис. 3, 4). Последние преобладают, что связано с климатическими условиями Севастополя и вполне согласуется с рекомендациями по формированию оптимальной объемно-пространственной структуры объекта ландшафтной архитектуры, при которой на юге под лесные и парковые насаждения отводится 70–80 % территории [8].

Вдоль дорожек планируются рядовые посадки крупномерных деревьев, которые быстро создадут густую тень в местах отдыха в летний период (рис. 3, 4). Таким образом, настоящий сквер относится к закрытому, преимущественно изолированному от городского окружения типу [7].

Открытые участки представлены небольшими полянами с видовыми композициями, примыкающими к местам отдыха и, непосредственно, площадью мемориальной зоны.

Полуоткрытые пространства планируется создать групповыми посадками, визуально отделяющими сквер от прилегающей территории парка Победы, сада банковской академии, апарт-отелей «Аквамарина» и автостоянки. Цель обрамляющих кулисных посадок заключается в привлечении внимания зрителя к видовым композиционным посадкам открытых участков. С помощью плотной полосы растений по периметру эта зона должна также обеспечить защиту от вредного воздействия газов, шума и создать наиболее комфортные условия для пребывания посетителей.

Архитектурно-планировочная структура территории. В основу ландшафтной организации современных мемориальных комплексов положены принципы художественного формирования пространства. Зеленые насаждения вместе с элементами инженерного благоустройства формируют неповторимый образ мемориала, обеспечивая его гармоническое включение в ландшафт окружающей территории [6, 7].



Рис. 4. Объемно-пространственная модель сквера 70-летия Великой Отечественной войны

Рекомендуемый баланс территории скверов варьирует в зависимости от их расположения и основного назначения. В наибольшей степени это касается площади отводимой под древесно-кустарниковые насаждения с газонами – 65–85 % и под дорожки и площадки – 10–32 %. Малые архитектурные формы и цветники занимают 1–3 % территории [5, 7, 16, 19].

Во многих изданиях по ландшафтной архитектуре и озеленению населенных мест рекомендуется плотность посадки для городских скверов 100–120 деревьев и 1000–1200 кустарников на 1 га [5, 7, 16, 19]. Согласно «Правилам создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации» (МДС 13-5.2000) [15] она значительно выше, составляя 380–410 деревьев и 1600–1680 кустарников для степной зоны Европейской части России и 300–330 и 1200–1320 (соответственно) для лесостепной.

Проектом предусмотрена посадка 242 деревьев, 179 кустарников в группах и 2800 экз. самшита в живой изгороди. Вместе с имеющимися общее количество деревьев составит 327 шт., кустарников (вместе с живой изгородью) – 2980 шт. Плотность посадки завышена по сравнению с нормативами для достижения быстрого декоративного эффекта и формирования теневой зоны, что имеет большое значение в южном городе, в особенности в районе парка Победы с обилием открытых прогреваемых солнцем пространств. Трехкратное превышение нормы посадки для кустарников обусловлено созданием плотного бордюра для оконтуривания дорожек сквера.

Архитектурно-планировочное решение сквера имеет более простую, чем в парке, структуру, меньший ассортимент растений, однако требует детальной проработки деталей рельефа и элементов благоустройства.

Главная аллея, идущая с северо-востока на юго-запад, создает основную ось сквера, которая соединяет входную зону с мемориальной. Учитывая размеры озеленяемой территории, назначение и загруженность при транзитном следовании посетителей, рекомендованная ширина должна составлять от 6 до 8 метров (рис. 5).

Второстепенные дорожки расположены с северо-запада на юго-восток параллельно. Они обеспечивают проход к стеле и транзитное движение пешеходов из парка Победы к транспорту и в обратном направлении. Ширину второстепенных аллей рекомендуется принимать 3–4 м.

Основными породами для создания рядовых аллеиных посадок служат сосна Станкевича и платан кленолистный. По своей конструкции аллеи прямолинейные закрытого типа.



Рис. 5. Главная аллея сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

Предусмотрено устройство живых изгородей из самшита мелколистного высотой 0,5–0,6 м, чтобы подчеркнуть строгие геометрические линии мемориального сквера. Плотность посадки растений в ряду – не менее 7 штук на погонный метр.

Открытые пространства приурочены в основном к мемориальной зоне, чтобы выгодно подчеркнуть стелу. Это небольшие поляны с групповыми посадками форзиции средней (рис. 6). Учитывая, что в мемориальных парках растения несут смысловую нагрузку, чтобы сделать упор на траурные ноты и скорбь, планируется высадка четырех плакучих форм софоры японской и одного пурпуристого солитерного дерева дуба или клена краснолистного (рис. 7).

При создании полуоткрытых зон использовался достаточно широкий ассортимент деревьев и кустарников. Чтобы не допустить пестроты, что в данном месте абсолютно не уместно, сочетали разные по структуре группы и повторяли их в пределах одного участка (рис. 4). Композиции выстраивались на зрительном равновесии и контрасте объемов различной величины с прилегающей горизонтальной плоскостью. Свободную от растений площадь рекомендуем застелить рулонным газоном (теневого типа). Газон, являясь важным элементом декоративного оформления, придает участку законченный вид, как фон для общей картины восприятия.

Места для отдыха выполнены с таким расчетом, чтобы перед ними открывались перспективы на окружающие видовые композиции.

Озеленение хозяйственной зоны решено так, чтобы ТП была закрыта с трех сторон крупномерными растениями, образующими зеленый каркас вокруг нее. Деревья визуально продлевают главную ось сквера, уводя взгляд пешеходов к памятному знаку. Доступ для обслуживания осуществляется только со стороны автостоянки.

ВЫВОДЫ

1. Зеленые насаждения на территории, отведенной под создание сквера 70-летия Великой Отечественной войны, представлены 10-ю видами хвойных и лиственных пород. После осуществления комплекса агротехнических мероприятий они могут быть включены в структуру сквера. Назначений в рубку нет.



Рис. 6. Мемориальная зона сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе



Рис. 7. Использование символических деревьев в планировке сквера 70-летия Великой Отечественной войны в г. Севастополе

2. Предложенное функциональное зонирование, объемно-пространственная и архитектурно-планировочная структура сквера соответствуют принципам создания мемориальных объектов ландшафтной архитектуры и отвечают климатическим условиям юга России.

3. Следует сформировать новые древесно-кустарниковые композиции, включающие имеющиеся аборигенные виды с внедрением новых пород при учете оздоровительных, эстетических и эксплуатационных качеств посадочного материала.

4. Уделить внимание созданию газонов в связи с повреждением травяного покрова и присутствию на участке сорных трав, т. к. газон является важным элементом декоративного оформления, придавая объекту ландшафтной архитектуры законченный вид.

5. При проведении строительных и озеленительных работ необходимо сохранить ценные возрастные экземпляры деревьев.

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства образования и науки РФ № 2015/701-5 по теме: «Биоэкологические особенности интродуцированных и местных видов растений в условиях культуры в Предгорном Крыму» при поддержке гранта РФФИ № 15-29-02596 «Биоэкологические основы оптимизации состава и структуры парковых сообществ».

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Автономной республике Крым (1986–2005 гг.). – Симферополь: Таврида, 2011. – 343 с.
2. Багров Н. В., Вахрушев Б. А., Карпенко С. А. Атлас Автономной Республики Крым. – Киев – Симферополь: 2004. – 78 с.
3. Борисенко Л. С. Анализ тектонической активности территории Южного берега Крыма в связи с прогнозом землетрясений в Крымской сейсмогенной зоне / Л. С. Борисенко, Г. Н. Бугаевский, П. С. Кармазин, Э. П. Тихоненко // Геол. журн. – 1980. – Т. 40. – № 4. – С. 49–55.
4. Важов В. И. Агроклиматическое районирование Крыма / В. И. Важов // Труды Никит. ботан. сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.
5. Вергунов А. П., Денисов М. Ф., Ожегов С. С. Ландшафтное проектирование М.: Высшая школа, 1991. – 235 с.
6. Горохов В. А. Городское зеленое строительство. – М.: Стройиздат, 1991. – 416 с.

7. Горохов В. А. Зеленая природа города. В 2-х томах. – М.: Архитектура-С, 2012. – 528 с.
8. Гостев В. Ф., Юскевич Н. Н. Проектирование садов и парков. – М.: Стройиздат, 1991. – 340 с.
9. Использование растений в экологическом мониторинге городов: Учебное пособие. – Псков, 2001. – 32 с.
10. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
11. Максимов А. П. Парковый дендроассортимент Севастопольской зоны (Крым) / А. П. Максимов, Л. Н. Слизик-Маслова // Старинные парки и ботанические сады – научные центры сохранения биоразнообразия растений и охраны историко-культурного наследия. Материалы межд. науч. конф. – Умань, 2011. – С. 233–234.
12. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. – Москва, 1997. – 14 с.
13. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крыма. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – 207 с.
14. Подгородецкий П. Д. Крым. Природа. Справочное изд. – Симферополь: Таврия, 1988. – 192 с.
15. Правила создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации (МДС 13-5.2000). – 25 с.
16. Теодоронский В. С., Боговая И. О. Объекты ландшафтной архитектуры. – М.: МГУЛ, 2003. – 300 с.
17. Флора европейской части СССР: в 11 т. – Т. I. / Отв. ред. Ан. А. Федоров. – Л.: Наука, Лен. отд., 1974. – 404 с.; Т. III. / Отв. ред. Ан. А. Федоров. Ред. тома Ю. Л. Меницкий. – Л.: Наука, 1978. – 259 с.; Т. V. / Отв. ред. Ан. А. Федоров. Ред. тома Р. В. Камелин. – Л.: Наука, 1981. – 380 с.; Т. IX. Флора Восточной Европы / Отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелев. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 456 с.; Т. X. Флора Восточной Европы / Отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелев. – СПб.: Мир и семья; Изд-во СПХФА, 2001. – 670 с.; Т. XI. Флора Восточной Европы / Отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелев. – М.; СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 536 с.
18. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР / Д. И. Шашко – М.: Колос, 1967. – 336 с.
19. Юскевич Н. Н., Лунц Л. Б. Озеленение городов России. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 158 с.
20. The Angiosperm Phylogeny. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2009. – V. 161, Iss. 2. – P. 105–202.
21. The Plant List, 2013. Version 1.1; URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 20.04.2015).

Repetskaya A. I., Parfenova I. A. The small city garden names after the 70th anniversary of the Great Patriotic War (Sevastopol): current state and project proposal // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 41–52.

The assessment of the current state of the public garden in honor of the 70-th anniversary of the Great Patriotic War in Sevastopol was carried out. The taxonomic composition and ecological condition of the existing green space were analyzed. Project proposals of the memorial public garden creation with use of Sevastopol perspective assortment of decorative trees and shrubs were made.

Key words: green space, dendroflora, memorial landscape object, public garden, Sevastopol.

Поступила в редакцию 07.12.2015 г.

УДК 712(477.91-2С)

**ПАРК-ПАМЯТНИК САДОВО-ПАРКОВОГО ИСКУССТВА
МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ САНАТОРИЯ «СОКОЛ»
(СУДАК, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КРЫМ)**

Потапенко И. Л.¹, Летухова В. Ю.¹, Клименко Н. И.²

¹Государственное бюджетное учреждение науки и охраны природы Республики Крым «Карадагский природный заповедник», Феодосия, ira_rotarenko@mail.ru

²Государственное бюджетное учреждение науки и охраны природы Республики Крым «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр», Ялта, Klymenko.gnbs@mail.ru

Приводятся результаты дендрологической инвентаризации парка санатория «Сокол» в г. Судак (Юго-Восточный Крым). В составе дендрофлоры отмечено 66 видов и 6 декоративных форм, относящихся к 54 родам из 32 семейств. Проанализирована таксономическая структура и ботанико-географическое распространение данных видов. Приводятся результаты изучения состава жизненных форм, частоты встречаемости и состояния культивируемых здесь древесных растений. Даны рекомендации по расширению их ассортимента с учетом местных климатических условий.

Ключевые слова: парк-памятник «Сокол», состав дендрофлоры, Юго-Восточный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из задач современного развития Крыма является превращение его в здравницу круглогодичного функционирования, для чего здесь имеются все необходимые ресурсы. В связи с этим восстанавливается работа крымских санаториев, домов отдыха, детских оздоровительных центров (бывшие пионерлагеря) и т.п. Как известно, одной из важных составляющих привлекательности того или иного объекта рекреации является наличие у него парковой зоны. Зеленые насаждения создают в ней благоприятную среду для отдыха и лечения людей. Правильное содержание и реконструкция (при необходимости) парков и иных зеленых зон, а также создание новых требуют всестороннего изучения (в том числе, в историческом аспекте) уже существующих. Научно обоснованный подбор ассортимента декоративных деревьев и кустарников позволит создавать устойчивые и высоко декоративные культурфитоценозы.

Район Юго-Восточного Крыма с начала прошлого века интенсивно осваивается как рекреационная зона. Одним из самых известных курортных мест данного региона является город Судак, который расположен в Судакской котловине – древней долине реки Таракташ. Популярность Судака связана с выгодным географическим положением, уникальной красотой окружающих ландшафтов, своеобразным микроклиматом, теплым морем, просторными пляжами. В городе функционируют пансионаты, здравницы, дома отдыха, многие из которых имеют хорошо организованные территории с зелеными насаждениями. В Судаке находятся два парка-памятника садово-паркового искусства местного значения: туристическо-оздоровительного комплекса «Судак», который обследовался нами ранее [9], и санатория «Сокол» Министерства внутренних дел РФ.

Целью настоящей работы является определение видового и формового разнообразия дендрофлоры парка санатория «Сокол», проведение ее таксономического и ботанико-географического анализа, а также оценка состояния деревьев и кустарников в парке для разработки мероприятий по оптимизации всего паркового комплекса. Предложенные в данной работе мероприятия, а также ассортимент декоративных деревьев и кустарников могут быть использованы и для других парков и зеленых насаждений Судака.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследование парка санатория «Сокол» проводилось нами осенью 2014 г. и летом 2015 г. При этом определялся вид (форма) древесного растения, количество экземпляров, примерный возраст, состояние. Для определения таксономического состава интродуцированной дендрофлоры были использованы справочники по декоративным древесным породам [6, 7]. Систематическое положение, объем и номенклатура таксонов приняты по С. К. Черепанову [1]. Возраст определялся исходя из общего габитуса растения, а в некоторых случаях – по дате посадки, которая уточнялась у сотрудников санатория. Состояние древесных растений оценивалось по следующим параметрам: хорошее (хор) – растения здоровые, нормально развиты; листва (хвоя) густая, равномерно размещена на ветвях; листья (хвоя) нормального размера и окраски; отсутствуют (или очень мало) сухие и засыхающие ветви, повреждения ствола и скелетных ветвей; нет признаков болезней и вредителей. Удовлетворительное (уд) – растения с признаками замедленного роста, часто искривленной кроной; на ветвях мало листьев (хвои) или они изменили окраску (до наступления периода осеннего расцветивания листьев); есть сухие и засыхающие ветви, дупла, механические повреждения ствола; отмечено наличие болезней и вредителей. Для определения частоты встречаемости того или иного вида (формы) приняты следующие условные градации: ед – вид (форма) представлен единичными растениями (до 10); дес – в парке отмечены десятки (до сотни) представителей данного вида (формы). Для *Hedera helix* L., количество экземпляров которого сосчитать невозможно, мы отмечаем только присутствие данного вида буквой «п».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Санаторий «Сокол» расположен в юго-западной части г. Судака в зоне историко-краеведческого заповедника Генуэзской (Судакской) крепости – уникального памятника архитектуры X–XVIII вв. Комплекс сооружений крепости – башни, крепостные стены, ворота – хорошо просматриваются с территории санатория и являются его неотъемлемой визуальной частью.

История санатория «Сокол» началась с создания пансионата на восемь мест на базе национализированных частных дач после издания В. И. Лениным декрета от 21 декабря 1921 г. «Об использовании Крыма для лечения трудящихся», когда полуостров начал превращаться во всесоюзную здравницу. Сразу после окончания Великой отечественной войны, уже в 1945 г., пансионат принял первых 25 отдыхающих. В 1948 году он становится домом отдыха, а с 1988 – санаторием, рассчитанным на 205 мест. Как санаторий «Сокол» специализировался на пульмонологии, лечении дыхательных путей. Здесь были ингаляторий, водолечебница, массажный, функционально-диагностический и др. кабинеты. На территории санатория функционировали хорошо оборудованные спортивные площадки, зимний спортзал, а также солярий, азарий и климатопавильон на берегу моря [3]. Формирование парка проходило в несколько этапов. В начале XX в. декоративные и плодовые культуры окружали существовавшие в то время усадьбы. С 1924 г., т.е. со времени образования дома отдыха, формируется единый парковый массив, включающий как старые посадки деревьев и кустарников, так и новые. Создается центральная аллея, оформляются основные парковые куртины, складывается современная дорожно-тропиночная сеть. Наиболее интенсивное развитие парка относится к послевоенному периоду, когда были высажены многочисленные саженцы декоративных древесных растений, привезенные из питомника Приморского отделения Никитского ботанического сада (п. Партенит) [3, 11]. По сведениям сотрудников санатория, большое внимание парку уделялось и в 70–90-е гг. прошлого века. В 2000 г. парк санатория «Сокол» был включен в природно-заповедный фонд Украины как парк-памятник садово-паркового искусства местного значения. Его площадь составляет примерно 3 га.

Древесная флора современного парка представлена исключительно культурными насаждениями – 73 вида и формы (табл. 1).

Таблица 1

Деревья и кустарники парка санатория «Сокол»

Вид	Семейство	Происхождение	Жизненная форма	Состояние	Частота встречаемости
1. <i>Abies numidica</i> De Lannoy	Pinaceae	Ср	хв. дерево	хор	Ед
2. <i>Acer negundo</i> L.	Aceraceae	Цб, АС	лист. дерево	уд	Ед
3. <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Hippocastanaceae	Ср	лист. дерево	уд	Дес
4. <i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	Mimosaceae	ИТ	лист. дерево	хор	Ед
5. <i>Amygdalus communis</i> L.	Rosaceae	ИТ	лист. дерево	хор	Ед
6. <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Rosaceae	ИТ	лист. дерево	хор	Ед
7. <i>Berberis vulgaris</i> `Atropurpurea`	Berberidaceae	форма	лист. куст.	хор	Ед
8. <i>Buxus balearica</i> Lam.	Buxaceae	Ср	в/з куст.	хор	Ед
9. <i>B. sempervirens</i> L.	Buxaceae	Ср	в/з куст.	уд	Дес
10. <i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	Pinaceae	Ср	хв. дерево	хор	Дес
11. <i>C. a.</i> `Glauca`	Pinaceae	форма	хв. дерево	хор	Ед
12. <i>C. deodara</i> (D.Don) G.Don f.	Pinaceae	ИТ	хв. дерево	хор	Ед
13. <i>C. libani</i> A.Rich.	Pinaceae	Ср	хв. дерево	хор	Ед
14. <i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	ВА	лист. куст.	хор	Ед
15. <i>Cotoneaster salicifolius</i> Franchet	Rosaceae	ИТ	в/з куст.	хор	Ед
16. <i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cupressaceae	АС, М	хв. дерево	хор	Дес
17. <i>C. a.</i> var. <i>glabra</i> (Sudw.) Little	Cupressaceae	М	хв. дерево	хор	Ед
18. <i>C. sempervirens</i> L.	Cupressaceae	Ср.	хв. дерево	хор	дес.
19. <i>C. s.</i> `Horizontalis`	Cupressaceae	форма	хв. дерево	хор	Дес
20. <i>C. s.</i> `Pyramidalis`	Cupressaceae	форма	хв. дерево	хор	Дес
21. <i>C. torulosa</i> D. Don	Cupressaceae	ИТ	хв. дерево	хор	Ед
22. <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae	Ср, ИТ	лист. дерево	хор	Ед
23. <i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Zabel	Oleaceae	гибрид	лист. куст.	хор	Дес
24. <i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	Ср; А	в/з лиана	хор	П
25. <i>Hibiscus syriacus</i> L.	Malvaceae	ИТ	лист. куст.	хор	Дес
26. <i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	Oleaceae	ВА	лист. куст.	хор	Ед
27. <i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Cupressaceae	Ср; А	хв. дерево	хор	Ед
28. <i>J. excelsa</i> Bieb.	Cupressaceae	Ср; А	хв. дерево	хор	Ед

Продолжение табл. 1

Вид	Семейство	Происхождение	Жизненная форма	Состояние	Частота встречаемости
29. <i>J. sabina</i> L.	Cupressaceae	Цб, Ср, ИТ; А	хв. куст.	хор	Ед
30. <i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Sapindaceae	ВА	лист. дерево	Хор	Ед
31. <i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Fabaceae	Цб	лист. куст.	Уд	ед
32. <i>Laurocerasus officinalis</i> M.Roem.	Rosaceae	Ср	в/з куст.	Хор	ед
33. <i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Oleaceae	ВА	в/з куст.	Хор	дес
34. <i>L. vulgare</i> L.	Oleaceae	Цб, Ср; А	полув/з куст.	Хор	Дес
35. <i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Caprifoliaceae	ВА	в/з лиана	Хор	Ед
36. <i>L. fragrantissima</i> Lindl. et Paxt.	Caprifoliaceae	ВА	в/з куст.	Хор	Дес
37. <i>Lycium barbarum</i> L.	Solanaceae	Ср, ИТ	лист. куст.	Хор	дес.
38. <i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K.Schneid.	Moraceae	АС	лист. дерево	Хор	Ед
39. <i>Malus domestica</i> Borkh.	Rosaceae	Не известно	лист. дерево	Хор	Ед
40. <i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	ВА	лист. дерево	Хор	Ед
41. <i>Morus alba</i> L.	Moraceae	ВА, ИТ	лист. дерево	Хор	Ед
42. <i>Nerium oleander</i> L.	Апосынсеее	Ср	в/з куст.	Хор	Ед
43. <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Vitaceae	АС	лист. лиана	хор	Ед
44. <i>P. tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch. f. <i>veitchii</i> (Graebn.) Rehd.	Vitaceae	форма	лист. лиана	хор	Ед
45. <i>Philadelphus coronarius</i> L.	Hydrangeaceae	Ср	лист. куст.	хор	Дес
46. <i>Pinus brutia</i> Ten var. <i>pityusa</i> (= <i>Pinus pityusa</i> Steven var. <i>stankewiczii</i> Sukacz.)	Pinaceae	Ср; А	хв. дерево	хор	Дес
47. <i>Platanus × hispanica</i> Mill. ex Muenckh.	Platanaceae	гибрид	лист. дерево	хор	Ед
48. <i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Cupressaceae	ВА	хв. дерево	хор	Дес
49. <i>P. o. 'Aurea'</i>	Cupressaceae	форма	хв. дерево	хор	Ед
50. <i>Populus bolleana</i> Lauche	Salicaceae	ИТ	лист. лиана	уд	Дес
51. <i>P. italica</i> (Du Roi) Moench	Salicaceae	ИТ	лист. дерево	уд	Ед
52. <i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	Rosaceae	Ср, ИТ	лист. дерево	хор	Ед
53. <i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	ИТ	лист. дерево	хор	Ед
54. <i>Pyracantha coccinea</i> (L.) M.Roem.	Rosaceae	Ср	полув/з куст.	хор	Ед
55. <i>Quercus castanifolia</i> C. A. M.	Fagaceae	ИТ	лист. дерево	хор	Ед

Продолжение табл. 1

Вид	Семейство	Происхождение	Жизненная форма	Состояние	Частота встречаемости
56. <i>Qu. pubescens</i> Willd.	Fagaceae	Ср; А	лист. дерево	хор	Ед
57. <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	АС	лист. дерево	уд	Ед
58. <i>Rosa</i> sp.sp.	Rosaceae	формы, сорта	лист. куст.	хор	Дес
59. <i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae	ИТ	лист. дерево	уд	Ед
60. <i>Sophora japonica</i> L.	Fabaceae	ВА	лист. дерево	уд	Ед
61. <i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Ср	лист. куст.	хор	Дес
62. <i>Spiraea</i> × <i>vanhouttei</i> (Briot) Zabel	Rosaceae	гибрид	лист. куст.	хор	Дес
63. <i>Syringa vulgaris</i> L.	Oleaceae	Ср	лист. куст.	хор	Дес
64. <i>Tamarix tetrandra</i> Pall. ex M.Bieb.	Tamaricaceae	Ср; А	лист. куст.	хор	Ед
65. <i>Taxus baccata</i> L.	Taxaceae	Цб, Ср	хв. дерево	хор	Ед
66. <i>Tilia dasystyla</i> Steven	Tiliaceae	Ср; А	лист. дерево	хор	Ед
67. <i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H. Wendl.	Palmaceae	ВА	пальма	хор	Ед
68. <i>Ulmus pumila</i> L.	Ulmaceae	Цб, ВА, ИТ	лист. дерево	хор	Дес
69. <i>Viburnum tinus</i> L.	Viburnaceae	Ср	в/з куст.	хор	Дес
70. <i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	Fabaceae	ВА	лист. лиана	хор	Ед
71. <i>Yucca aloifolia</i> L.	Agavaceae	АС, Ка	юкка	хор	Ед
72. <i>Y. filamentosa</i> L.	Agavaceae	АС	юкка	хор	Ед
73. <i>Y. recurvifolia</i> Salisb.	Agavaceae	АС, М	юкка	хор	Ед

Примечание к таблице. А – аборигенный вид, АС – Атлантическо-Североамериканская флористическая область, ВА – Восточноазиатская область, ИТ – Ирано-Туранская область, М – Мадранская (Сонорская) область, Ка – Карибская область, ОСг – Область Скалистых гор, Ср – Средиземноморская область, Цб – Циркумбореальная область; в/з лист. дерево – вечнозеленое лиственное дерево, в/з лист. куст. – вечнозеленый лиственный кустарник, в/з лиана – вечнозеленая лиана, лист. дерево – листопадное лиственное дерево, лист. куст. – листопадный лиственный кустарник, лист. лиана – листопадная лиственная лиана, опунция – суккулентно-стеблевой безлиственный кустарник (опунция), пальма – неветвящееся розеточное дерево (пальма), полув/з куст. – полувечнозеленый кустарник, хв. дерево – хвойное дерево, хв. куст. – хвойный кустарник, юкка – ветвящееся розеточное дерево (юкка).

Дендрофлора парка представлена 32 семействами, включающими 54 рода, к которым относятся 66 видов деревьев и кустарников. Наиболее представлены в видовом отношении следующие семейства: Rosaceae – 9 (13,6 %) видов, Cupressaceae – 8 (12,1 %) видов, Pinaceae – 5 (7,6 %) видов. Все остальные семейства включают по 1–3 вида. Формовое разнообразие незначительное – 6 культиваров и различные сорта роз, которые в данной работе нами не рассматриваются.

Наибольшее число видов происходят из Средиземноморской (21, или 31,8 %), Ирано-Туранской (12, или 18,2 %) и Восточно-Азиатской (10, или 15,2 %) флористических областей. Большое значение имеют виды, широко распространенные по территории

нескольких флористических областей, которые хорошо адаптированы к условиям региона: *Elaeagnus angustifolia*, *Juniperus sabina*, *Morus alba*, *Ulmus pumila* и др. Участков местной древесно-кустарниковой растительности на территории парка нет, хотя произрастают отдельные представители аборигенной крымской флоры, такие как: *Juniperus excelsa*, *J. oxycedrus*, *J. sabina*, *Ligustrum vulgare*, *Pinus brutia* Ten var. *pityusa*, *Tamarix tetrandra*, *Taxus baccata*, *Tilia dasystyla*, *Hedera helix*. Они составляют лишь 13,6% от видового состава дендрофлоры парка.

Более всего в парке санатория листопадных деревьев – 22 (30,1 %) вида, и хвойных деревьев – 17 (23,3 %) видов и форм. Кустарники представлены меньшим количеством видов и форм: листопадные – 13 (17,8 %), вечнозеленые – 8 (11,0 %), полувечнозеленые – 2 (2,7 %). Лианы, используемые для вертикального озеленения, достаточно традиционны: *Lonicera japonica*, *Parthenocissus quinquefolia*, *P. tricuspidata* f. *veitchii*, *Wisteria sinensis*. В качестве почвопокровного растения использован *Hedera helix*. Очень украшают пейзаж парка такие растения, как юкки (*Yucca* L.). Кроме высоких декоративных качеств, они экологически соответствуют данному региону – легко переносят засуху и не повреждаются морозами.

Количественный состав древесных растений парка следующий: более всего (около сотни экз.) здесь тополей, туй, вязов и кипарисов. Большинство видов (49, или 67,1%) представлено единичными экземплярами. Необходимо отметить наличие произведенных недавно молодых посадок: *Cedrus atlantica*, *Cupressus sempervirens*, а также *Trachycarpus fortunei* и *Nerium oleander*, как отмечалось выше.

Все растения находятся в хорошем (87,7 %) и удовлетворительном (12,3 %) состоянии. Удовлетворительное состояние (суховершинят, есть сухие ветви, незначительное поражение вредителями и болезнями и т.п.) отмечено для следующих растений: *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Buxus sempervirens*, *Laburnum anagyroides*, *Populus bolleana*, *P. italica*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix babylonica*, *Sophora japonica*. В последние годы в зеленых насаждениях региона наблюдается повсеместное поражение *Buxus sempervirens* болезнями и вредителями, а также *Aesculus hippocastanum* каштановой молью (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, 1926). Единственный экземпляр *Laburnum anagyroides* находится в угнетенном состоянии. Следует отметить, что бобовник повсеместно в зеленых насаждениях Юго-Восточного Крыма страдает от засухи, теряя декоративность. Также страдают от засухи деревья *Acer negundo*. Последние два вида мы не рекомендуем для данного парка и региона в целом. Такие деревья, как *Populus bolleana*, *P. italica*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix babylonica*, *Sophora japonica* требуют здесь санитарной и формирующей обрезки, удаления сухих веток и т.п.

Также необходимо отметить, что *Trachycarpus fortunei* и *Nerium oleander* представлены в парке исключительно молодыми растениями. По сведениям сотрудников санатория, взрослые трахикарпусы вымерзли в холодные зимы, которые периодически наблюдаются в этой части Крыма. То же самое относится, вероятнее всего, и к олеандромам.

Следуя Л. И. Рубцову (1956), парк – это синтез природы и искусства, где используется, обогащается и раскрывается богатство природных условий для наиболее полного удовлетворения потребностей человека. Основу парковых фитоценозов, по его мнению, должны составлять аборигенные эдификаторные виды растений. Декоративные древесные растения крымской флоры, особенно вечнозеленые, могут широко привлекаться в зеленое строительство: сосны (*Pinus brutia* Ten var. *pityusa*, *P. pallasiana* D. Don), можжевельники (*Juniperus deltoids*, *J. excelsa*, *J. sabina*), дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.), земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne* L.), тисс ягодный (*Taxus baccata* L.), витекс священный (*Vitex angus-castus* L.) и др. Кроме того, аборигенная растительность, окружающая тот или иной парк, может входить в него отдельными компонентами или целыми массивами, а главное, может выступать основой его композиции. В данном случае, как уже отмечалось выше, такого явления мы не наблюдаем. Поэтому вполне целесообразно обогатить древесную флору парка местными видами [8].

Поскольку композиционная структура парка сложилась довольно давно, введение в нее деревьев – довольно сложный процесс. Но в современном арсенале озеленителей – большой выбор высоко декоративных кустарников, которые украсят парк во все времена года. Это, прежде всего – красивоцветущие растения с различной окраской, формой и величиной цветков, с разными сроками и длительностью цветения из родов: *Cotoneaster* Medik., *Deutzia* Thunb., *Spireae* L., *Weigela* Thunb. и т.п. Большое значение имеют вечнозеленые лиственные кустарники. В настоящее время наиболее широкое распространение в озеленении южнобережных населенных пунктов, объектов рекреации и частных усадеб получили растения, относящиеся к следующим родам: *Aucuba* Thunb., *Berberis* L., *Buxus* L., *Cotoneaster* Medik., *Euonymus* L., *Laurocerasus* M.Roem., *Ligustrum* L., *Lonicera* L. и др. [5]. Специалистами Никитского ботанического сада разработан ассортимент древесных растений с красивыми плодами и декоративной осенней окраской листвы, и даны рекомендации по их использованию в зеленом строительстве [4]. Особое место в Крыму занимают садовые розы. Их различные виды, формы и сорта становятся настоящим украшением любого крымского парка.

Недостаточно в санатории используются приемы вертикального озеленения. Кроме высокого эстетического эффекта, вертикальное озеленение играет большую защитную роль, предохраняя здания и сооружения от влияния солнечных лучей и осадков. Наряду с декоративными древесными лианами здесь может быть использован широкий спектр цветочных растений. Лианы незаменимы и в тех случаях, когда нет достаточного места для посадки деревьев и кустарников или необходимо задекорировать арки, перголы, беседки, балконы. Для вертикального озеленения здесь подходят наиболее засухоустойчивые виды р. *Lonicera* L., плетистые и вьющиеся розы, а также виды и сорта р. *Clematis* L., которые очень перспективны для данного региона. Наряду с крупноцветными клематисами, довольно часто используемые, особенно на приусадебных участках, необходимо обратить внимание на средне- и мелкоцветные виды клематисов, которые более пригодны для озеленения общественных мест: они менее прихотливы к условиям посадки и ухода [2].

Все разработанные специалистами и приведенные выше ассортименты и рекомендации применимы как для парка санатория «Сокол», так и для других рекреационных объектов Судака. Необходимо отметить, что для более эффективного проведения озеленительных работ в данном парке, а также в других объектах зеленого строительства необходимо привлекать для консультаций соответствующих специалистов, работающих в различных учреждениях Крыма: Никитском ботаническом саду, Ботаническом саду Таврического федерального университета и т.п.

ВЫВОДЫ

1. В составе дендрофлоры парка санатория «Сокол» выявлено 66 видов и 6 декоративных форм древесных растений, относящихся к 54 родам из 32 семейств.

2. Наибольшее число видов происходят из Средиземноморской (31,8 %), Ирано-Туранской (18,2 %) и Восточно-Азиатской (15,2 %) флористических областей. Виды аборигенной крымской флоры составляют лишь 13,6 % от видового состава деревьев и кустарников парка.

3. Более всего в парке санатория листопадных (30,1 %) и хвойных (23,3 %) деревьев. Кустарники представлены меньшим количеством видов и форм: листопадные – 17,8 %, вечнозеленые – 11,0 %, полувечнозеленые – 2,7 %.

4. В настоящее время в парке санатория целесообразно провести санитарную и формирующую обрезку деревьев и кустарников. Также возможно увеличение видового и формового разнообразия ассортимента за счет привлечения перспективных для данного региона древесных растений.

Список литературы

1. Czerepanov S. K. / S. K. Czerepanov // Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). – Cambridge University Press, 1995. – 516 p.
2. Бескаравайная М. А. Клематисы – лианы будущего / М. А. Бескаравайная. – Воронеж: Кварта, 1998. – 176 с.
3. Бирюков А. А. Судак – земля обетованная / А. А. Бирюков, Б. К. Иванов. – Симферополь: Облполиграфиздат, 1990. – 24 с.
4. Галушко Р. В. Древесные растения с красивыми плодами и листьями в декоративном садоводстве / Р. В. Галушко, В. М. Кузнецова, М. В. Ежов. – Киев: Аграрна наука, 2005. – 40 с.
5. Герасимчук В. Н. История интродукции вечнозеленых листовых древесных растений в Никитском саду / В. Н. Герасимчук, А. Л. Харченко // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство: Междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию Никитского ботан. сада, 5–8 июня 2012 г.: матер. – Ялта, 2012. – С. 28.
6. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Голосеменные – / [С. И. Кузнецов, П. Я. Чуприна, Ю. К. Подгорный и др.]. – Киев: Наук. думка, 1985. – 199 с.
7. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные – [под общ. ред. Н. А. Кохно]. – Киев: Наук. думка, 1986. – 717 с.
8. Потапенко И. Л. Древесные растения аборигенной флоры в зеленом строительстве восточного района Южного берега Крыма // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 30–41.
9. Потапенко И. Л. Парк-памятник садово-паркового искусства местного значения Туристическо-оздоровительного комплекса «Судак» / И. Л. Потапенко, Н. И. Клименко, В. Ю. Летухова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 10. – С. 227–238.
10. Рубцов Л. И. Садово-парковый ландшафт / Л. И. Рубцов – Киев: из-во АН УССР, 1956. – 212 с.
11. Тимиргазин А. Д. Судак. Путешествия по историческим местам / А. Д. Тимиргазин. – Симферополь: СОНАТ, 2000. – 192 с.

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю., Клименко Н. И. Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення санаторію «Сокіл» (Судак, Південно-Східний Крим) // Экосистемы. Симферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 53–60.

Наводяться результати дендрологічної інвентаризації парку санаторію «Сокіл» у м. Судак (Південно-Східний Крим). У складі дендрофлори відзначено 66 видів і 6 декоративних форм, які належать до 54 родів з 32 родин. Проаналізована таксономічна структура і ботаніко-географічне поширення відмічених видів. Наводяться результати вивчення складу життєвих форм, частоти трапляння та стану культивованих тут деревних рослин. Дано рекомендації щодо розширення їх асортименту з урахуванням місцевих кліматичних умов.

Ключові слова: парк-пам'ятка санаторію «Сокіл», склад дендрофлори, Південно-Східний Крим.

Potapenko I. L., Letuhova V. Yu., Klimenko N. I. The landscape art park-monument of local significance of the Sokol Sanatorium (Sudak, South-Eastern Crimea) // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 53–60.

The dendrological inventory results of the Sokol Sanatorium Landscape Park in Sudak (South-Eastern Crimea) were given. The park dendroflora revealed 66 species and 6 decorative forms that belong to 54 genera of 32 families. The taxonomy structure and botanical geographical distribution of these species were analyzed. The study results of life forms' composition, frequency of occurrence and state of cultivated arboreal plants were shown. Recommendations to expand the range of ornamental plants taking into account local climatic conditions were given

Key words: park-monument of Sokol Sanatorium, composition of dendroflora, South-Eastern Crimea.

Поступила в редакцію 19.10.2015 з.

НОВАЯ ПОПУЛЯЦИЯ *OPHRYS OESTRIFERA* M. VIEB. (ORCHIDACEAE) В ЮГО-ВОСТОЧНОМ КРЫМУ

Летухова В. Ю., Потапенко И. Л.

Государственное бюджетное учреждение науки и охраны природы Республики Крым
«Карадагский природный заповедник», Феодосия, letukhova@gmail.com

Обнаружена новая популяция редкого охраняемого вида *Ophrys oestrifera* на территории природного комплекса Тепе-Оба (окрестности Феодосии). Численность популяции около 250 особей (в настоящий момент она является самой крупной в Крыму), площадь популяции 420 м². Дана возрастная структура популяции, уточнены морфологические характеристики онтогенетических состояний *O. oestrifera*, изучен виталитетный тип популяции.

Ключевые слова: *Ophrys oestrifera*, новая популяция, Тепе-Оба, Юго-Восточный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Ophrys oestrifera M. Vieb. – редкий охраняемый вид растений из семейства *Orchidaceae*. Это травянистый многолетник высотой 20–45 см с округлыми или овальными клубнями (до 20 см толщиной), простым цветonoсным стеблем и 2–5 сизовато-зелеными листьями. Соцветие редкое, длиной 5,5–20 (25) см, с 3–8 (13) цветками. Цветки до 2,5 см, розового цвета, бархатистые, средняя лопасть губы имитирует внешний вид пчелы [2, 8].

O. oestrifera распространен в зоне Восточного Средиземноморья: от территории бывшей Югославии и севера Турции до Ирана, Крыма и Закавказья. В Крыму встречается единично или небольшими группами. До недавнего времени здесь было известно всего лишь шесть местообитаний с общей численностью 163 особи на площади 4 га [8]. Однако в последние годы благодаря новым находкам количество популяций и численность в них особей *O. oestrifera* значительно увеличилось. Так, в заповеднике «Мыс Мартыян» отмечено пять популяций с общей численностью 108–120 растений [7]. Также было обнаружено две новых популяции: на южном макросклоне Крымских гор, в окрестностях с. Лучистое (численностью 86 особей) и на северном макросклоне Крымских гор, в окрестностях с. Перевальное (численностью 57 особей) [3]. Эти находки свидетельствуют о недостаточной изученности *O. oestrifera* в Крыму и важности обследования других территорий с целью обнаружения новых популяций этого вида. Во время полевых исследований хребта Тепе-Оба в окрестностях г. Феодосии в 2015 г. нами также была обнаружена новая популяция *O. oestrifera* (рис.1). Поэтому целью настоящей работы было определение ее численности и состояния, географической и ценотической приуроченности, а также выявление биологических особенностей вида.



Рис. 1. Общий вид цветущих растений и соцветия *Ophrys oestrifera* на хребте Тепе-Оба

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований стала популяция редкого, охраняемого вида *O. oestrifera* на хребте Тепе-Оба в окрестностях г. Феодосии (Юго-Восточный Крым). Была определена общая площадь популяции и ее численность. В месте наиболее компактного произрастания офрис оводоносной был выделен участок (площадью около 100 м²), на котором произведен полный пересчет растений с учетом их онтогенетических состояний. Возрастные состояния растений нами были выделены на основании морфологических признаков, предложенных Л. П. Вахрушевой [3] с нашими небольшими дополнениями. У 30 генеративных растений были измерены высота и длина соцветия, а также подсчитаны количество листьев на стебле и количество цветков.

Жизненность особей оценивали по индексу виталитета (IVC), который определяется по размерному спектру особей в популяции [5]. Оценка виталитетного типа ценопопуляции *O. oestrifera* проведена по методу Ю. А. Злобина [4].

При анализе растительного сообщества, в котором произрастает *O. oestrifera*, названия видов приняты по С. К. Черепанову [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На территории Тепе-Оба *O. oestrifera* был известен и раньше. Отмечено, что это – редкий вид, представленный малочисленными популяциями [9]. Однако сведения об их численности и состоянии отсутствовали.

Крупная популяция *O. oestrifera* была обнаружена нами в восточной части хребта Тепе-Оба недалеко от искусственных посадок *Pistacia vera* L. в небольшой балке длиной около 100 м и высотой 10 м (рис. 2). Здесь произрастают следующие деревья и кустарники: *Acer tataricum* L., *Cornus mas* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Cotoneaster tauricus* Pojark., *Crataegus* sp., *Elaeagnus angustifolius* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L., *Padellus mahaleb* (L.) Vass., *Prunus spinosa* L., *Pyrus communis* L., *Rosa corymbifera* Borkh. Проективное покрытие кустарникового яруса около 30%. *O. oestrifera* растет как в тени кустарников, так и на открытых участках и входит в состав ассоциации Gallatelaetum-Inulosum. В составе травянистого яруса совместно с *O. oestrifera* также произрастают: *Achillea setacea* Waldst. et Kit., *Agrimonia eupatoria* L., *Dorycnium herbaceum* Vill., *Elytrigia nodosa* (Nevski) Nevski, *Eryngium campestre* L., *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb, *Galatella linosyris* (L.) Rchb.f., *G. villosa* (L.) Rchb.f., *Inula ensifolia* L., *I. germanica* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Teucrium chamaedrys* L. и др. Всего в травянистом ярусе отмечено 27 видов растений, проективное покрытие составило 70 %, средняя высота – 20 см, максимальная – 50 см. Присутствие в нем *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. свидетельствует о периодическом подтоплении этого участка.



Рис. 2. Фрагмент карты Тепе-оба, где была обнаружена популяция *Ophrys oestrifera*

Площадь популяции составила примерно 420 м², а ее общая численность – более 250 экземпляров, где *O. oestrifera* произрастает по обе стороны тропы на протяжении 70 м, ширина участка около 6 м. Таким образом, данная популяция в настоящий момент является самой крупной в Крыму. Следует отметить, что растения *O. oestrifera* на этом месте нами отмечались и раньше, но их численность была значительно меньше. Очевидно, ранее растения здесь находились в состоянии вторичного покоя и дали такую вспышку массового роста и развития лишь в наиболее благоприятный для себя период.

Пересчет особей различных онтогенетических состояний на стационарном участке позволил определить нам возрастную структуру ценопопуляции *O. oestrifera* на хребте Тепе-Оба. Она оказалась нормальной полночленной левосторонней с максимумом на группе молодые генеративные растения (таблица 1). Всего на учетной площадке произрастало 190 особей.

Таблица 1

Онтогенетический спектр популяции *Ophrys oestrifera* на Тепе-Оба в 2015 г.

Возрастное состояние	Экз.	%
V	53	27,9
G ₁	88	46,3
G ₂	25	13,2
G ₃	22	11,6
S	2	1,0
Общая численность	190	100

При дифференциации возрастных состояний особей мы использовали метод подсчета количества листьев. Однако все растения без генеративных побегов мы определили как вегетативные растения, не выделяя среди них ювенильных и имматурных особей. Согласно Л. П. Вахрушевой (Вахрушева и др., 2015) молодые генеративные растения (G₁) *O. oestrifera* имеют пять листьев и в среднем 7–8 цветков. Однако в исследованной популяции растения переходили в генеративное возрастное состояние уже к формированию третьего листа (таблица 2). При этом растения G₁ в среднем имели 5 цветков, достигали высоты 21 см и имели длину соцветия 6,9 см. Зрелые генеративные растения (G₂) имели шесть листьев, при этом они в среднем достигали 28,5 см высоты, формировали 6 цветков и имели длину соцветия 9,45 см. Старые генеративные растения (G₃) имели семь-восемь листьев, достигали в среднем 32,9 см высоты, формировали в среднем 8 цветков и имели длину соцветия 10 см. На стационарной площадке также нами было отмечено две сенильные особи: они имели по 7 листьев и прошлогодние генеративные побеги.

Таблица 2

Морфометрическая характеристика генеративных особей в популяции

$$Ophrys\ oestrifera\ \left(\frac{\text{средняя}}{\text{max} - \text{min}}\right)$$

Признаки	Возрастное состояние		
	G ₁	G ₂	G ₃
Высота растений, см	$\frac{21,17}{13,0-28,0}$	$\frac{28,50}{20,0-36,0}$	$\frac{32,88}{20,0-40,0}$
Количество листьев	3–5	6	7–8
Длина соцветия, см	$\frac{6,88}{3,5-17,0}$	$\frac{9,45}{5,0-13,0}$	$\frac{10,00}{6,0-15,0}$
Число цветков	4–9	5–8	5–9

Для оценки виталитета особей была использована следующая формула:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i / \bar{X}_i}{N},$$

Где X_i – значение i -того признака для растения, \bar{X}_i – среднее значение i -того признака в популяции, N – число признаков [5].

При расчете было учтено четыре вышеприведенных признака (см. табл. 2). Минимальное значение индекса (IVC) в популяции составило 0,61, максимальное – 1,52. Особи были ранжированы по индексу виталитета и разбиты на три класса: а (высокий виталитет), б (средний) и с (низкий). При этом границы класса б были установлены по рекомендациям Ю. А. Злобина в пределах доверительных границ среднего значения [4]. Таким образом, были получены следующие объемы классов виталитета: 13а–7б–10с. Оценка виталитетного типа ценопопуляции *Ophrys oestrifera* проведена с использованием критерия Q. При этом выделяются три типа ценопопуляций, соответствующие следующим условиям:

1. $Q=1/2(a+b)>c$ – процветающие ценопопуляции (характеризуются преобладанием особей первого (а) класса виталитета);
2. $Q=1/2(a+b)=c$ – равновесные ценопопуляции (характеризуются равенством встречаемости особей всех трех виталитетных классов);
3. $Q=1/2(a+b)<c$ – депрессивные ценопопуляции (характеризуются преобладанием особей третьего (с) класса виталитета).

Таким образом, наши расчеты показали, что ценопопуляция *O. oestrifera* на территории Тепе-Оба относится к равновесному виталитетному типу.

Все вышеприведенные данные относятся к одному году наблюдения. В дальнейшем мы планируем продолжить мониторинговые исследования этой популяции с целью выявления динамики численности и состояния *O. oestrifera*. Кроме того, необходимо установить степень антропогенной нагрузки и ее влияния на популяцию, которая, имеют место на этой территории. Орхидные – очень уязвимая категория растений, чувствительная к антропогенному воздействию. Не случайно все они включены в различные охранные списки, в том числе в Красную книгу Российской Федерации. Однако исследования показали, что обеспечить полноценную охрану орхидных возможно только в заповедниках, заказниках, ботанических садах и других охраняемых территориях. Обнаружение такой крупной популяции *O. oestrifera* на Тепе-Оба повышает ценность этой территории как уникального природного комплекса. Поэтому мы предлагаем увеличить его охранный статус с категории очень высокой приоритетности до категории наивысшей приоритетности. Напомним, что таким статусом обладают соседние природные комплексы: хребет Узун-Сырт и оз. Бараколь, а также Енишарские горы и Тихая бухта [6].

ВЫВОДЫ

1. На территории Тепе-Оба (окрестности Феодосии) была обнаружена самая крупная популяция *Ophrys oestrifera* в Крыму. Популяция располагается в водосточной балке на площади около 420 м². На территории стационарной учетной площади было отмечено 190 растений, а всего популяция содержит более 250 растений *O. oestrifera*.
2. Возрастной спектр ценопопуляции – нормальный полночленный левосторонний с максимумом на группе молодых генеративных растений.
3. В ходе работы уточнены морфологические признаки *O. oestrifera* различных онтогенетических состояний. Так было выяснено, что растения могут переходить в стадию молодых генеративных растений (G_1) уже к формированию третьего листа.
4. Изученная популяция относится к равновесному виталитетному типу.

Список литературы

1. Czerepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR) / S. K. Czerepanov. – Cambridge University Press, 1995. – 516 p.
2. *Ophrys oestrifera* Bieb. – О. оводоносный // Декоративные травянистые растения для открытого грунта / [отв. ред. Н. А. Овrorин]. – Л.: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 362.
3. Вахрушева Л. П. Возрастная структура популяций *Ophrys oestrifera* M. Bieb. в фитоценозах с разной антропогенной нагрузкой / Л. П. Вахрушева, Е. Н. Кучер, Т. З. Левина // Охрана и культивирование орхидей: X Междунар. науч.-практич. Конф., 1–5 июня 2015 г.: матер. – Минск, 2015. – С. 54–56.
4. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценоотических популяций / Ю. А. Злобин. – Казань: изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.
5. Ишбирдин А. Р. Адаптивный морфогенез и эколого-ценоотические стратегии выживания травянистых растений / А. Р. Ишбирдин, М. М. Ишмуратова // Методы популяционной биологии: VII Всеросс. популяц. семинар, 16–21 февраля 2004 г.: матер. – Сыктывкар, 2004. – Ч. 2. – С. 113–120.
6. Миронова Л. П. Состояние и степень изученности флористического разнообразия приоритетных территорий Юго-Восточного Крыма / Л. П. Миронова, В. Г. Шатко // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экоразнообразие: III науч. конф. – 22 апреля 2005 г.: матер, Симферополь, 2005. – Ч. I. – С. 225–230.
7. Попкова Л. Л. Особенности ценопопуляций *Ophrys oestrifera* M. Bieb. заповедника "Мыс Мартьян" / Л. Л. Попкова // 40 лет природному заповеднику "Мыс Мартьян": Междунар. науч. конф., 14–17 мая 2013 г.: матер. – Ялта, 2013. – С. 144.
8. Протопопова В. В. Офрис оводоносна. *Ophrys oestrifera* M. Bieb. / В. В. Протопопова // Червона книга України. Рослинний світ / [за ред. Я. П. Дідуха]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 201.
9. Шатко В. Г. Конспект флоры хребта Тепе-Оба (Крым) / В. Г. Шатко, Л. П. Миронова // Бюллетень ГБС. – 2011. – Вып. 197. – С. 43–71.

Летухова В. Ю., Потапенко І. Л. Нова популяція *Ophrys oestrifera* M. Bieb. (Orchidaceae) в Південно-Східному Криму // Екосистеми. Сімферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 61–65.

Виявлена нова популяція рідкісного охоронюваного виду *Ophrys oestrifera* на території природного комплексу Тепе-Оба (околиці Феодосії). Чисельність популяції близько 250 особин (зараз вона є найбільшою в Криму), площа популяції 420 м². Дана вікова структура популяції, уточнені морфологічні характеристики онтогенетичних станів *O. oestrifera*, вивчений віталітетний тип популяції.

Ключові слова: *Ophrys oestrifera*, нова популяція, Тепе-Оба, Південно-Східний Крим.

Letukhova V. Ju., Potapenko I. L. The new population of *Ophrys oestrifera* M. Bieb. (Orchidaceae) in South-Eastern Crimea // Ecosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 61–65.

We have discovered a new population of the rare protected species *Ophrys oestrifera* on the territory of a natural complex Тепе-Оба (near Feodosia). The population consists of about 250 plants (at the moment, it is the largest one in the Crimea), its area is about 420 m². The population age structure and vitality type were studied, and the morphological characteristics of ontogenetic states were specified.

Key words: *Ophrys oestrifera*, new population, Тепе-Оба, South-Eastern Crimea.

Поступила в редакцію 19.10.2015 г.

УДК 582.28 (476)

ФИТОТРОФНЫЕ ОБЛИГАТНО-ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ РОЗАРИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. И. ВЕРНАДСКОГО

Юдина В. Н., Просяникова И. Б.

*Таврическая академия ФГОАУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
Россия, Республика Крым, г. Симферополь, просп. акад. Вернадского, 4, viktoryia93@mail.ru*

Приведены данные фитопатологических обследований розария Ботанического сада Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского (БС КФУ) в ходе вегетационного сезона 2015 года. Были изучены 138 сортов из 12 садовых групп *Rosa × hybrida hort.* в условиях открытого грунта. Выявлены наиболее вредоносные заболевания розы гибридной: черная пятнистость, мучнистая роса и ржавчина. Дана оценка распространенности и интенсивности заболеваний по группам садовых роз, приведены сведения об устойчивости различных сортов к указанным заболеваниям. Иммуными к черной пятнистости оказались чайно-гибридные розы (сорта Red Queen и Спадж). Устойчивость к ржавчине проявили все исследованные сорта полиантовых, грандифлора и полуплетистых роз. Среди устойчивых к мучнистой росе сортов следует отметить: Lutsige, Kronenbourg, Lavender Melland, Gloria Dei и др. Это позволяет рекомендовать вышеуказанные сорта для озеленения в Предгорном Крыму.

Ключевые слова: фитотрофные микромицеты, видовой состав, распространенность и интенсивность заболеваний, розарий.

ВВЕДЕНИЕ

Ботанический сад Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского (БС КФУ) организован на основе ландшафтного парка «Салгирка» в 2004 году и находится на левом берегу реки Салгир (площадь 32,5 га). В результате выращивания монокультур, особенно интродуцированных видов и сортов, некоторые заболевания принимают форму эпифитотий. Одной из таких культур, восприимчивых к инфекционным заболеваниям, является роза. Коллекция розария Ботанического сада КФУ насчитывает около 200 сортов отечественной и зарубежной селекции из 12 садовых групп: чайно-гибридной, флорибунда, грандифлора, миниатюрной, плетистой, плетистой крупноцветковой, полуплетистой, роз Кордеса, полиантовой, парковой, почвопокровной и спрей [1]. Целью наших исследований явилось изучение видового состава фитотрофных микромицетов и оценка фитосанитарного состояния розария БС КФУ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Комплексное систематическое изучение фитопатогенных микромицетов розария БС КФУ осуществлялось нами детально-маршрутным методом в течение вегетационного сезона 2015 года. Расчет развития и распространения болезни рассчитывали по общепринятым в фитопатологии и математической статистике методам [2–4]. Оценку распространённости и интенсивности развития заболеваний проводили в ходе вегетационного периода (май–октябрь) на фоне проводимых профилактических и защитных мероприятий. Видовые названия микромицетов и сокращения авторов приведены в соответствии с международной сводкой «Index Fungorum» [5]. Фотографирование объектов исследования осуществлялось в режиме макросъемки с помощью фотоаппарата Canon PowerShot G15 (Япония), фотографии пораженных участков и микропрепаратов спор и мицелия сделаны с помощью микроскопа Bresser Biolux LCD 40-1600x (Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенного обследования в 2015 году было выявлено, что *Rosa* × *hybrida* hort. в условиях открытого грунта на территории экспозиции в наибольшей степени поражается следующими грибными заболеваниями: черной пятнистостью (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf (анаморфа *Marssonina rosae* (Lib.) Died., Ascomycota), ржавчинным грибом (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schlecht., Basidiomycota) и мучнисторосяным грибом (*Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary, Ascomycota).

Кроме того, помимо вышеуказанных заболеваний в разные годы наблюдений на сортовых розах были зафиксированы бактериальный рак (*Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), инфекционный ожог стеблей (*Coniothyrium wernsdorffiae* Laubert), увядание побегов, загнивание корней, инфекционные пятнистости листьев, которые имели меньшее значение и были слабо распространены в коллекции [6–9].

В ходе вегетационного сезона 2015 года на территории розария нами были зарегистрированы также следующие грибы-микромикеты: *Botrytis cinerea* Pers. на *Rosa* sp. L.; *Cryptosporella umbrina* (Jenkins) Jenkins & Wehm. на *Rosa* sp. L.; *Neonectria galligena* (Bres.) Rossman & Samuels на *Rosa* sp. L.; *Erysiphe berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L.; *Puccinia graminis* Pers. на *Elytrigia repens* (L.) Nevski.; *Cumminsia mirabilissima* (Peck) Nannf. на *Mahonia aquifolia* (Pursh) Nutt.; *Erysiphe convolvuli* DC. на *Convolvulus arvensis* L.; *Blumeria graminis* (DC.) Speer на *Elytrigia repens* (L.) Nevski.

Наши исследования показали, что гриб *D. rosae* (рис. 1) явился наиболее распространенным и вредоносным в условиях розария Ботанического сада КФУ. Гриб поражает листья, однолетние побеги, реже – чашелистики и лепестки роз. Проявляется в виде округлых пурпурно-бурых, позже – почти чёрных, лучистых пятен на листьях.

Заболевание приводит к быстрому пожелтению листьев и преждевременному листопаду, что, в свою очередь, нарушает вызревание молодых побегов, способствует плохой перезимовке кустов. Гриб вызывает общее ослабление растений, в результате чего снижается их способность к цветению. Для того, чтобы произошло инфицирование, споры должны быть влажными в течение, по крайней мере, 7 часов, прежде чем они могут прорасти. Температура 18 °C является наилучшей для их прорастания, болезнь же развивается наиболее быстро при температуре около 24 °C [10].

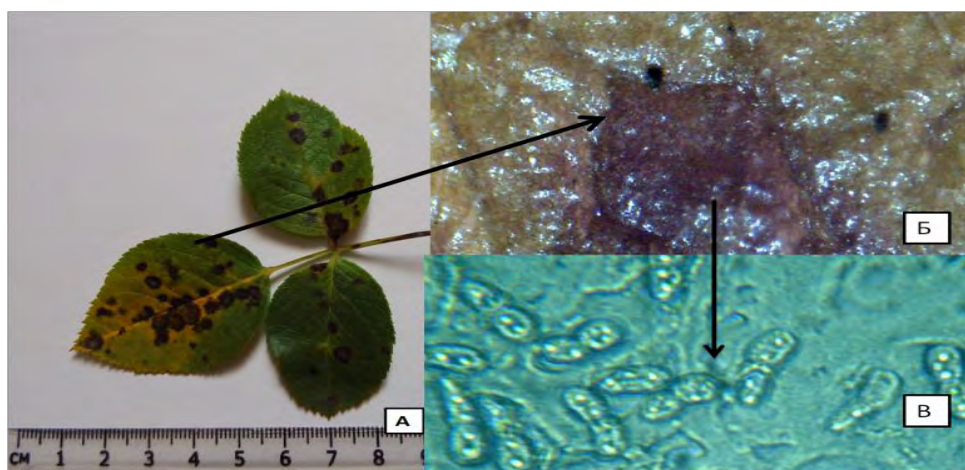


Рис. 1. Черная пятнистость (*Diplocarpon rosae*) на листьях розы

А – общий вид пораженных листьев, Б – зона некроза листа (увел. × 10, ориг.),
В – конидии гриба (увел. × 400, ориг.).

Группы полиантовых, грандифлора, чайно-гибридных роз, флорибунда, плетистых роз и сорта The fairy, Polka Dot, Феодосийская красавица, Queen Elizabeth, Blue Parfum, Burgund'81, Carina, Divine, Imperatrice Farah, Kardinal, Red Intuition, Titanic, Anabell, Rosemary Rose, Кубиночка, Regensberg, Польшка-91, Седая дама, Польшка Бабочка, имеют высокий процент распространенности черной пятнистости (рис. 2).

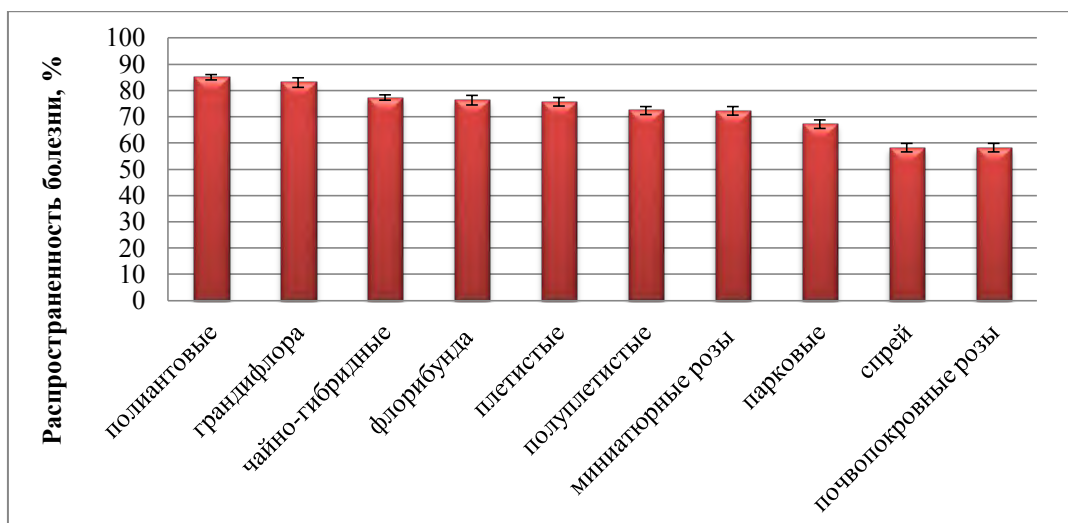


Рис. 2. Распространенность *Diplocarpon rosae* на растениях розы гибридной *Rosa x bdybrid hort.* БС КФУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

В результате проведенных исследований было установлено, что в наибольшей степени этому заболеванию были подвержены такие садовые группы роз, как полуплетистые, плетистые, чайно-гибридные розы и др., и соответственно, следующие сорта: *R. Hybrida*: Angelique, Grand Hotel, Grand Nord, Westerland, Westfalenpark, Golden Showers, Rosarium Uetersen, Santana, Paul's Scarlet Climber, Albertine, Veilchenblau, Оранжевое солнышко, Польшка-91, Седая дама, Польшка Бабочка, Carina, Emma, Dolce Vita, Pink Intuition, Red Intuition, Imperatrice Farah, Kardinal, Titanic, Pristine, Yankee Doodle, Golden Medallion, Black Magic, Blue Parfum, Burgund'81, Sophia Loren, Serenada, Folklore (рис. 3).

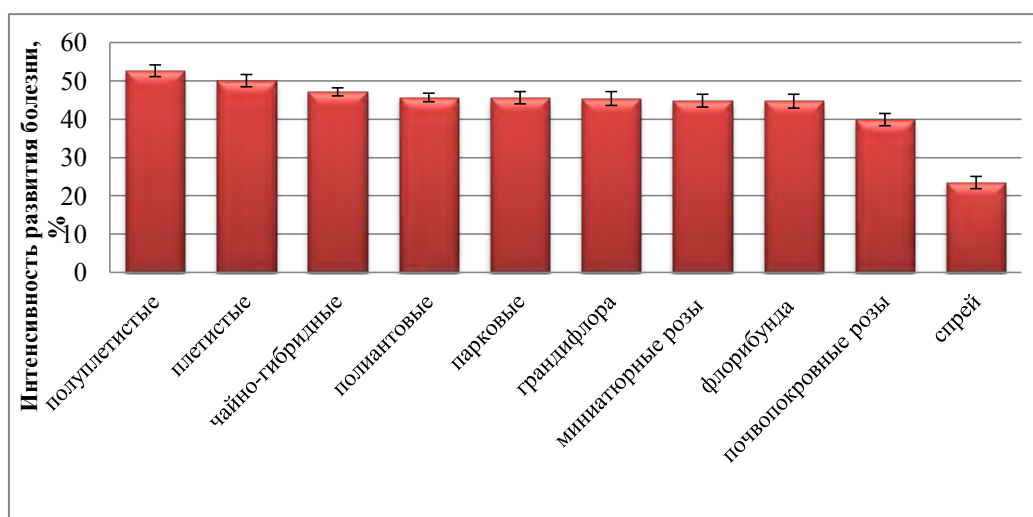


Рис. 3. Интенсивность развития *Diplocarpon rosae* на растениях розы гибридной *Rosa x bdybrid hort.* БС КФУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

Иммунными (т.е. устойчивыми к данному заболеванию) были отнесены сорта, на которых признаки заболевания не отмечались на протяжении всего периода наблюдений, т.е. с июня по октябрь. Подобную устойчивость проявили всего два сорта: Red Queen и Спэдж, относящиеся к чайно-гибридным розам. Зимой такие сильно зараженные растения розы сильно подмерзают, ослабляются, что благоприятствует их вторичному заражению факультативными сапротрофами и паразитическими грибами, в частности, появлению инфекционного «ожога» (*C. Wernsdorffiae*) стеблей. Таким образом, чёрную пятнистость следует отнести к числу наиболее вредоносных инфекционных заболеваний роз в нашем регионе.

Мучнистая роса – одно из наиболее распространённых и вредоносных заболеваний роз открытого и защищённого грунта в различных природных зонах, зачастую носящее обычно характер эпифитотии. Возбудителем болезни является гриб *P. Pannosa* (рис. 4), развивающийся на всех надземных частях растения, но наиболее сильно – на молодых побегах. Гриб зимует в зараженных почках, листьях, побегах. Зараженные бутоны весной отстают в росте, на них образуется белый паутинистый мицелий. Прорастание и рост конидий происходит наиболее легко по ночам с высокой влажностью или обильной росой и при температурах, близких 21 °С. Избыток воды разрушает споры, заставляя их лопнуть и прорасти [11].

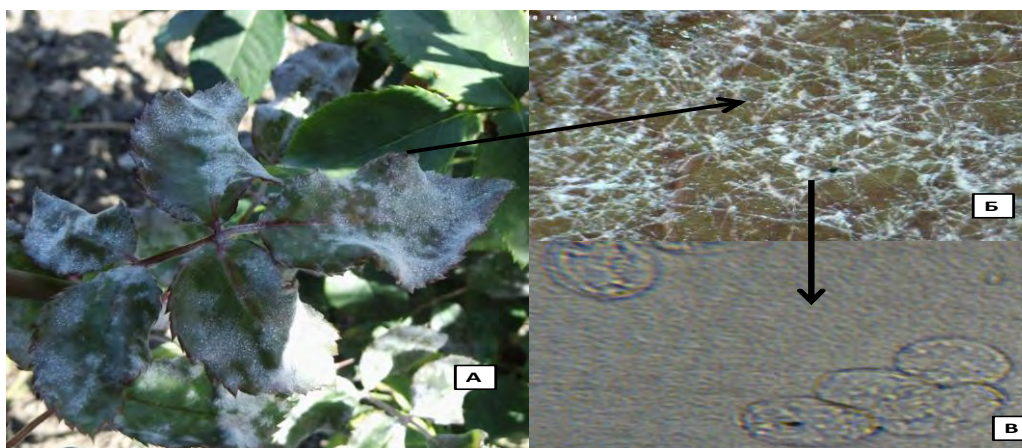


Рис. 4. Мучнисторосяный гриб *Podosphaera pannosa* на листьях розы (фото автора)

А – общий вид пораженных листьев, Б – белый паутинистый налет мицелия (увел. × 10, ориг.), В – конидии гриба (увел. × 400, ориг.).

Болезнь вызывает общее ослабление растений в результате уменьшения фотосинтезирующей поверхности (появление плотного мицелиального налёта на листовом эпидермисе, скручивание листьев, преждевременное их усыхание), снижает декоративные качества сортов. Первые признаки заболевания роз *P. Pannosa* на разных сортах проявлялись с июня по август. Наибольшую восприимчивость и максимальный индекс развития заболевания продемонстрировали такие сорта *R. Hybrida*, как: Green Planet, Imperatrice Farah, Sylvia, Lidka (относящиеся к чайно-гибридным), Bella Rosa (флорибунда) и Green Diamond (миниатюрные розы) (рис. 5).

Устойчивость к данному заболеванию проявили полиантовые, грандифлора и полуплетистые розы. Все сорта данных групп в 2015 году не были поражены ржавчиной. Проведенные нами фитопатологические исследования позволили выделить группы сортов роз, проявивших устойчивость к трём наиболее вредоносным и распространённым заболеваниям в условиях розария БС КФУ – мучнистой росе, чёрной пятнистости и ржавчине.

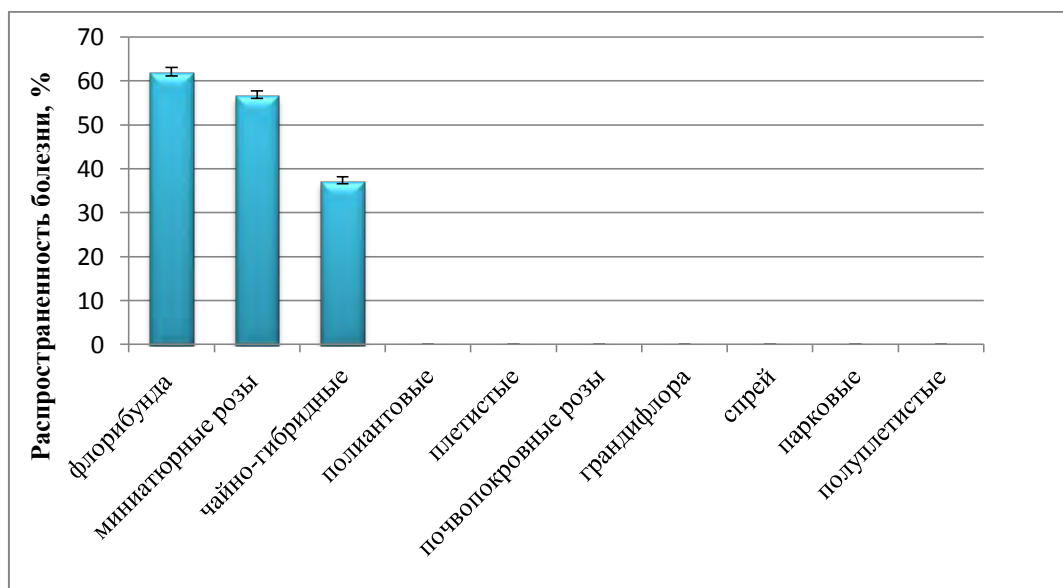


Рис. 5. Распространенность мучнисторосяного гриба *Podosphaera pannosa* на растениях розы гибридной *Rosa x 70ybrid hort.* БС ТНУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

Интенсивность развития болезни у сорта Imperatrice Farah составила 39 %, у Rosemary Rose (флорибунда) – 38 % (рис. 6). Среди устойчивых к заболеванию сортов следует отметить: Lutsige, Kronenbourg, Lavender Melland, Gloria Dei и ряд других.

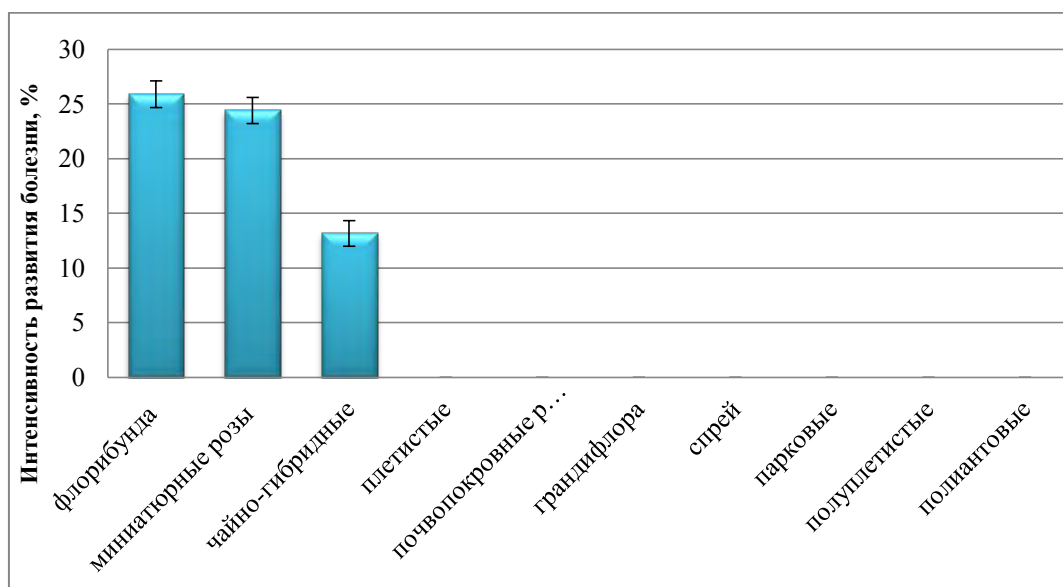


Рис. 6. Интенсивность развития *Podosphaera pannosa* на растениях розы гибридной *Rosa x 70ybrid hort.* БС КФУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

Гриб *Phr. Micronatum* – возбудитель ржавчины у розы гибридной (рис. 7), часто обнаруживается совместно с *D. Rosaе*, поражая листья, реже стебли растений. Заболевание способно наносить существенный вред растениям, а именно: вызывать искривление и усыхание побегов, некроз листьев, замедление роста, гибель растений (при хронической форме заболевания), при этом существенно снижая декоративные качества сортов роз.

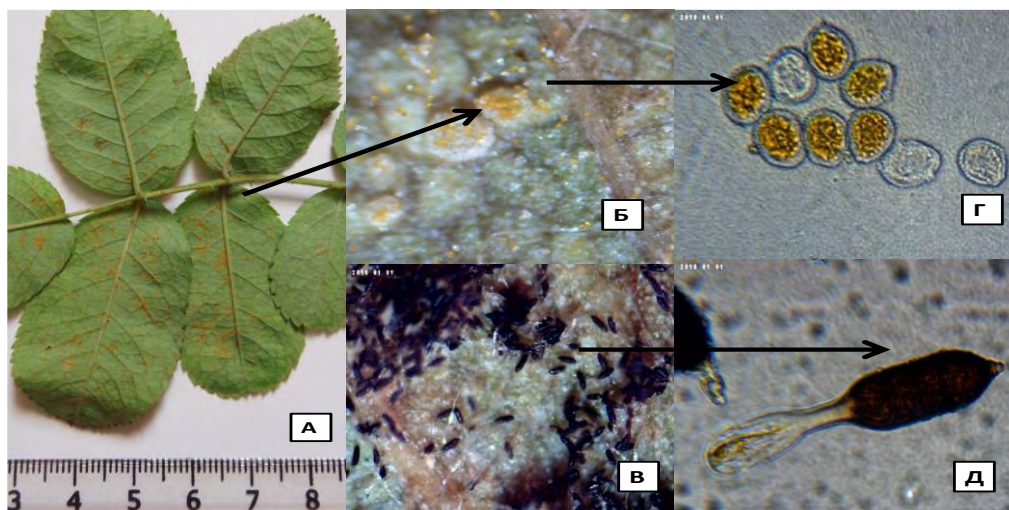


Рис. 7. Ржавчинный гриб *Phragmidium mucronatum* на листьях розы (фото автора)

А – общий вид, Б – урединии (увел. $\times 10$, ориг.), В – телии (увел. $\times 10$, ориг.),
Г – урединиоспоры (увел. $\times 400$, ориг.), Д – телиоспоры (увел. $\times 400$, ориг.).

Распространенность ржавчины (рис. 8), возбудителем которой является гриб *Phragmidium mucronatum*, высока у групп чайно-гибридных, парковых, миниатюрных, флорибунда и плетистых роз, а на сортах Blue Parfum, Carina, Emma, Kronenbourg, Green Diamond, Pink Mini, Zwergkönig к концу сезона 2015 года этот показатель составил 60 %.

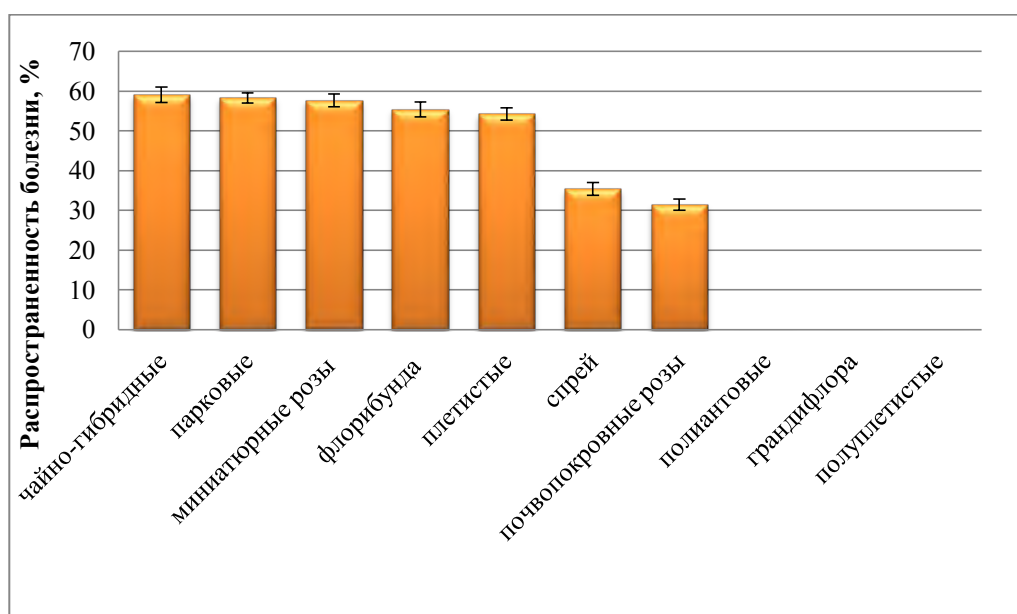


Рис. 8. Распространенность ржавчинного гриба *Phragmidium mucronatum* на растениях розы гибридной *Rosa x hybrida* hort. БС КФУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

Интенсивность развития болезни в течение вегетационного сезона у сортов из групп парковых, миниатюрных, чайно-гибридных, а именно: Heritege, Sunmaidi, Green Diamond, Pink Intuition, Imperatrice Farah, Blue Parfum, Carina оказалась наибольшей и колебалась в пределах 22–34 % (рис. 9).

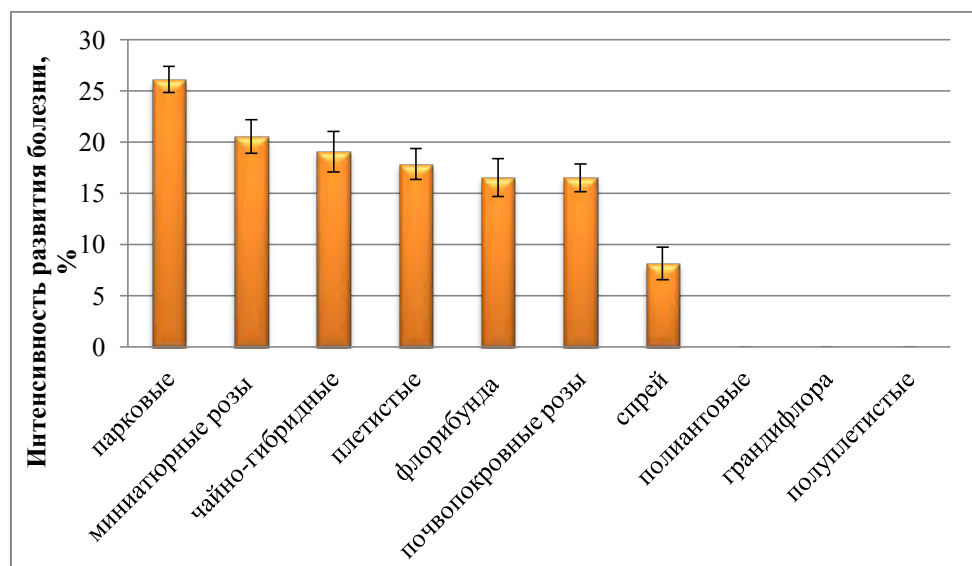


Рис. 9. Интенсивность развития ржавчинного гриба *Phragmidium mucronatum* на растениях розы гибридной *Rosa x hybrida hort.* БС ТНУ им. В. И. Вернадского (2015 год)

ВЫВОДЫ

1. Исследованы 138 сортов роз, относящихся к 12 садовым группам, расположенных на 27 клумбах розария и установлено, что роза садовая гибридная (*Rosa × hybrida hort.*) на территории розария в наибольшей степени поражается черной пятнистостью (*Diplocarpon rosae*, Ascomycota), ржавчинным грибом (*Phragmidium mucronatum*, Basidiomycota) и мучнисторосяным грибом (*Podosphaera pannosa*, Ascomycota).

2. Иммунными к черной пятнистости оказались чайно-гибридные розы (сорта Red Queen и Спадж). Устойчивость к ржавчине проявили все исследованные сорта полиантовых, грандифлора и полуплетистых роз. Среди устойчивых к мучнистой росе сортов следует отметить следующие сорта: Lutsige, Kronenbourg, Lavender Melland, Gloria Dei и др. Полученные данные позволяют рекомендовать вышеуказанные сорта для городского и приусадебного озеленения в Предгорном Крыму.

Список литературы

1. Ботанический сад Таврического национального университета им. В. И. Вернадского / [А. И. Репецкая, И. Г. Савушкина, В. В. Леонов, Л. Ф. Кирпичева]. – К.: Лыбидь, 2008. – 232 с.
2. Митрофанова О. В. Методические указания по диагностике болезней цветочных культур и меры борьбы с ними / О. В. Митрофанова, А. С. Кольцова. – Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 1977. – 23 с.
3. Основные методы фитопатологических исследований / [под ред. А. Е. Чумакова]. – М.: Колос, 1974. – 191 с.
4. Семенкова И. Г. Фитопатология: Учебник для студентов вузов / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. – М.: Академия, 2003. – 480 с.
5. Index Fungorum database of International Mycological Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.indexfungorum.org/Names/names.asp
6. Просянникова И. Б. Фитотрофные микромицеты Ботанического сада Таврического национального университета им. В.И.Вернадского / И. Б. Просянникова, Чжан Янь // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана – Симферополь, 2006. – Вып. 16. – С. 121–126.
7. Фитопатогенные микромицеты Ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского / [И. Б. Просянникова, Е. А. Дзюненко, Л. Ф. Кирпичева] // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана (тематич. сб. науч. тр.): [ред. колл. В. Г. Мишнев и др.]. – Симферополь, 2007. – Вып. 17. – С. 129–134.

8. Городня Е. В. Оценка поражаемости садовых роз грибными заболеваниями в условиях Предгорной зоны Крыма / Е. В. Городня, Е. А. Дзюненко, С. В. Максимов // Матеріали міжн. наук. конф. «Старовинні парки і ботанічні сади – наукові центри збереження біорізноманіття рослин та охорони історико-культурної спадщини». – Умань, 2011. (матер.). – С. 66–69.

9. Юдина В. Н. Оценка фитосанитарного состояния розария Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского / В. Н. Юдина, И. Б. Просяникова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». Спецвыпуск. – 2014. – Том 27 (66), № 5. – С. 180–190.

10. Horst R. K. Compendium of Rose Diseases and Pests. 2nd Edition / R. K. Horst, R. A. Cloyd – St. Paul., MN.: APS Press, 2007. – 88 p.

11. Suthaparan A. Continuous lighting reduces conidial production and germinability in the rose powdery mildew pathosystem/ [A. Suthaparan, A. Stensvand, S. Torre, M. L. Herrero, R. I. Pettersen, D. M. Gadoury, H. R. Gislérød] // «Plant Disease», 2010. – Vol. 94, № 3. – P. 339–344.

Юдіна В. М., Просянікова І. Б. Фітотрофні облигатно-паразитичні гриби розарію Ботанічного саду Кримського федерального університету ім. В. І. Вернадського // Екосистеми. Сімферополь: КФУ, 2015. Вип. 1 (31). С. 66–73.

Наведено дані фітопатологічних досліджень розарію Ботанічного саду Кримського федерального університету ім. В. І. Вернадського (БС КФУ) в ході вегетаційного сезону 2015 року. Було обстежено 138 сортів із 12 садових груп *Rosa × hybrida* hort. в умовах відкритого ґрунту. Виявлено найбільш шкідливі захворювання троянди гібридної: чорна плямистість, борошниста роса та іржа. Дана оцінка поширеності та інтенсивності захворювань по групах садових троянд, наведено відомості про стійкість різних сортів до зазначених захворювань. Імунними до чорної плямистості виявилися чайно-гібридні троянди (сортів Red Queen і Спадж). Стійкість до іржі проявили всі досліджені сорти поліантових, грандіфлора і напівплетисті троянди. Серед стійких до борошнистої роси сортів слід зазначити: Lutsige, Kronenbourg, Lavender Melland, Gloria Dei та ін. Це дозволяє рекомендувати вищевказані сорти для озеленення у Передгірному Криму.

Ключові слова: фітотрофні мікроміцети, видовий склад, поширеність та інтенсивність хвороб, розарій.

Yudina V. N., Prosyannikova I. B. Phytotrophic obligate parasitic fungi of the Crimean Federal V. I. Vernadsky University Botanical Garden's Rosary // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 66–73.

The information about the phytopathologic survey carried out in 2015 on the territory of the Crimean Federal V. I. Vernadsky University Botanical Garden's Rosary (BG CFU) is provided. In the open ground, 138 varieties of 12 garden groups *Rosa × hybrid* hort. were examined. The blackspot, powdery mildew and rust fungus were identified as the most harmful diseases of the Rose hybrid. The evaluation of prevalence and intensity of the infections in groups of garden roses is given. The information on resistance to the disease of different varieties is provided. Hybrid tea roses (Red Queen and Spadzh varieties) showed to be resistant to the blackspot. All studied varieties of polyanthas, grandiflora and half-climbing roses showed to be rust-resistant. Among the powdery mildew-resistant varieties are the following: Lutsige, Kronenbourg, Lavender Melland, Gloria Dei, etc. This allows us to recommend the above mentioned varieties for planting of greenery in the Foothill Crimea.

Key words: phytotrophic micromycetes, species composition, prevalence and intensity of the diseases, rosary.

Поступила в редакцію 20.12.2015 г.

УДК 502.211:598.2:551.4.036

ФОРМУВАННЯ ОРНІТОКОМПЛЕКСІВ ДОЛИННИХ МІСЦЬ МЕШКАННЯ В ПІВНІЧНОМУ ПРИАЗОВ'І

Матрухан Т.І.

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
Мелітополь, matryhan@rambler.ru*

Проаналізовано процеси формування сучасного стану та багаторічну динаміку орнітокомплексів у долинних місцях мешкання в Північному Приазов'ї. Досліджено сучасну таксономічну та біоморфічну структури орнітокомплексів долин річок, багаторічну та сезонну динаміку чисельності птахів на контрольних майданчиках. Виявлено 125 видів птахів, які складають орнітокомплекси долин річок Північного Приазов'я. У гніздовий сезон у долинах річок формується 7 орнітокомплексів, у яких зустрічається 97 видів, у зимовий період – 4 орнітокомплекси (39 видів). З'ясовано провідні чинники, що впливають на структуру орнітокомплексів. Найбільш руйнівним фактором для орнітокомплексів річкових долин є сільське господарство (рілля, перевипас худоби, сінокіс). Показано вплив ступеня трансформованості досліджуваних долин на формування орнітокомплексів долин річок. Аналіз наслідків антропогенних порушень природних ландшафтів долин річок показав, що при високому антропогенному навантаженні відбувається зменшення числа видів і щільності населення птахів, які гніздяться на поверхні землі.

Ключевые слова: орнітокомплекс, різноманіття птахів, долинні місця мешкання, Північне Приазов'я.

ВСТУП

Питання співвідношення природних умов, господарської діяльності, охорони та раціонального використання завжди привертало увагу дослідників, оскільки історія природи й історія суспільства взаємно обумовлюють один одного [8, 11, 10, 19]. Значна екологічна роль орнітокомплексів у складі біогеоценозів долинних територій викликає велику зацікавленість учених до їх дослідження. У зв'язку з цим безсумнівною зацікавленістю для організації охорони орнітокомплексів викликає вивчення сучасного населення птахів долин річок і його зміни в часі. Одним із важливих аспектів даної проблеми є аналіз структури й динаміки тваринного населення долинних біотопів та їх сучасного стану. Долини річок Північного Приазов'я являють собою зручні ділянки для подібних досліджень у силу свого географічного положення, біотопічного різноманіття, наявності різноманітних постійних та тимчасових антропогенних впливів. На території Північного Приазов'я долини річок служать місцями формування та збереження біологічного різноманіття регіону. При цьому важлива роль у біогеоценному кругообігу речовин належить орнітонаселенню цих місць. Негативний вплив господарської діяльності людини на птахів часто виражається у зникненні видів, зміні меж, площі та конфігурації ареалів, якісній перебудові просторової організації населення, порушенні стійких зв'язків у біогеоценозах і виникненні спрощених угруповань, які складаються з антропоотолерантних видів [5, 14, 15]. Незважаючи на значні наукові досягнення, дотепер різноманіття та формування орнітокомплексів долинних місць мешкання басейнів річок Приазов'я залишаються недослідженими.

Метою даної роботи було дослідження закономірностей формування, динаміки та охорони орнітокомплексів у долинних місцях мешкання в Північному Приазов'ї під впливом антропогенної трансформації.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Дослідження проводили в 2006-2014 роках на території Північного Приазов'я (південь Запорізької обл.: Якимівський, Мелітопольський, Токмацький, Приазовський, Приморський, Бердянський, Куйбишевський райони) у долинах річок Молочна, Берда, Великий і Малий Утлюк, Арабка, Обитічна, Тащенак, Лозуватка, Корсак, Юшанли, Джекељня та ін. (рис. 1). За період досліджень було здійснено 718 польових виїздів, проведено 1250 обліків, протяжність облікових піших маршрутів більше 2352 км, площа стаціонарних 12 модельних ділянок становила 24,8 км². Дані за 1988-2005 рр. були опрацьовані нами з щоденникових записів д-ра біол. наук, проф. О.І. Кошелева.

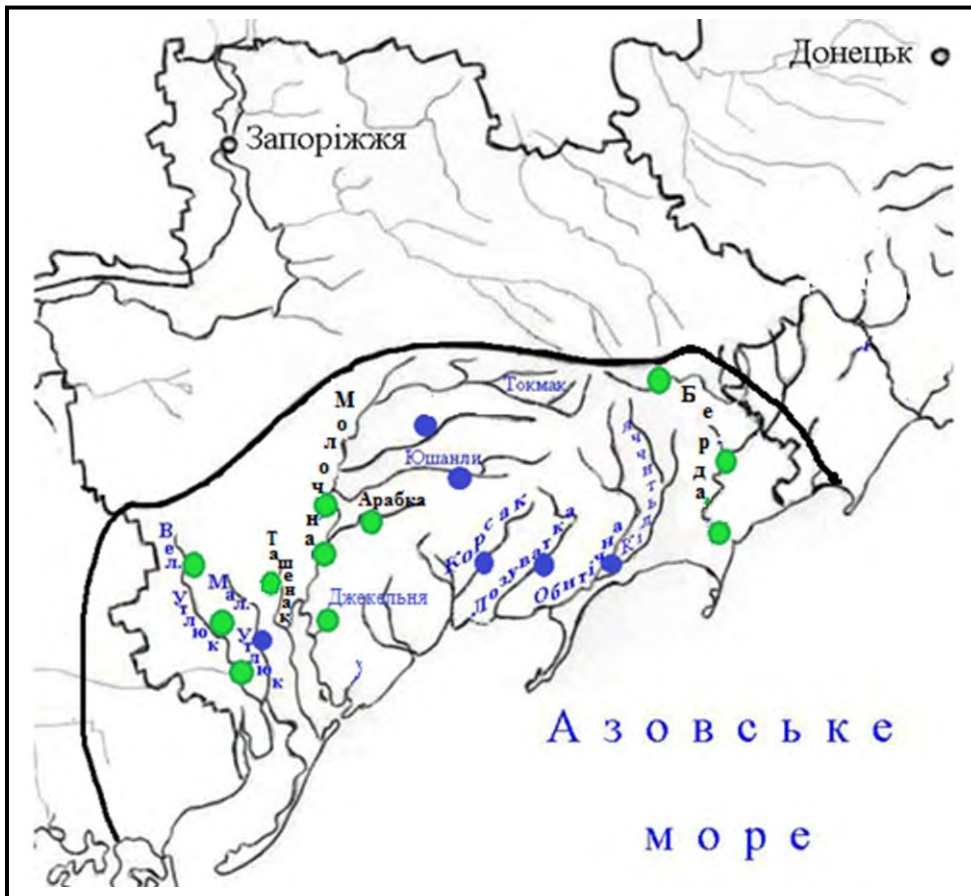


Рис. 1. Карта-схема району досліджень

Умовні позначення: ● – місця стаціонарних досліджень, ● – місця короточасних досліджень; — — межі району досліджень.

Систематичні дослідження якісного та кількісного складу птахів у долинах 5 річок Північного Приазов'я, а також їх біотопічний розподіл вивчали на 12 основних стаціонарах у всі сезони року. Крім того, під час експедицій обстежувались інші долини річок з метою повнішого виявлення видового складу орнітофауни, встановлення місць концентрації «червонокнижних» видів птахів. Детально вивчалася структура гніздових та зимових орнітокомплексів долин річок, дані щодо зустрічей птахів у міграційний період були зібрані шляхом однократних обліків.

Птахів реєстрували без вилучення із природного середовища: за голосом та візуально, за допомогою біноклів БПП 8x30 та БПЦ 10x40. Застосовували такі групи методик кількісного обліку птахів: майданчикові, маршрутні, точкові. Чисельність птахів у межах долин річок визначали за допомогою таких методів: прямий візуальний облік на маршрутах; облік з однієї точки; маршрутні методи; облік за голосами [2, 6, 12, 13, 16, 20, 21, 23, 24].

Опис рослинних угруповань проводили методом закладення пробних ділянок розміром 1 м². Видовий склад описували за такою формою: назва рослин; процент покриття (ЗПП); фенологічна фаза (бутонізація, цвітіння, плодоносіння); життєвість (нормальний ріст, пригнічення) [4, 22], при описі вказували факт наявності поодиноких кущів та дерев. При з'ясуванні біоморфічної структури гніздової фауни ми притримувалися поділу птахів на екологічні групи за видоспецифічними гніздовими стаціями біоморфами Акімова (1954). Закладення пробних площ, встановлення показників чисельності, індексів різноманітності

здійснювали за відомими уніфікованими методиками [1, 3]. Структурні та функціональні зв'язки птахів вивчали на основі польових спостережень, а також аналізу спеціальної літератури. Ступінь антропогенної трансформації оцінювали за 4-х бальною шкалою: слабка, помірна, відносно сильна, сильна за Білим [9] та Басовою [7], з нашими доповненнями. Всі кількісні показники оброблялися статистично, похибка становила не більше 5 %. Аналіз кількісних показників та побудова дендрограм схожості проводилась з використанням пакета Statistica 7.0 for Windows.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ

Таксономічні та біоморфічні підходи до аналізу структури орнітокомплексів та шляхів їх формування. Під орнітокомплексом ми розуміємо історично складену сукупність видів птахів, що мешкають у певних біотопах і являють собою систему з прямими і зворотними зв'язками та об'єднані функціонально в часі та просторі. Сучасна структура орнітокомплексів долин річок значною мірою залежна від впливу господарської діяльності. Антропогенне навантаження істотно впливає на видовий склад, чисельність і поширення багатьох видів птахів, оскільки долини річок межують з агроландшафтами, урболандшафтами, а також безпосередньо в долинах річок відбувається антропогенний вплив через випас великої рогатої худоби, сінокосіння, що змінює природний стан луків та видовий склад орнітокомплексів.

Різноманіття птахів у долинах річок підтримується за рахунок суміжних територій, особливо це відчутно навесні, коли річки є повноводними та квітнуть луки, що приваблює птахів із суміжних територій. Антропогенний вплив у цей період обумовлений значною мірою не тільки ступенем, а й формами господарської діяльності. Формування орнітокомплексів на різних річках у силу природних та антропогенних змін триває і дотепер, у ряду видів птахів іде деградація гніздових популяцій, але одночасно відбувається і вселення нових, дотепер відсутніх видів птахів.

Порівняльна характеристика орнітокомплексів досліджуваних річок. У річкових долинах на території Північного Приазов'я за період досліджень нами відмічено перебування 125 видів птахів, які належать у таксономічному відношенні до 36 родин 14 рядів. З них 97 видів є гніздовими, зимуючих – 40, мігруючих – 24 види. Роль цих таксонів у формуванні орнітокомплексів різна. У цілому найбільшим видовим різноманіттям представлені горобцеподібні – 53 види (42,4%), сивкоподібні – 20 видів (16,0%). Помітна також участь гусеподібних – 12 видів (9,6%), лелекоподібних – 9 видів (7,2%) та соколоподібних – 9 видів (7,2%). Інші ряди нараховують від 1 до 4 видів і разом становлять 22 види, або 17,6 % орнітофауни долин річок Північного Приазов'я.

Важливим показником для таксономічної характеристики є кількість таксонів різного рангу. Вона найбільша на річці Молочній (86 видів, 28 родин та 14 рядів), що можна пояснити більшою різноманітністю біотопів, з якими межує заплава, більшою площею долини та кращим гідрологічним режимом. На р. Великий Утлюк відмічено 81 вид, 28 родин та 11 рядів. На річках Арабка, Берда та Ташенак приблизно однакова кількість видів, родин та рядів (73:31:14; 71:32:14 та 74:27:10 відповідно), дещо спрощена таксономічна структура угруповань на р. Джекежня, Лозоватка та Юшанли (35:17:7; 39:15:6 та 32:15:6), що зумовлено великим антропогенним навантаженням на долину річок, також цьому сприяє дуже низький рівень води в них. Зв'язок між кількістю видів та загальною чисельністю відображає індекс Маргалефа, його величина показує більш високий рівень багатства для долини річок Молочна (11,39), Ташенак (10,7), Арабка (10,53), Великий Утлюк (10,38), Берда (10,27) та значно менший для річок Лозоватка (7,8), Джекежня (7,0), Юшанли (6,76).

Абсолютними домінантами на всіх контрольних ділянках виступають горобцеподібні (35–41 вид). Частка інших рядів варіює в межах 4-14 видів. Найменш чисельними є представники, що належать до 8 рядів – зозулеподібні, голубоподібні, одудоподібні, куроподібні, сиворакшеподібні, пірникозоподібні, совоподібні та дятлоподібні, вони представлені лише 1-3 видами.

Завдяки мозаїчності ландшафтів у долинах річок створюються виключно сприятливі умови для проживання представників різних біоморфічних груп птахів. Видове різноманіття (за індексом Шенона) за основними стаціями має таку картину: у заростях очерету воно становить 0,89, на солончаках – 0,26, на території заплавних луків – 0,57, видове різноманіття чагарниково-деревної стації становить 0,43, а окремих технічних споруд – 0,33. Найбільше видове різноманіття спостерігається в заростях очерету, що пояснюється їх значною площею та мозаїчністю на території долин річок, а найменше – на відкритих плесах, оскільки вони займають незначну площу та представлені найменшим числом видів: пісочник морський та малий, кулик-довгоніг, чоботар, кулик-сорока.

Подібність гніздових орнітокомплексів досліджуваних річок Північного Приазов'я, за індексом Чекановського-Серенсена (рис. 2), показує, що найбільш схожими за видовим складом є орнітокомплекси річок Арабка та Великий Утлюк Утлюк ($I = 0,736$), а найменш подібними з ними є річки Лозоватка ($I = 0,392$) та Юшанли ($I = 0,209$), що пов'язано з різною протяжністю річок, площею долини, різним ступенем антропогенної трансформації та складом рослинності в долинах.

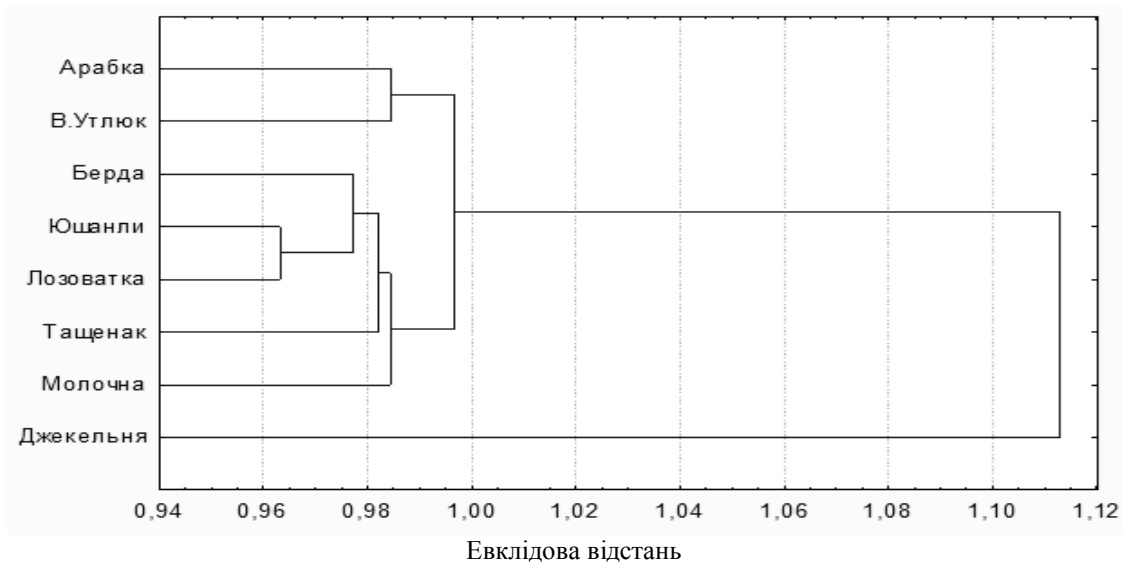


Рис. 2. Кластерний аналіз подібності орнітокомплексів досліджуваних долин річок Північного Приазов'я

Своєрідні умови існування біоценозів у річкових долинах пов'язані з впливом на них весняних та осінніх повеней [17]. Найбільш тривала повінь (15–30 діб) відмічалася в багатководний 1989 рік, коли луки були залиті водою на 80-100 см. Коротка повінь (до 7 діб) відмічалася в період з 2001 по 2013 роки, у цей період луки були залиті водою до 20 см. Для річкових долин характерна мінливість видової структури птахів у зв'язку з несхожими за роками розливами (рис. 3). Вплив водопілля позначається на всіх групах заплавних мешканців [18], викликаючи регулярні видові перебудови угруповань, прослідковується позитивний кореляційний взаємозв'язок між рівнем води та кількістю лімнофільних видів ($r=0,67$, $p<0,05$). Це явище ми описуємо на прикладі населення птахів долини річки Молочної.

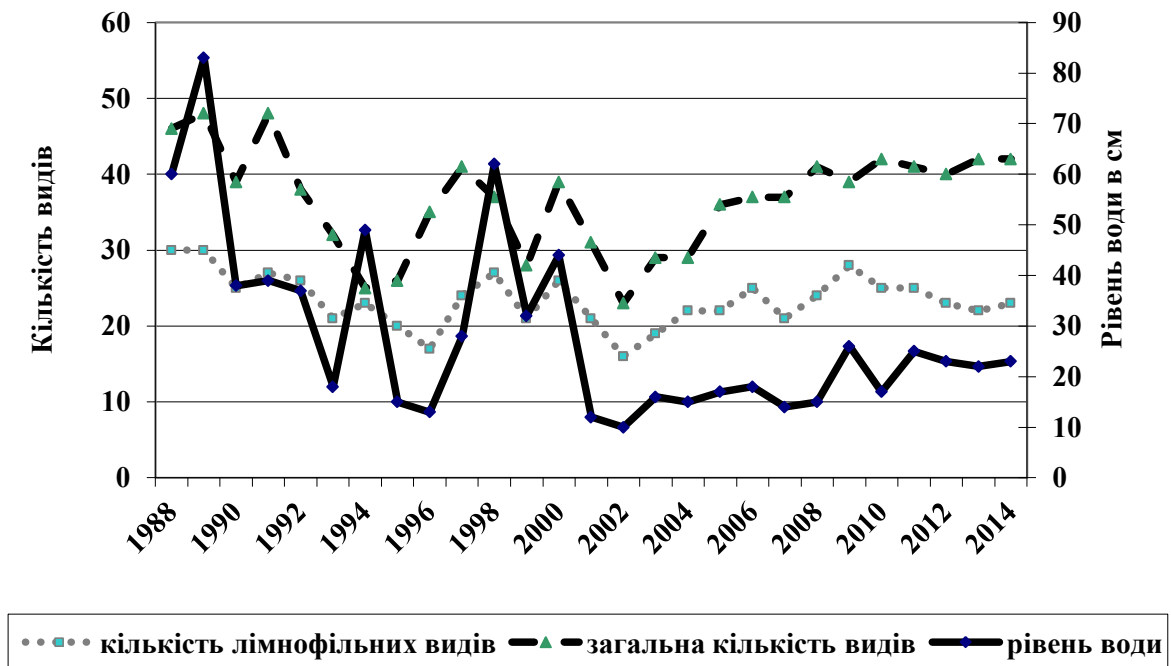


Рис. 3. Динаміка кількості гніздових видів птахів і рівня води на заплавах р. Молочної

Біоморфична структура. В біоморфичній структурі орнітокомплексів річок Північного Приазов'я переважають представники лімнофільної групи, серед гніздових, зимуючих та мігруючих птахів, в гніздовий період ця група включає 44 види (45,4 %) загальною чисельністю на контрольних ділянках 503 пари. Дендрофіли представлені 21 видом (21,6 % гніздової фауни) загальною чисельністю 117 пар, кампофіли – 15 видами (15,5 %) загальною чисельністю 320 пар, синантропна група – 9 видами (9,3 %), а найбільш бідною у видовому відношенні є петрофільна група – 8 видів (8,2 %) та нараховує 23 пари птахів. У зимовому орнітокомплексі домінують лімнофільна та дендрофільна групи – 14 (36,8%) та 13 (34,2%) видів відповідно. На частку кампофільної групи припадає 8 видів (21,1 %). Ще нижча представленість синантропної групи – 3 види (7,9 %). Загальною причиною такої низької чисельності є спорадичність розташованих необхідних для них гніздових біотопів – обривів, ярів, кар'єрів, кам'янистих виходів і т.п., які займають біля 1% території регіону. Бідною у видовому відношенні є синантропна група, яка нараховує 9 видів гніздової орнітофауни загальною чисельністю – 176 пар. Представниками цієї групи є лелека білий, який гніздиться на стовпах ЛЕП у долині р. Молочної, ластівка сільська, шпак звичайний, галка, плиска біла, горобець хатній та польовий. Перераховані вище види влаштовують свої гнізда на залишках зруйнованих тваринницьких ферм.

Співвідношення біоморфичних груп птахів на стаціонарних ділянках річок Північного Приазов'я представлено на рис. 4. Загальна картина на всіх досліджуваних ділянках орнітокомплексів долин річок схожа між собою. Відмінності в біоморфичній структурі на досліджуваних ділянках пов'язані в першу чергу з розмірами долини річки, її довжиною, гідрологічним режимом, ступенем заліснення долини та антропогенним впливом.

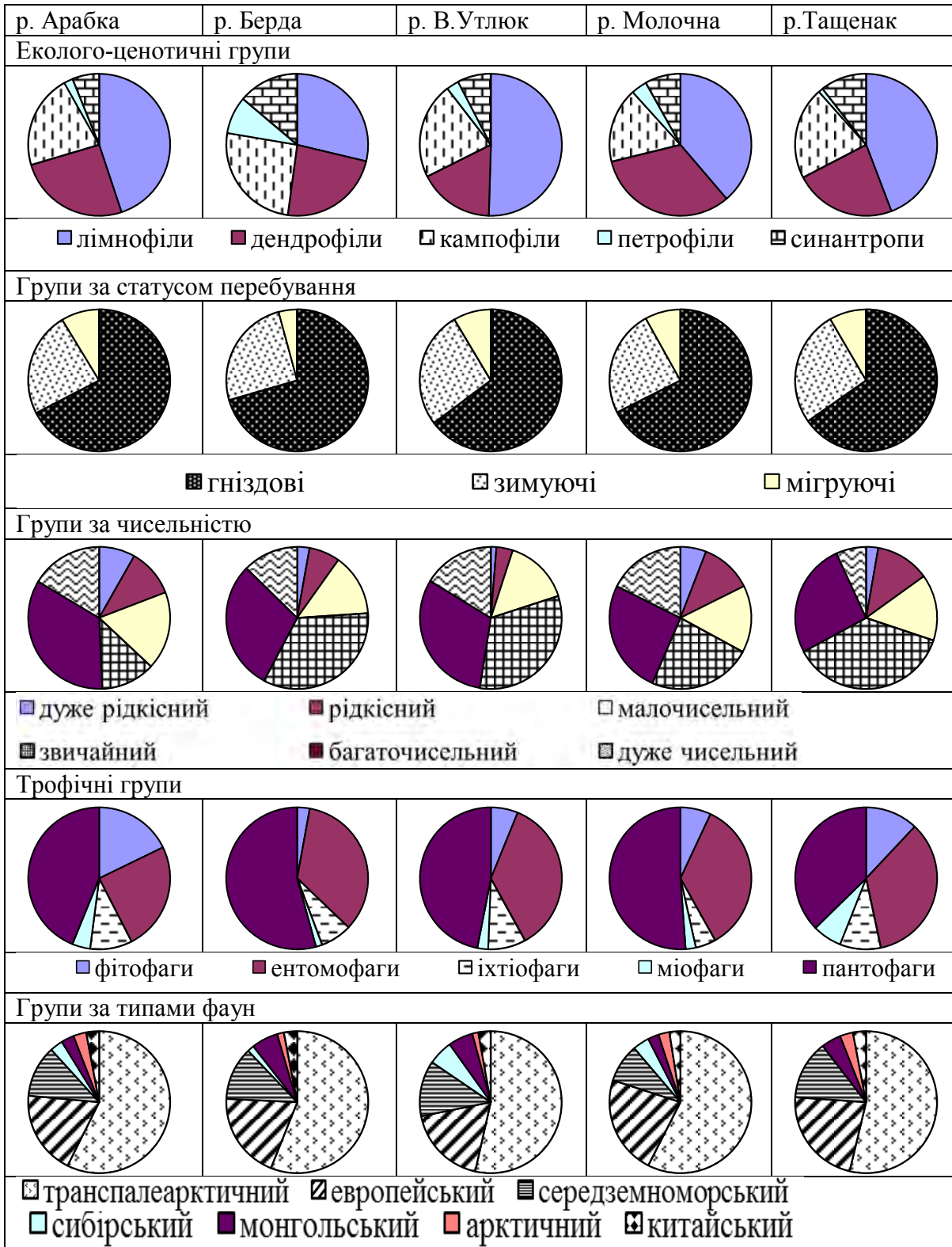


Рис. 4. Співвідношення груп птахів у долинах річок Північного Приазов'я на стаціонарних ділянках

Хорологічна структура. На території Північного Приазов'я представлено вельми широкий спектр біотопів, які використовуються птахами у своїй життєдіяльності. При домінуванні відкритих ландшафтів значну площу займають луки, водойми різних типів, рілля, ліси, обриви, яри, кам'яністі виходи. В історичний період до них додався ще ряд антропогенних ландшафтів, серед яких широке розповсюдження отримали сільськогосподарські поля. Перераховані вище ландшафти можуть бути об'єднані в 4 типи місць мешкання: 1 – відкриті лучно-степові; 2 – водні та коловодні; 3 – чагарниково-деревні; 4 – ерозійні «оголення» геологічних порід, з якими екологічно подібні будови селітебних ландшафтів. Відкриті рівнинні ландшафти долин річок Північного Приазов'я займають близько 70 %, представлені в основному типчакково-ковилловими степами та луками. Травостій цих ландшафтів сформований різними видами домінуючих рослин з різною висотою, що відображається на фауні птахів, що населяють ці місця. На луках зазвичай переважають мезофітні злаки: пирій повзучий, тонконіг лучний та ін. Вони відрізняються дуже щільним та високим травостоєм, який приваблює до себе велику групу специфічних мезофільних тварин. Чагарниково-деревна рослинність займає порівняно незначний відсоток долин річок Північного Приазов'я. Уздовж вивчаємих річок розташовані на пісках по терасам лісові масиви та лісосмуги. Крім того, у долинах присутні поодинокі чагарники.

Видовий склад і структура рослинних угруповань є чинниками, що відіграють найголовнішу роль у формуванні відповідних стацій. Осушення, випасання та інші антропогенні чинники можуть суттєво змінити характер рослинності лучних угідь. До видів, які найтісніше пов'язані з різними типами лучних біотопів та їх екотонів, у яких наявні травостої різної висоти, заболочені і сухі ерозійні ділянки, належать трав'янки лучна і чорноголова. Ці види є добрими індикаторами стану пасовищних екосистем.

Отже, в умовах долинних місць мешкання птахи використовують луки як постійні місця здобування корму або гніздування: на річці Арабка – 62 види, Берда – 67 видів, Великий Утлюк – 68, Молочній – 75 видів та Ташенак – 62 види. На луках заплавного походження переважають види, пов'язані з водно-болотними біотопами, зокрема: лелека білий, чайка, а також цінні мисливські види – фазан, куріпка сіра.

Зоогеографічна структура. Відповідно до типології Б.К. Штегмана (1938) птахи, що перебувають у долинах Північного Приазов'я представлені 7 типами фауни. Домінують представники транспалеарктичного типу фауни. До цього типу належить 66 видів, серед яких представлені в основному лімнофільні птахи. Помітно уступають транспалеарктичному типу європейський (24 види) та середземноморський (16 видів), представлені в основному мешканцями лімнофільної та дендрофільної груп.

Помітно уступають транспалеарктичному типу європейський (24 види) та середземноморський (16 видів), представлені в основному мешканцями лімнофільної та дендрофільної груп. На частку сибірського, арктичного, монгольського та китайського типів припадає 19 видів птахів. Таке співвідношення показує, що загальний вигляд орнітокомплексів долин річок Північного Приазов'я тяжіє до європейської підобласті Палеарктики. Роль фауни пустельно-степового поясу виглядає вкрай незначно.

Консортивна структура. В умовах біогеоценозів Північного Приазов'я птахи вступають у біоценотичні зв'язки з усіма елементами фітоценозів у межах біогеоценозів та входять до різноманітних індивідуальних консорцій як облігатні та факультативні консорти. В очеретяних заростях концентрами видами-засновниками є великі за розміром види, які рано прилітають та агресивні до хижаків птахи, до яких належить чапля сіра, чепури велика та мала, які входять до першого концентру. В колоніях чапель прослідковується просторова (горизонтальна та вертикальна) структура, що зменшує міжвидову та внутрішньовидову конкуренцію, та сприяє вселенню інших видів птахів. Колонії чапель представляють складову частину гніздових орнітокомплексів долин річок Берда, Великий Утлюк та Молочна. Основним детермінантом гніздових консорцій даних орнітокомплексів є очеретяні зарості (рис. 5. А).

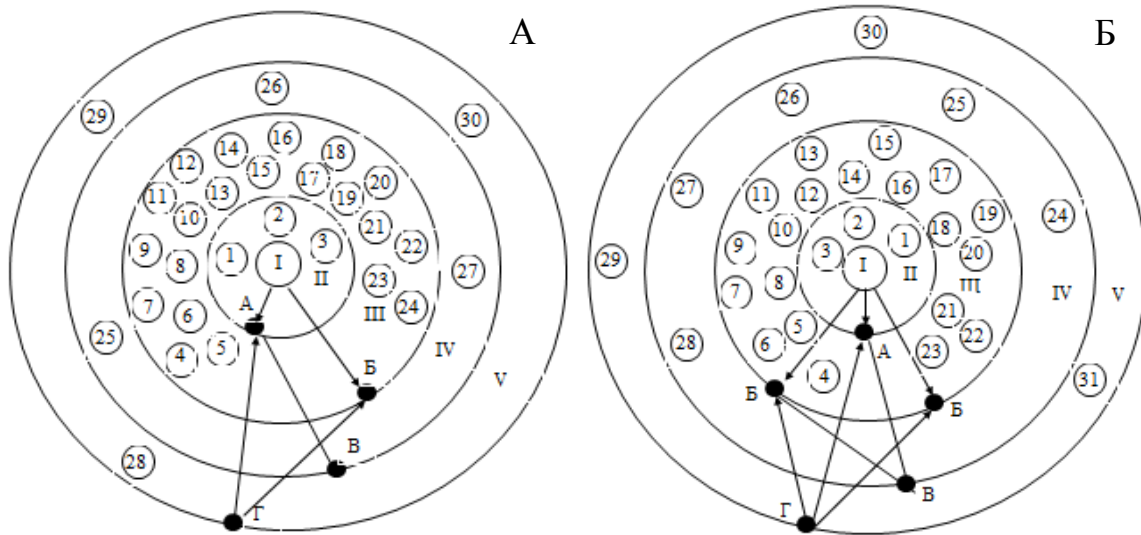


Рис. 5. Консортивні зв'язки в очеретяних заростях (А) та у відкритих трав'янистих біогеоценозах (Б)

Примітка: А: I – детермінант: очерет; II-V – концентри, 1-3: чапля сіра, чепури велика та мала; 4-24: пірникози велика, сірощока та мала, бугай, бугайчик, гуска сіра, крижень, попелюх, лунь очеретяний, пастушок, малий погонич, курочка водяна, лиска, зозуля, сорока, очеретянки велика, ставкова та індійська, ондатра, пацюк сірий; 25-27: синиця вусата, кобилочка солов'їна, миша-крихітка; 28-30: кабан дикий, лисиця, єнотовидна собака. Б: I – детермінанти: солонець солончаковий, ситник Жерара, типчак, полин сантонінський, тонконіг бульбистий, покісниця розставлена, маслинка вузьколиста та ін.; II-V – концентри, 1-3: чайка, коловодник звичайний, кулик-довгоніг; 4-23: пліски жовта та чорноголова, трав'янки чорноголова та лучна, синьошийка, синиця блакитна, фазан, куріпка сіра, жайворонки польовий та степовий, вівсянка звичайна коноплянка, просянка, зяблик, щиглик, сорока, сорокопуд терновий, боривігер, пацюк сірий; 24-28: посмітюха, пліска біла, горобці польовий та хатній, миша-крихітка; 29-31: кабан дикий, лисиця, єнотовидна собака. А-Б – екзогенні консортивні зв'язки; В – екзогенні трансистемні зв'язки; Г – ендосистемні зв'язки.

Едифікатором у відкритих трав'янистих біогеоценозах є комплекс видів трав'янистої та чагарникової рослинності (солонець солончаковий, ситник Жерара, типчак, полин сантонінський, тонконіг бульбистий, покісниця розставлена, маслинка вузьколиста та ін.). Гніздове населення характеризується переважанням облігатних консортивів (65-98%), максимальна кількість факультативних консортивів складає 30 %. Об'єми концентрів та значення окремих консортивів визначається їх чисельністю, біомасою та біоценотичною роллю. Кардинальні зміни використання відкритих трав'янистих біогеоценозів зводяться не тільки до зміни характеру рослинності, але і до формування нових гніздових умов для консортивів (рис. 5. Б).

ВИСНОВКИ

1. Аналіз біотопічного розподілу гніздових птахів у долинах річок Північного Приазов'я показав, що найбільш значущими для них є ділянки з очеретяними заростями, в яких гніздиться 32 види (32,9 %), рудеральними луками – 24 види (24,7 %) та ділянки чагарниково-деревної рослинності – 21 вид (21,7 %). Визначаюче значення у розподілі чисельності птахів відіграють відкриті біотопи – 23%. В інших 4 біотопах гніздиться лише по 3-10 видів. Найбільша кількість птахів пов'язана з руслом ріки, у меншій мірі – з біотопами 1-ї та 2-ї терас; мінімальна кількість видів відмічена в агроландшафтах корінних берегів. Установлено, що домінуючими видами у верхів'ях річок є лиска та очеретянка ставкова, у середній течії – лиска, вівсянка очеретяна та чорноголова трав'янка, у гирловій

частині – лиска та очеретянка велика. Найбільшим видовим різноманіттям (за індексами Шенона, Пієлоу) вирізняються орнітокомплекси річки Берда ($H'=2,22$; $e=0,75$), Молочна ($H'=2,03$; $e=0,73$) та Ташенак ($H'=2,19$; $e=0,78$).

2. У гніздовий сезон у долинах річок формується 7 орнітокомплексів, вони складаються з 97 видів, у зимовий – 4 орнітокомплекси (39 видів). При високому рівні води гніздові орнітокомплекси, які існують протягом 2-3 місяців включають 49, а в маловодні роки – 42 лімнофільних види. Виявлено пряму залежність кількості видів даної групи від рівня води на заплавах луках ($r=0,67$, $p<0,05$). Основу орнітокомплексів складають аборигенні лімнофільні та лучні види до яких слідом за змінами гідрологічного режиму та антропогенної трансформації біотопів приєднуються синантропні види, які активно проникають у долини річок з оточуючих природних та антропогенних ландшафтів в останні десятиліття. Протягом розвитку в долинах річок чагарниково-деревної рослинності створюються орнітокомплекси з лісо-узлісних видів.

3. Таксономічний склад орнітокомплексів долин річок Північного Приазов'я представлений 125 видами птахів, які належать до 36 родин 14 рядів, серед них горобцеподібні складають 42,4 %, сивкоподібні – 16,0 %, гусеподібні – 9,6%, лелекоподібні – 7,2 % та соколоподібні – 7,2 % та ін. З них 97 видів є гніздовими, зимуючих – 39, мігруючих – 24 види. В екологічній структурі орнітокомплексів домінуючою групою є лімнофіли які переважають серед гніздових, зимуючих та мігруючих птахів. Найменше видове різноманіття птахів встановлено для петрофілів та синантропів 8,2% та 9,3%.

4. Абсолютними домінантами на всіх контрольних ділянках виступають горобцеподібні як за кількістю видів (35-41 вид) так і за чисельність – 4,11-8,48 пар/кв.км (63,7-72,6 % від загальної чисельності птахів). Частка інших рядів варіює в межах 4-14 видів та сягають 1-3,3 пар/кв.км. Найменш чисельними є представники, що належать до 8 рядів – зозулеподібні, голубоподібні, одудоподібні, куроподібні та сиворакшеподібні, пірникозоподібні, совоподібні та дятлоподібні, вони представлені лише 1-3 видами та чисельність 0,08-0,42 пар/кв.км. Найбільш багатого є консорція очеретяних заростей, оскільки має більш складну просторову структуру в порівнянні з консорціями відкритих трав'янистих біогеоценозів.

5. В долинах річок при високому антропогенному навантаженні (31-34 бали) відбувається зменшення числа видів на 15,2 % та щільності населення птахів, особливо тих, що гніздяться на поверхні землі. На трансформованих територіях річок збільшується кількість видів, що гніздяться на деревах на 8 %, та видів, що влаштовують гнізда в спорудах людини на 6 %. Ступінь антропогенного впливу є визначаючим фактором у розподілі за видовим складом та біоморфічними групами птахів у орнітокомплексах долин річок Північного Приазов'я: для Арабки та В.Утлюку у 63 %, Берда – 60 %, Молочна – 56 %, Ташенак – 53 %, Лозоватка – 50%. Ступінь антропогенного впливу високий на протязі всієї течії річки, але найбільший він в гирловій частині р. Великий Утлюк (74 %), Берда (66 %) та Молочна (63 %), це пов'язано з більш інтенсивним використанням даних ділянок долин для випасу великої рогатої худоби, близькістю великих населених пунктів, випалювання рослинності, полювання.

6. Стан чисельності рідкісних та зникаючих видів птахів в долинах річок оцінюється незадовільно, що пов'язано як з погіршенням гідрологічного режиму річок, так і з посиленням антропогенного навантаження в останнє десятиліття. Нами зареєстровано перебування у долинах річок Північного Приазов'я 46 «червонокнижних» видів птахів, занесених до Червоної книги України. З них 27 видів відмічені в міграційний період, 20 – в гніздовий сезон та 8 видів – у зимовий період. Гніздування доведене для жовтої чаплі, кулика-довгонога, для яких найбільш сприятливими були багатоводні роки (1988, 1998), для дерихвіста лучного та пісочника морського, навпаки, сприятливими були маловодні роки (2008, 2013).

7. Долини річок відіграють дуже важливу роль у підтриманні різноманіття птахів у регіоні та біорізноманіття в цілому. Із 330 видів регіональної орнітофауни в них зареєстровано 125 видів, в т.ч. у гніздовий сезон 97 видів, що становить 29,4 % видового різноманіття. Для окремих видів річки є основним місцем мешкання (чаплеві, качкові,

пастушкові, коловодні горобині) які складають 15,2 % регіональної фауни. Результати досліджень свідчать про велику екологічну цінність долин річок Північного Приазов'я і необхідність включення нових ділянок до природно-заповідного фонду, що дозволить ефективно охороняти та відновлювати орнітокомплекси річок та створити екологічні коридори національної екомережі.

8. Для збереження орнітокомплексів долин річок рекомендувати суворе дотримання природоохоронного законодавства, повну заборону випалювання рослинності, не допущення перевипасу худоби, розорення прибережних луків та ін., в ключових точках долин річок з високим біорізноманіттям. Для мисливських видів птахів активніше проводити комплекс біотехнічних заходів на території мисливських господарств.

Список літератури

1. Brower J. Field and Laboratory Methods for General Ecology / J. Brower, J. Zar, C. V. Ende. – Wm. C. Brown Publishers, 1990. – 237 pp.
2. Enemar A. On the determination of the size and composition of a passerine bird population during the breeding season / A. Enemar. – Var Fagelvarld, 1959. – Supplement 2. – P. 1–114.
3. Magurran A. E. Ecological Diversity and its Measurement / A. E. Magurran // Princeton University Press. – Princeton, NJ, 1988. – 179 p.
4. Алехин В. В., Сырейщиков Д. П. Методика флористического исследования луга / В. В. Алехин, Д. П. Сырейщиков // Методика полевых ботанических исследований. – Вологда: Северный печатник, 1926. – 69 с.
5. Андрущенко Ю. О. Природа Північного Приазов'я як середовище його населення / Ю. О. Андрущенко, О. І. Кошелев, О. В. Мацюра // Етнокультурний ландшафт Північного Приазов'я. Монографія. – Запоріжжя: Обласна державна адміністрація; Мелітополь: МДПУ; Сімферополь: Таврія, 2004. – С. 22–34.
6. Банников А. Г. Летняя практика по зоологии позвоночных / А. Г. Банников, А. В. Михеев. – М.: Гос. учебно-педагогич. изд-во министерства просвещения РСФСР, 1956. – 361 с.
7. Басова Т. А. Антропогенная нарушенность ландшафтов / Т. А. Басова // Окружающая среда и экология. – Алматы, 2006. – Т. 3. – С. 181–188.
8. Белоусов Ю. А. Влияние антропогенных факторов на формирование и структуру орнитоценозов Ленинских водоемов / Ю. А. Белоусов // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биогеоценозов. – Калинин, 1985. – С. 130–132.
9. Белый А. В. Система геоэкологических индексов как новый метод в оценке природно-хозяйственных систем / А. В. Белый // Международная конф. «Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем». – Алматы, 2000. – С. 24–33.
10. Боговин А. В. Типы категорий биоразнообразия в условиях антропогенной трансформации экологических систем / А. В. Боговин // Экология та ноосферология. – 2011. – Т. 22, № 3–4. – С. 73–83.
11. Богомолов Д. В. Птицы антропогенно трансформированного ландшафта на северо-западе Подмосковья / Д. В. Богомолов, Н. Ю. Захарова // Орнитологические исследования в Северной Евразии: Тез. XII межд. орнитол. конф. Северной Евразии. – Ставрополь, 2006. – С. 83–84.
12. Гудина А. Н. Методы учета гнездящихся птиц: Картирование территорий / А. Н. Гудина – Запорожье: Дикое Поле, 1999. – 241 с.
13. Гузий А. И. Методы учётов птиц в лесах / А. И. Гузий // ИВА програма. Обліки птахів: підходи, методики, результати: школа по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України, Івано-Франкове, 26–28 квітня 1995 р. – Львів-Київ, 1997. – С. 18–48.
14. Дубровський Ю. В. Використання малих річок і проблема збереження їхніх ресурсів / Ю. В. Дубровський // Участь громадськості у збереженні малих річок: матеріали тренінг-курсу. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2005. – С. 18–29.
15. Дядичева Е. А. Оценка роли малых рек в сохранении биоразнообразия гнездовых орнитокомплексов на примере р. Молочной (Запорожская обл.) / Е. А. Дядичева, И. И. Черничко, А. В. Мацюра // Фауна, экология и охрана птиц Азово-Черноморского региона. – Симферополь: Сонат - Симферополь, 1999. – С. 18–22.
16. Кузнецова Е. Н. Пространственная структура орнитокомплексов закрытых водоемов бассейна Верхнего Дона / Е. Н. Кузнецова // Вопросы естествознания. – Липецк: ЛГПУ, 2004. – Вып. 12. – С. 6–11.
17. Макаров А. И. Методические основы эколого-экономических оценок взаимодействия ГЭС и водохранилищ с окружающей природной средой / А. И. Макаров // Сб. статей: Обобщение опыта создания, комплексного использования водохранилищ и вопросы охраны природной среды. – Л.: ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденеева, 1977. – Вып. 122. – С. 74–82.
18. Максимов А. А. Структура и динамика биоценозов речных долин / А. А. Максимов – Новосибирск: Наука, 1974. – 258 с.

19. Миноранский В. А. Изменения в орнитофауне дельты Дона и на прилегающей территории под влиянием деятельности людей / В. А. Миноранский // Материалы 1-й международной научно-практической конференции «Птицы Кавказа». – Ставрополь, 1994. – С. 27–29.
20. Морозов Н. С. Методология и методы учета птиц в исследованиях структуры сообществ птиц: некоторые критические соображения / Н. С. Морозов // Успехи современной биологии. – 1992. – Т. 112, вып. 1. – С. 139–153.
21. Новиков Г. А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г. А. Новиков – М.: Сов. Наука, 1949. – 662 с.
22. Равкин Ю. С. Птицы, пространство, климат. Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата / Ю. С. Равкин. – Казань: ЗАО Новое издание, 2002. – С. 47–50.
23. Раменский Л. Г. Проблемы та методы вивчення рослинного покриву / Л. Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
24. Рогачева Э. Методы учета численности мелких воробьиных птиц / Э. Рогачева // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М., 1963. – С. 117–129.
25. Челинцев Н. Г. Математические основы учета животных / Н. Г. Челинцев. – Москва, 2000. – 431 с.

Матрухан Т.И. Формирование орнитокомплексов долинных мест обитания в Северном Приазовье // Экосистемы. Симферополь: КФУ, 2015. Вып. 1 (31). С. 74–84.

Проанализированы процессы формирования современного состояния и многолетнюю динамику орнитокомплексов в долинных местах обитания в Северном Приазовье. Исследованы современная таксономическая и биоморфическая структуры орнитокомплексов долин рек, многолетнюю и сезонную динамику численности птиц на контрольных площадках. Выявлено 125 видов птиц, которые составляют орнитокомплексы долин рек Северного Приазовья. В гнездовой сезон в долинах рек формируется 7 орнитокомплексов, в которых встречается 97 видов, в зимний период - 4 орнитокомплекса (39 видов). Выяснены ведущие факторы, влияющие на структуру орнитокомплексов. Наиболее разрушительным фактором для орнитокомплексов речных долин является сельское хозяйство (пашня, перевыпас скота, сенокос). Показано влияние степени трансформированности исследуемых долин на формирование орнитокомплексов долин рек. Анализ последствий антропогенных нарушений природных ландшафтов долин рек показал, что при высокой антропогенной нагрузке происходит уменьшение числа видов и плотности населения птиц, которые гнездятся на поверхности земли.

Ключевые слова: орнитокомплекс, разнообразие птиц, долинные места обитания, Северное Приазовье.

Matruhan T.I. Formation bird complexes of valley habitats in the Northern Pryazovia // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 74–84.

The processes of formation of the modern state and the long-term dynamics of bird complexes in valley habitats of the Northern Pryazovia are analyzed. Modern taxonomic and biomorphic structures of bird complexes of river valleys, long-term and seasonal population dynamics of birds in control areas are studied. 125 species of birds that comprise bird complexes of the Northern Pryazovia river valleys are identified. During the breeding season, 7 bird complexes form in the river valleys where 97 species occur, and 4 bird complexes form in the winter (39 species). Major factors influencing the structure of the bird complexes are clarified. The most destructive factor for the river valleys' bird complexes is agriculture (plowing of floodplain meadows, over-grazing, haying). The influence of the transformability degree of investigated valleys on the formation of the river valleys' bird complexes is shown. Analysis of the effects of anthropogenic disturbances of natural landscapes of the river valleys showed that at high anthropogenic load the number of species and population density of birds nesting on the ground decrease.

Key words: bird complexes, variety of birds, valley habitats, Northern Pryazovia.

Поступила в редакцию 02.12.2015 г.

УДК 582.594.2:[581.543+581.46] (477.75)

ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ ЦВЕТЕНИЯ РАННЕВЕСЕННИХ МЕЛЛИТОФИЛЬНЫХ ОРХИДЕЙ (ORCHIDACEA) В КРЫМУ

Иванов С. П., Сволынский А. Д.

Таврическая академия ФГОАУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
Симферополь, spi2006@list.ru, svolinskiy@gmail.com

Получены данные об основных фенологических датах и интервалах цветения четырех видов ранневесенних меллитофильных орхидей – *Orchis pallens*, *O. mascula*, *O. provincialis* и *Dactylorhiza romana* – и выявлены факторы, влияющие на фенодаты и интервалы периода цветения. Большую часть периода цветения орхидей, произрастающих как на Южном берегу Крыма, так и в Горном Крыму, совпадает. При этом орхидеи *O. provincialis* и *O. mascula* показали синхронность реакции на погодные данные, в то время как *O. pallens* показал отсутствие такой синхронности, что свидетельствует о наличии у этого вида другого механизма взаимосвязи между динамикой развития и погодными условиями. Суммы активных температур фенодаты начала цветения *O. mascula* южнобережной популяции (667 °С) и горно-лесной (245 °С) отличаются на существенную величину в 422 °С (63 %). Отличия в сумме активных температур *D. romana* южнобережной и горно-лесной популяций (641 °С и 241 °С соответственно) так же велики (62 %). Такие существенные отличия можно объяснить только изменениями физиологии процессов роста и развития и, следовательно, отличиями особей этих популяций, закрепленных на генетическом уровне. Орхидея *D. romana* по сравнению с *O. pallens*, *O. mascula* и *O. provincialis* менее подвержена влиянию внешних факторов и демонстрирует большую стабильность фенологических параметров и меньшие отклонения от средних сроков начала, конца и продолжительности цветения.

Ключевые слова: фенология цветения, Крым, Orchidaceae, сумма активных температур.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс цветения у орхидных характеризуется в основном теми же антропоэкологическими показателями, которые приняты для характеристики цветения большинства цветковых растений. К ним относятся средние даты начала и конца цветения, темп распускания и увядания цветков, продолжительность цветения одного цветка и др. В своем большинстве аналогичны и факторы, влияющие на эти показатели: условия климата, различные факторы погодных условий, из которых наибольшее влияние оказывает температура. В частности, в ходе исследований было показано, что для ранневесенних видов орхидей в качестве ключевого фактора, запускающего процесс цветения, выступает среднемесячная температура в марте, апреле и мае [11, 15, 24]. Температурный фактор является ключевым и для активации насекомых – опылителей орхидей [17]. Это указывает на необходимость детального изучения последствий влияния климатических факторов на процесс цветения орхидей, с учетом их одновременного влияния на фенологию их опылителей. Изучение процесса цветения и опыления орхидей имеют особо важное значение для безнектарных орхидей, которые привлекают опылителей обманным путем.

Сильная зависимость уровня плодоношения безнектарных орхидей от наличия и плотности специфических опылителей [2, 3] придает особое значение таким малозначимым для нектарных видов показателям, как четкая сопряженность сроков цветения орхидей и сроков лета их опылителей, совпадение не только общих сроков, но и пиков цветения с пиком лета опылителей [7, 16, 21].

При этом существенное значение имеет способ привлечения опылителей. Как показали специальные исследования, для ряда видов обманывающих орхидей наиболее успешно процесс опыления идет в первой половине периода цветения, это свидетельствует, что опылители через некоторый период времени обучаются избегать орхидею в пользу своих кормовых растений [4, 12]. Именно поэтому ранние сроки цветения – обязательное условие успешного опыления орхидей, использующих в качестве опылителей неопытных пчел. Как показали исследования Аккермана [6], ранней весной каждая партия вновь появившихся пчел дает резкое увеличение числа опыленных цветков в популяции, произрастающей на этой территории орхидеи. Ранние сроки цветения являются условием хорошего опыления видов орхидей, опыляемых рано выходящими из зимовки матками общественных ос [2, 10].

Орхидеи, использующие подражание нектарным видам растений, должны синхронизировать свое цветение одновременно и с опылителями, и с модельными видами растений, несколько сдвигая сроки начала своего цветения на более поздние по отношению к срокам цветения модельных видов (Иванов и др., 2004). Этот интервал времени необходим для закрепления опыта посещения нектарных цветков модели.

Наибольшее значение сроки цветения имеют для орхидей, привлекающих в качестве опылителей половых партнеров видов насекомых, участвующих в опылении. В этом случае важно, чтобы цветение орхидеи совпало с коротким периодом лета самцов до массового появления их самок [8].

Для орхидей определенное значение имеет не только динамика цветения вида в целом, но и динамика цветения отдельных соцветий. Обычно не все цветки одного растения распускаются одновременно. Продленный период цветения с несколькими открытыми цветками, так называемым дисплеем соцветия, в любой данный момент может способствовать перекрестному опылению [12, 13]. Наличие нескольких долгоживущих, одновременно распускающихся цветков на одном соцветии способствует длительности периода цветения отдельной особи орхидеи [14], что способствует успеху опыления [5, 18]. При этом исследования Тремблейя [22] показали, что возраст цветка играет важную роль для успеха оплодотворения: чем старше цветок, тем выше вероятность образования плодов. Длительное долгожителство отдельных цветов и формирование большого числа цветков на соцветии – функции, которые, возможно, произошли в ответ на свойственную орхидеям низкую вероятность посещения цветков опылителями [19, 25].

Продолжительность цветения отдельного цветка у орхидей может меняться от одного дня до нескольких десятков дней [1, 9, 20]. Среднее время цветения одного цветка без удаления поллиниев длится значительно дольше, по сравнению со средним значением продолжительности цветения цветков с поллиниями [24]. Таким образом, интенсивность опыления орхидей непосредственно влияет на динамику их цветения.

В ряде исследований показано, что фенология цветения может выступать в качестве фактора видообразования. В частности, установлено, что для четырех популяций орхидеи *Myrmecophila christina*, расположенной вдоль северного побережья полуострова Юкатан и привлекающей опылителей обманом, сроки цветения отличались, в результате чего складывались разные условия опыления, способствующие естественному отбору в направлении закрепления отличий в сроках цветения [16]. Орхидея ятрышник обожженный (*Neotinea ustulata*) недавно был разделен на два подвида, отличающихся по времени цветения при небольших отличиях в морфологических характеристиках. Решающим аргументом в пользу такого разделения послужили генетические исследования, показавшие, что ранние и поздние локалитеты этой орхидеи значительно отличаются друг от друга на генетическом уровне. Особый интерес представляют данные о влиянии сроков цветения на репродуктивную изоляцию некоторых близкородственных видов *Ophrys* [23], поскольку привлечение опылителей у орхидей этого рода осуществляется путем имитации полового партнера. В этих случаях совпадение сроков должно быть наиболее строгим из-за крайней ограниченности (иногда до одного вида) числа видов опылителей и непродолжительности их брачного периода.

Цель наших исследований – установить основные фенодаты и периоды цветения раннецветущих меллитофильных орхидей: *Orchis provincialis*, *O. pallens*, *O. mascula* и *Dactylorhiza romana*, выявить факторы, оказывающие влияние на динамику цветения орхидей и их взаимосвязь.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для проведения исследований послужили сведения, полученные в ходе наблюдений за ходом цветения четырех видов ранневесенних орхидей: *Orchis mascula* (L.) L., *Orchis pallens* L., *Orchis provincialis* Balb. Ex DC. и *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soo. Материал собран в Крыму, в сезоны 2013–2015 гг. *O. provincialis*

изучали в одном из мест его произрастания в западной части Южного берега Крыма, на южном склоне горы Чакатыш; *O. pallens* – в балке Волдарь на западном склоне Долгоруковской яйлы; *O. mascula* изучали в двух пунктах его произрастания: первый – на южном склоне горы Чакатыш, второй – в урочище Карабель-Даг на западном склоне северного Демерджи; *Dactylorhiza romana* исследовали в двух пунктах произрастания орхидеи: первый – на горе Кафель, второй – в Осиновой балке.

Фенологию цветения изучали по данным периодических просмотров соцветий и подсчета распустившихся и отцветших цветков, а также бутонов.

В исследовании учитывались климатические данные с <http://www.pogodaiklimat.ru> по четырем метеостанциям Крыма, ближайшим к местам локализации изучаемых субпопуляций орхидей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Антологические и биологические особенности *O. pallens* изучали в одном из мест его произрастания в Крыму – в балке Волдарь (825 м над ур. м., отроги Долгоруковской яйлы, около села Чайковское). Данный локалитет *O. pallens* располагался на склоне западной экспозиции, в широколиственном лесу из бука и дуба скального. Исследования проводились в 2014 и 2015 гг.

Динамика цветения *O. pallens* в сезоны 2014 и 2015 гг. представлена на рис. 1. Сравнивая рисунки между собой, можно отметить, что даты начала цветения в разные годы практически совпадают. В 2014 году начало цветения выпало на 7 апреля и в 2015 году – на 6 апреля. Последние бутоны также раскрылись почти одновременно. В 2014 году это произошло 30 апреля, а в 2015 – 2 мая.

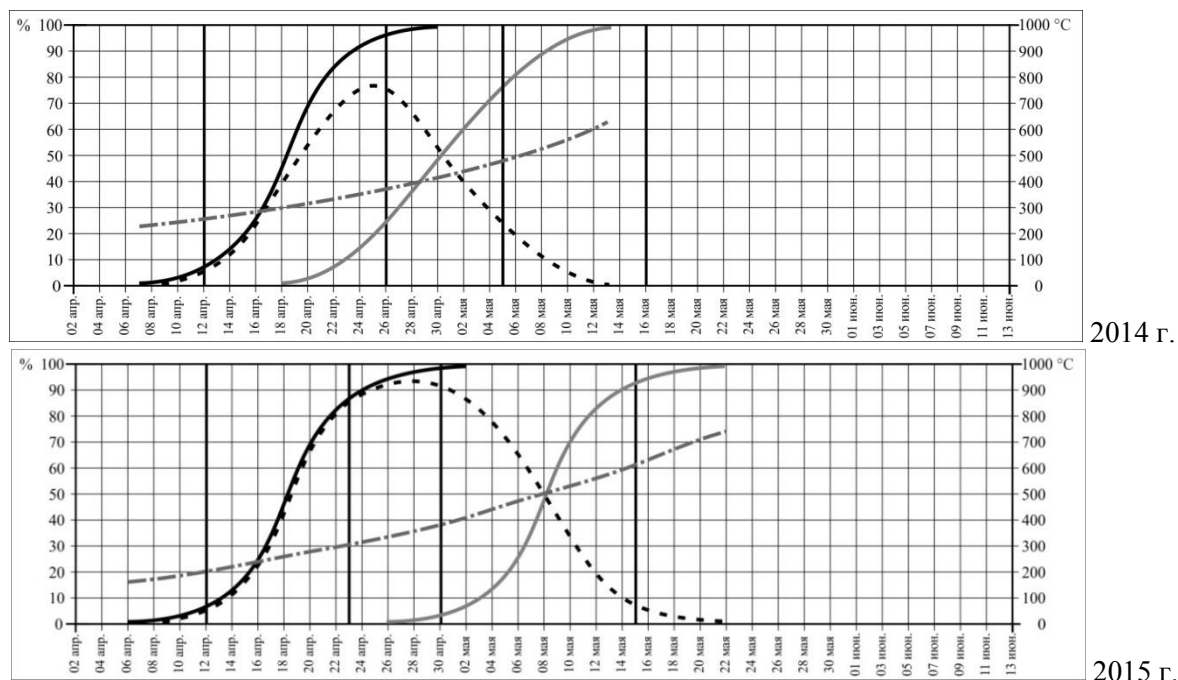


Рис. 1. Динамика цветения *Orchis pallens* в разные годы

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распустившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур.

Несмотря на то, что даты начала цветения и окончания распускания цветков совпали, даты начала отцветания первых цветков *O. pallens* в исследованном локалитете сильно разнятся – 18 и 26 апреля в 2014 и 2015 гг. соответственно, как и разница в датах полного

отцветания – 13 мая и 22 мая в 2014 и 2015 гг. соответственно. Общая продолжительность цветения *O. pallens* в балке Волдарь в 2014 году составила 36 дней с пиком цветения с 22 по 28 апреля, в 2015 году – 46 дней, с максимумом цветения с 24 апреля по 1 мая.

По результатам наблюдений сумма активных температур начала цветения составила в 2014 году – 233 °С, в 2015 – 160 °С, а окончания цветения: 630 °С и 740 °С соответственно.

Динамика цветения *O. mascula* в двух пунктах наблюдений в сезоны 2013–2015 гг. представлена на рис. 2 и 3. Из данных рисунков следует, что начало цветения *O. mascula* в каждом из пунктов существенно отличалось по годам, но если сравнивать пункты между собой в отдельные годы, то можно заметить почти полное совпадение дат. Так, в 2013, 2014 и 2015 гг. в локалитете Чакатыш начало цветения *O. mascula* пришлось на 14, 2 и 25 апреля соответственно, а в урочище Карабель-Даг – на 14, 5 и 22 апреля. Такое же совпадение отмечено для дат начала отцветания цветков. В южнобережной популяции в 2013 году эта дата пришлась на 30 апреля, 2014 – на 22 апреля и в 2015 – на 10 мая, в популяции в урочище Карабель-Даг первые отцветшие цветки появились 1 мая, 24 апреля и 10 мая соответственно.

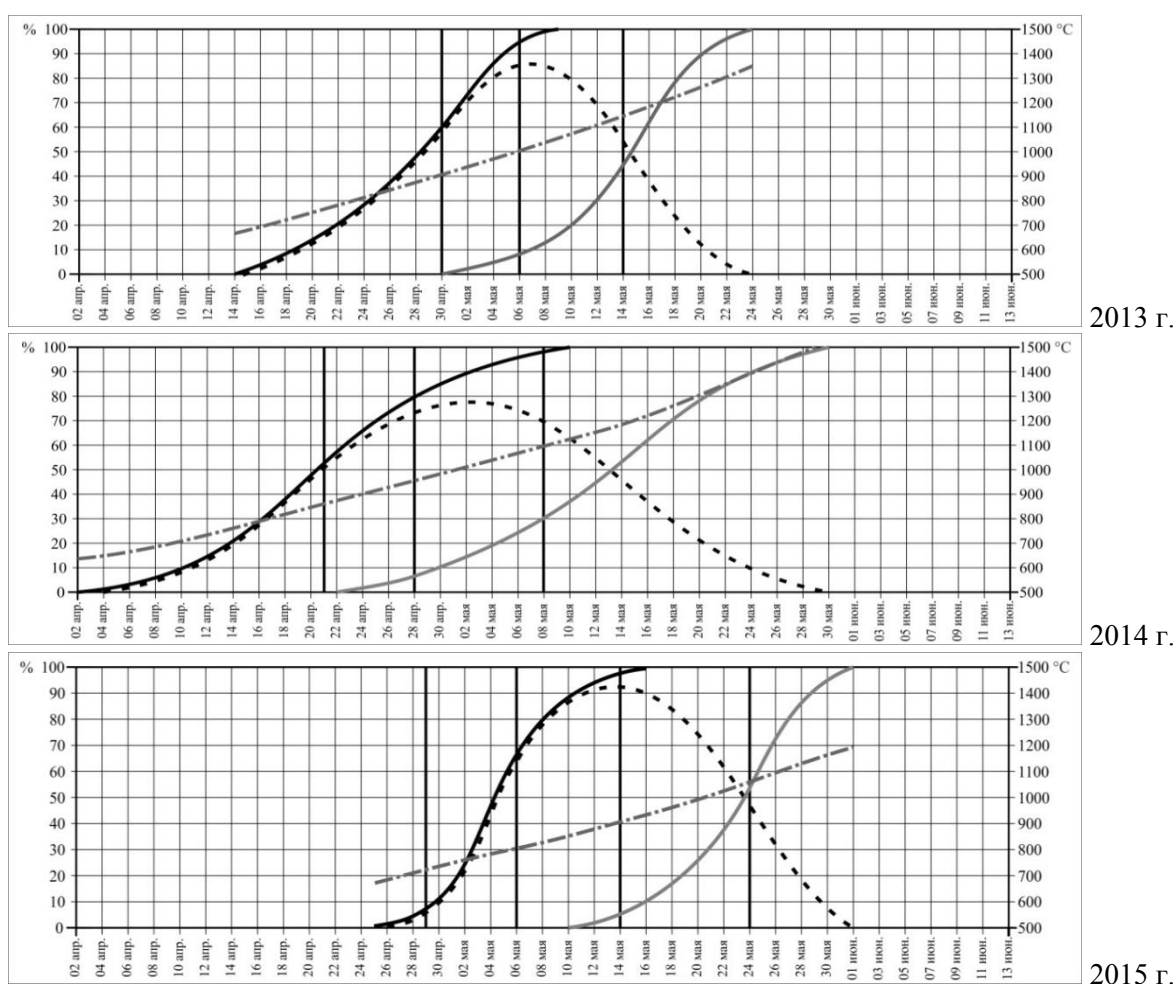


Рис. 2. Динамика цветения *Orchis mascula* в локалитете Чакатыш

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распутившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур.

Почти абсолютное совпадение отмечено и для дат окончания цветения. В локалитете Чакатыш эти даты пришлись в 2013, 2014 и 2015 гг. на 24 мая, 28 мая и 1 июня соответственно, а в урочище Карабель-Даг – на 24 мая, 28 мая и 3 июня. Такое совпадение

дат требует объяснения, поскольку изученные локалитеты существенно отличаются по большинству параметров среды, включая температурный режим.

Общая продолжительность цветения в локалитете Чакатыш в 2013 году составила 40 дней с пиком цветения в период с 4 по 10 мая, в 2014 – 58 дней, пик цветения наблюдался с 26 апреля по 8 мая, и в 2015 году – 42 дня с 25 апреля по 1 июня с пиком цветения с 10 по 17 мая. В урочище Карабель-Даг общее число дней цветения в 2013 году – 37 дней, максимум цветения – в период с 30 апреля по 7 мая, в 2014 году – 49 дня, пик цветения – с 29 апреля по 7 мая, и в 2015 году – 44 дня с пиком цветения с 7 по 16 мая.

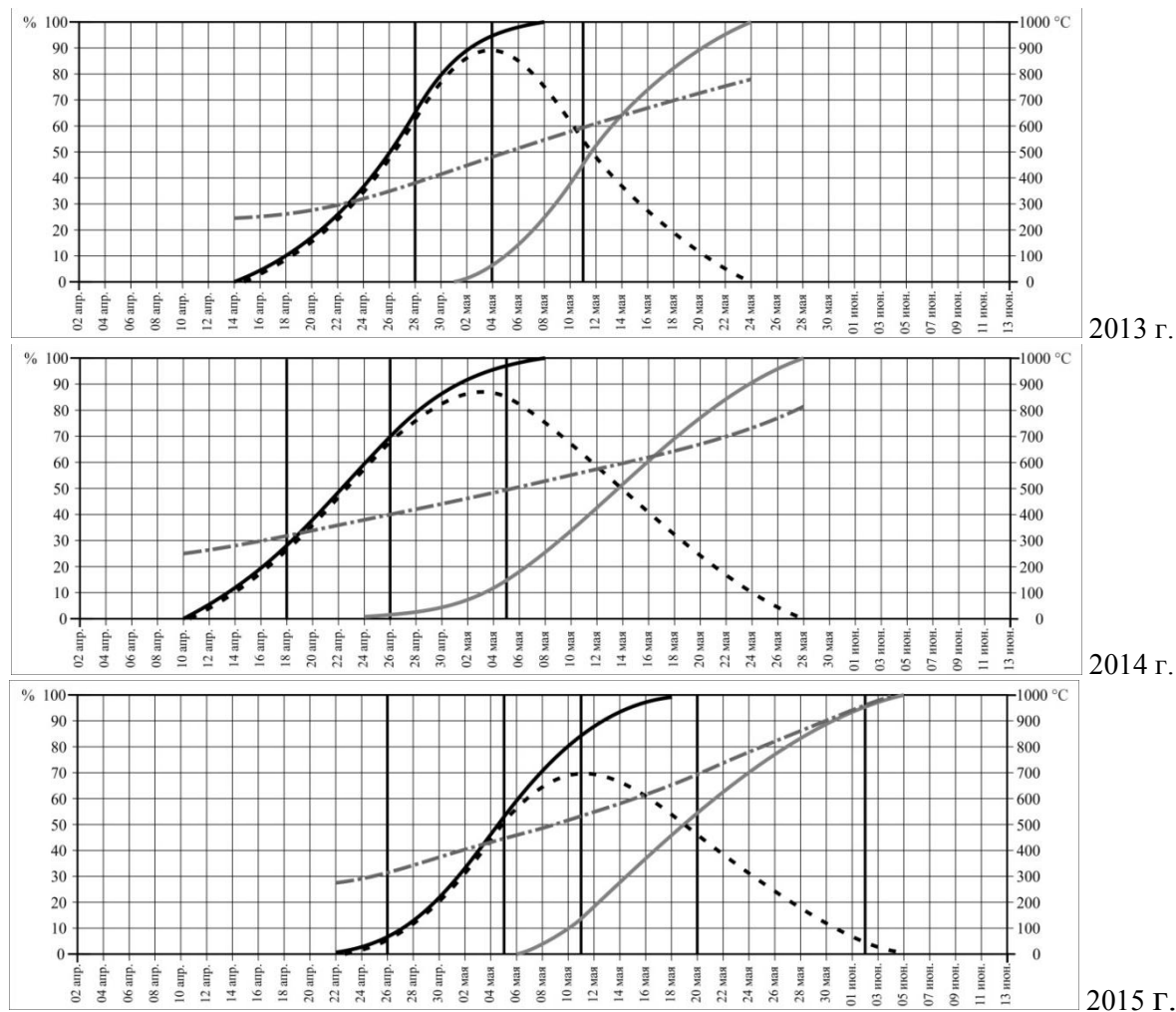


Рис. 3. Динамика цветения *Orchis mascula* в урочище Карабель-Даг

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распустившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур.

По результатам наблюдений за три года, сумма активных температур начала цветения *O. mascula* в локалитете Чакатыш составила 667 °С в 2013 г., 640 °С в 2014 и 674 °С в 2015, а окончания – 1350 °С, 1510 °С и 1195 °С по этим же годам соответственно. В урочище Карабель-Даг к началу цветения сумма активных температур была равна 240 °С в 2013 году, 250 °С в 2014 году и 287 °С в 2015 году, а по окончании цветения – 780 °С, 810 °С и 1004 °С соответственно.

Результаты оценки динамики цветения *O. provincialis* в изученном локалитете представлены на рисунке 4. Из данных рисунка следует, что даты начала цветения *O. provincialis* варьируют по годам. Так, в 2013 году начало цветения выпало на 6 апреля, в 2014 – на 14 апреля, а в 2015 году – на 21 апреля, это характерно и для дат начала отцветания. В 2013, 2014 и 2015 годах они выпали на 24 апреля, 30 апреля и 6 мая соответственно. Последние бутоны раскрылись 2, 10 и 14 мая в 2013, 2014 и 2015 гг. соответственно. Окончание цветения *O. provincialis* в 2013 году было отмечено 20 мая, в 2014 году – 24 мая, а в 2015 оно выпало на 1 июня.

Общее число дней цветения в 2013 году – 44 дня, пик цветения отмечен с 24 апреля по 4 мая, в 2014 году период цветения длился 40 дней, а протяженность пика цветения – с 30 апреля по 6 мая. 2015 год ознаменовался 40-дневной длительностью цветения, а период максимального цветения выпал на 9–17 мая.

По результатам наблюдений за три года, сумма активных температур начала цветения *O. provincialis* в изученном локалитете составила: в 2013 году – 666 °С, в 2014 году – 667 °С и в 2015 году – 625 °С. Сумма активных температур окончания цветения – 1324 °С, 1303 °С и 1175 °С соответственно по годам – 2013, 2014, 2015.

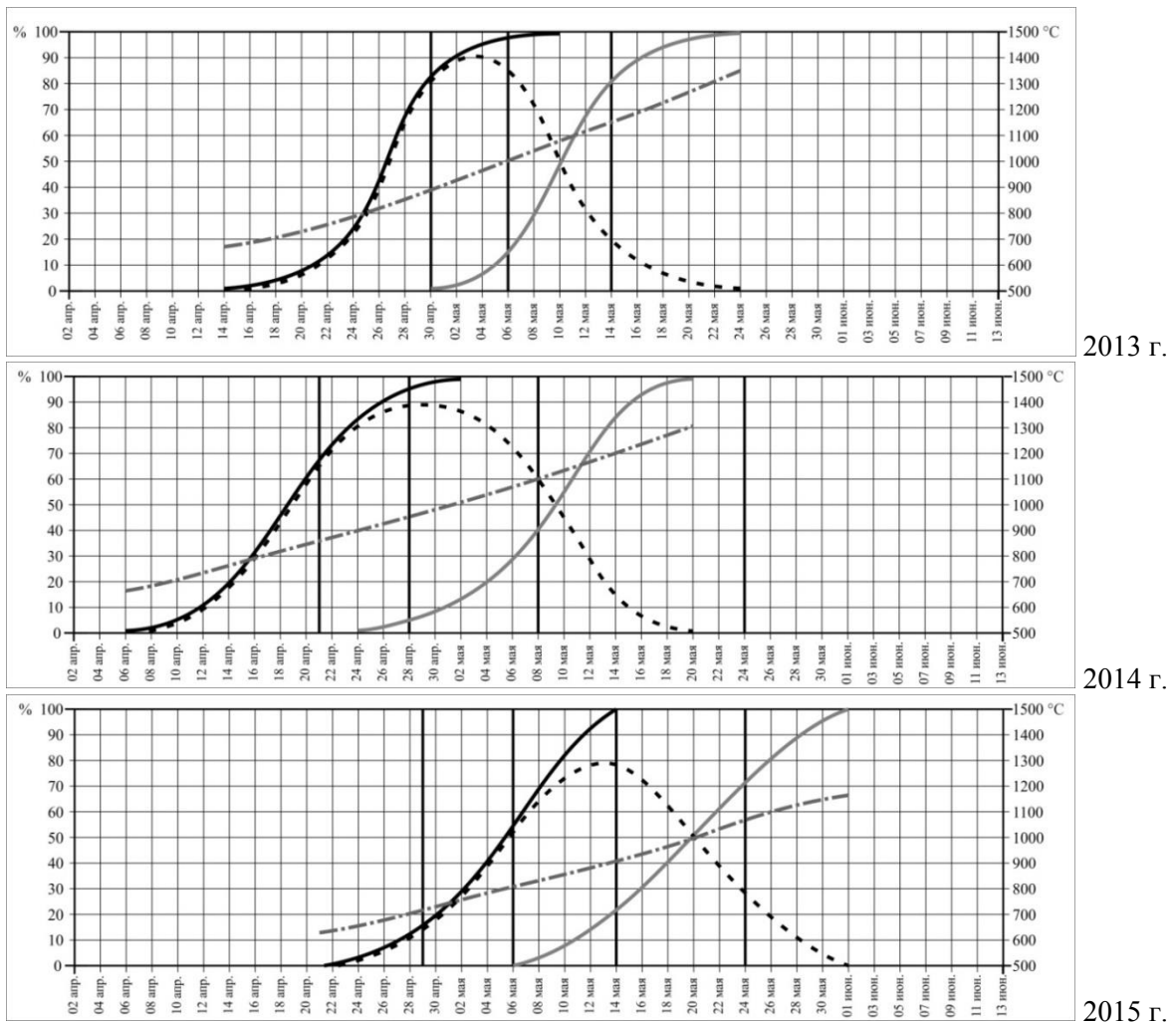


Рис. 4. Динамика цветения *Orchis provincialis* на горе Чакатыш в разные годы

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распутившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур. Даты учета соотношения бутонов, цветущих и отцветших цветков отмечены вертикальными линиями.

Антокологию и биологию *D. romana* исследовали в двух пунктах произрастания орхидеи: первый – на горе Кагель (305 м над ур. м., Южный берег Крыма вблизи села Виноградное), второй – в Осиновой балке на западном склоне северного Демерджи (710 м над ур. м., на Главной гряде Крымских гор, около села Привольное). На горе Кагель растения росли в шибляке на склоне северо-западной экспозиции, в Осиновой балке – на участке склона южной экспозиции под сводом дубового леса. Исследования проводились в сезоны 2013–2015 гг.

Динамика цветения *D. romana* в двух местах произрастания в сезоны 2013–2015 гг. представлена на рисунках 5–6. Из рисунков следует, что начало цветения *D. romana* существенно не отличаются между двумя пунктами, если сравнивать их по отдельным годам. Так в 2013 году на горе Кагель начало цветения выпало на 12 апреля, в 2014 – 6 апреля, и в 2015 году на 14 апреля, а в Осиновой балке на 14, 8, 10 апреля соответственно. Это относится и к датам начала отцветания: 28, 24, 30 апреля на горе Кагель и 30, 20, 22 апреля в Осиновой балке по годам соответственно.

Такая же схожесть характерна и для дат окончания цветения. В южнобережном локалитете эти даты пришлись на 16, 12, 21 мая, а в горном Крыму – на 18, 12, 22 мая в 2013, 2014, 2015 гг. соответственно. Такое совпадения дат требует пояснений.

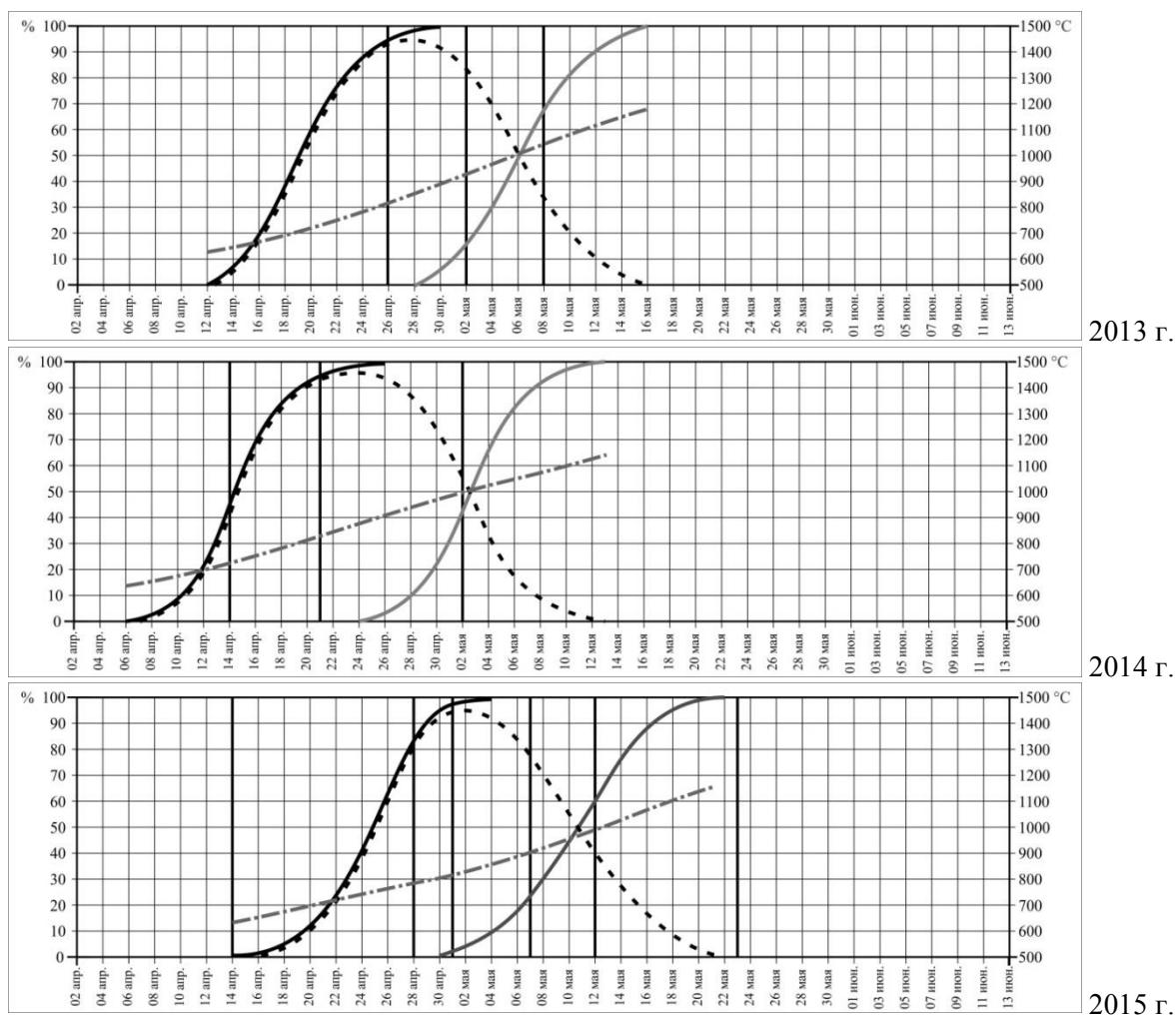


Рис. 5. Динамика цветения *Dactylorhiza romana* на горе Кагель в разные годы

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распустившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур.

Общая сумма дней цветения на горе Кабель в 2013 году составила 34 дня, и пик цветения наблюдался 24–30 апреля, в 2014 – 36 дней с пиком цветения в период с 20 по 27 апреля, и в 2015 году – 37 дней, максимум цветения был с 29 апреля по 5 мая. В Осиновой балке продолжительность цветения в 2013 году – 34 дня, пик цветения – 28 апреля по 4 мая, в 2014 – 34 дня, с максимумом цветения в период с 21 по 26 апреля, и в 2015 году – 42 дня, пик цветения наблюдался в срок с 22 по 27 апреля.

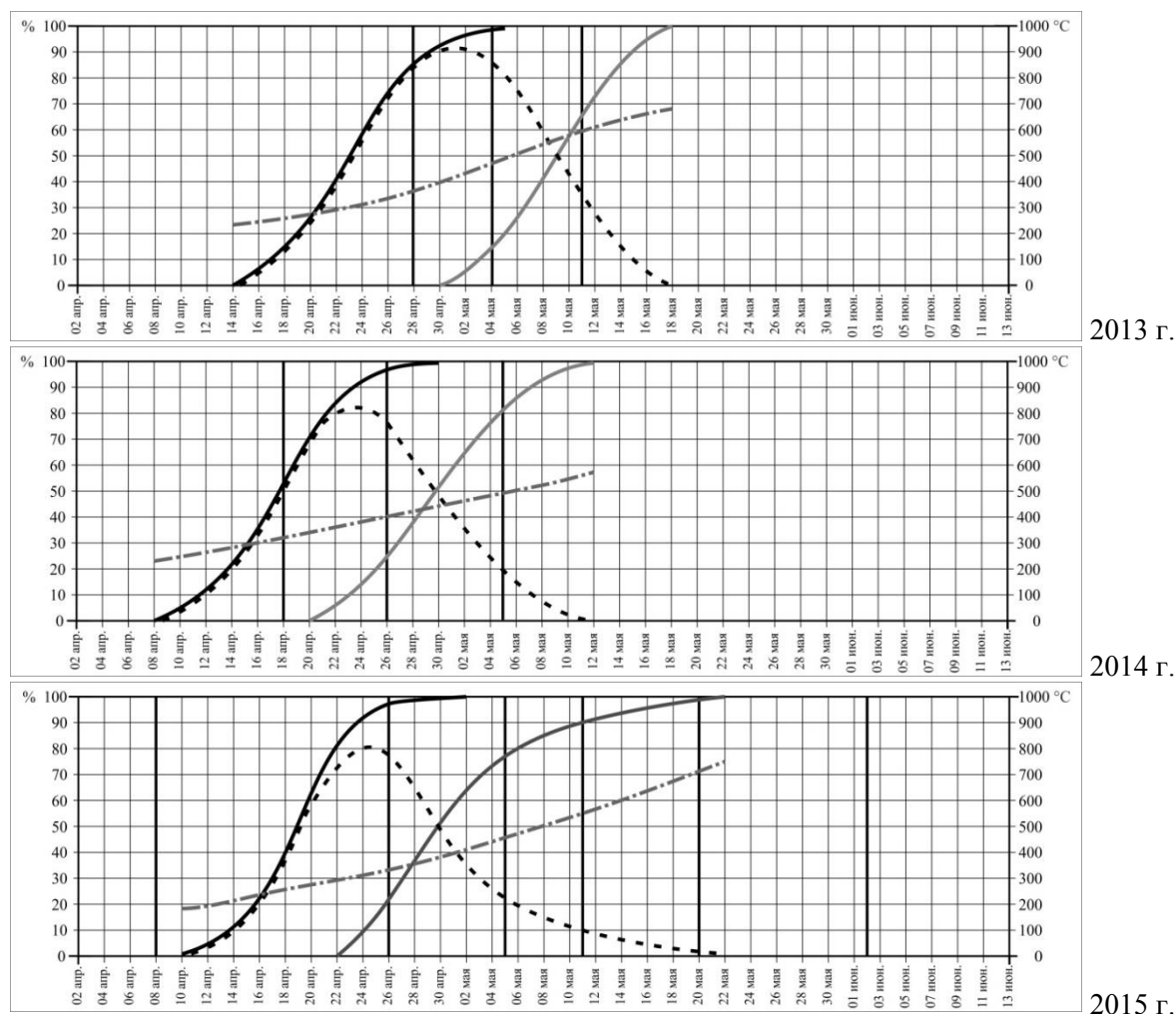


Рис. 6. Динамика цветения *Dactylorhiza rotana* в Осиновой балке в разные годы

Пунктирная линия – доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия – кумулята накопления распутившихся цветков; серая линия – кумулята накопления отцветших цветков, линия точка-тире – кумулята накопления активных температур.

В ходе трехлетних исследований было установлено, что сумма активных температур начала цветения на горе Кабель в 2013 году составила 623 °С, в 2014 – 641 °С и 635 °С в 2015 году, а окончания цветения – 1179 °С, 1187 °С, 1155 °С соответственно годам. В Осиновой балке сумма активных температур начала цветения – 241 °С, 233 °С и 195 °С, а окончания – 679 °С, 571 °С и 730 °С соответственно в 2013, 2014 и 2015 годах.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Изучение антропоэкологических особенностей орхидей имеет исключительно важное значение для познания их биоценотических связей и разработки мер их сохранения в местах естественного произрастания. Учитывая сложный характер взаимоотношений безнектарных орхидей с опылителями, можно с уверенностью заключить, что антропоэкологические особенности таких орхидей стоят в первом ряду свойств, обеспечивающих их репродуктивный успех. Совпадение сроков цветения изученных нами видов орхидей, наряду с безнектарностью их цветков, придает особую остроту их межвидовой конкуренции за опылителей. Решающую роль в этом отношении должны иметь отличия отдельных видов в сроках цветения, пространственной структуре ценопопуляций, архитектуре соцветий и строении цветков, степень сходства с нектароносными модельными растениями. Именно эти признаки, на наш взгляд, обеспечивают успех в конкурентной борьбе за опылителей, без участия которых невозможно образование качественных семян в достаточном количестве.

Наблюдения за ходом цветения четырех видов ранневесенних меллитофильных орхидей в Крыму показали, что большую часть периода их цветения как на Южном берегу, так и в Горном Крыму они цветут одновременно (рис. 7). При этом орхидеи *O. provincialis* и *O. mascula* показали синхронность реакции на погодные данные, в то время как *O. pallens* показал отсутствие такой синхронности, что свидетельствует о наличии у этого вида другого механизма взаимосвязи между темпом развития и погодными условиями.

Особый интерес вызывает совпадение сроков цветения *D. romana* и *O. mascula* на южном берегу Крыма и в Горном Крыму. Эти локалитеты достаточно удалены друг от друга, располагаются в разных природных зонах на разной высоте над уровнем моря, но растения в этих локалитетах цветут практически одновременно. При этом зафиксированы существенные отличия по сумме активных температур сроков начала цветения южнобережных и горно-лесных популяций как одного, так и другого вида.

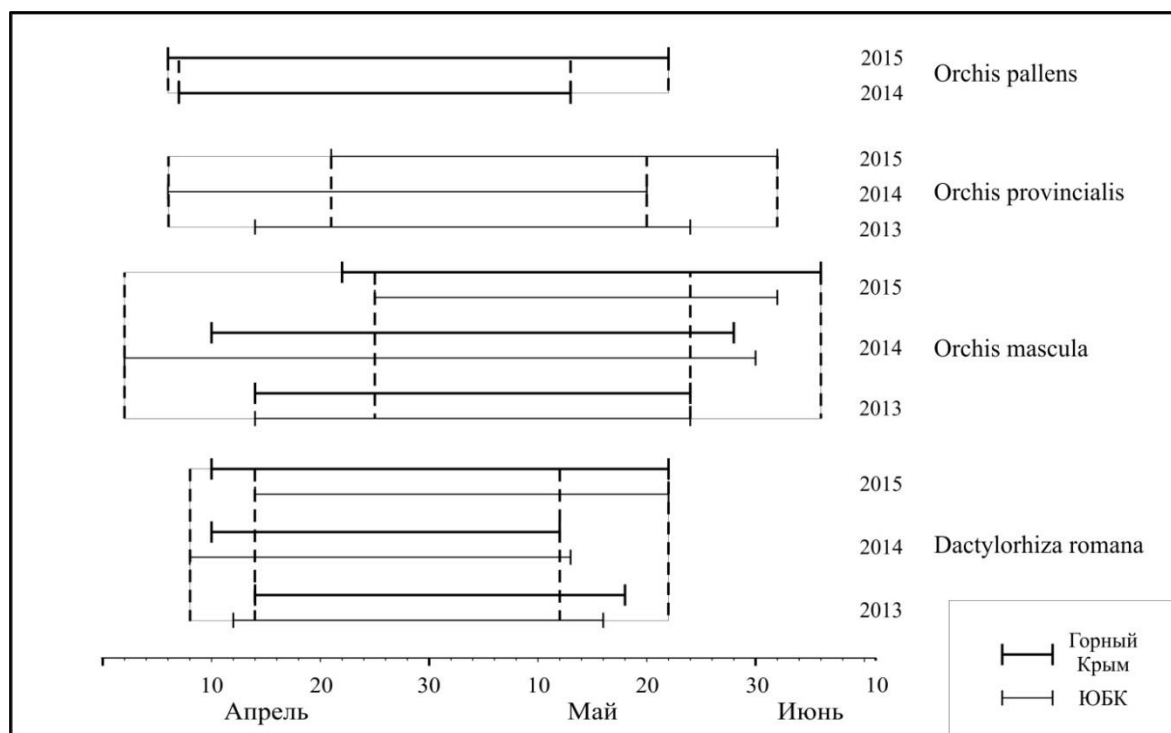


Рис. 7. Фенология цветения четырех видов орхидей в пяти пунктах Крыма в сезоны 2013–2015 гг.

Суммы активных температур фенодат начала цветения *O. mascula* южнобережной популяции (667 °С) и горно-лесной (245 °С) отличаются на существенную величину в 422 °С (63 %). Отличия в сумме активных температур *D. romana* южнобережной и горно-лесной популяций (641 °С и 241 °С соответственно) так же велики (62 %). На наш взгляд, такие существенные отличия можно объяснить только изменениями физиологии процессов роста и развития и, следовательно, отличиями особей этих популяций, закрепленными на генетическом уровне.

Учитывая средиземноморское происхождение *O. mascula* и *D. romana* можно предположить, что изначально их популяции в Крыму располагались в пределах южнобережья, а появление их в горно-лесной зоне – явление вторичное. При этом в ходе постепенного перемещения части особей в горно-лесную зону происходил сдвиг необходимой для зацветания суммы активных температур в сторону меньших значений. Почему же отбором были подхвачены изменения физиологии, обеспечившие сохранение ранних сроков цветения этих популяций в новых условиях горно-лесной зоны? На наш взгляд, это связано с обманной стратегией опыления этих орхидей. Ранние сроки цветения дают значительное преимущество видам, использующим наиболее эффективную (при минимуме энергетических затрат) тактику обмана – обман неопытных опылителей, единственным атрибутом которой являются ранние сроки цветения. Высокая эффективность тактики обмана неопытных опылителей подтверждена рядом исследователей (Ackerman, 1981).

Из других особенностей фенологии цветения изученных видов орхидей следует отметить, что на сроки начала цветения кроме суммы температур определенное влияние оказывает количество дней солнечного сияния. С этим связаны более низкие значения суммы активных температур фенодаты начала цветения *O. provincialis* в 2015 г. Однако этот фактор не оказывает существенное влияние на сдвиг фенодат.

Общая продолжительность цветения трех видов орхидей изученных видов существенно отличалась по сезонам. Минимальная разница между крайними значениями этого показателя отмечена у *D. romana* (ЮБК) – 8 дней и максимальная у *O. mascula* (горный Крым) – 18 дней.

Как показал анализ наших данных, сроки окончания цветения орхидей, которые, собственно, и определяют продолжительность цветения, также в основном определяются суммой активных температур (см. рис. 1–6).

Как отмечалось выше, разные сезоны цветения отличались (иногда существенно) по средней продолжительности цветения одного цветка. В связи с тем, что опыленный цветок сразу же прекращает цветение, можно было бы ожидать, что на общую продолжительность цветения может оказывать влияние интенсивность опыления. Такая зависимость не обнаружена ни для одного из видов, кроме *O. pallens* в сезон наибольшего уровня опыления в 2015 году (рис. 8), при этом была зафиксирована положительная связь и со всеми другими показателями процесса опыления (рис. 8а). В то же время установлено, что общая продолжительность цветения связана положительной связью с продолжительностью цветения одного цветка у всех орхидей рода *Orchis* и не связана у *D. romana*. Эти противоречивые данные заслуживают более детального анализа с привлечением большего материала, что и будет сделано в следующей публикации.

Исходя из совокупности полученных данных, можно заключить, что орхидея *D. romana* по сравнению с *O. pallens*, *O. provincialis* и *O. mascula* менее подвержена влиянию внешних факторов и демонстрирует большую стабильность фенологических параметров, меньшие отклонения от средних сроков начала, конца и продолжительности цветения.

Таким образом, погодные условия периода цветения (прежде всего температура воздуха) являются основным фактором, определяющим фенодаты всех этапов фазы цветения орхидей изученных видов. Сокращение сроков цветения под воздействием опыления проявляется только в сезоны с высоким уровнем опыления.

ВЫВОДЫ

1. Основные фенодаты цветения четырех видов ранневесенних меллитофильных орхидей, произрастающих на Южном берегу Крыма и в Горном Крыму, практически совпадают. В 2013 у *O. mascula* – полное совпадение, в 2013 году – отставание в цветении горных субпопуляций – 10 дней, в 2015 – опережение на 2 дня; у *D. romana* – опережение и отставание не превысило 2 дня.

2. Суммы активных температур фенодаты начала цветения *O. mascula* южнобережной популяции (667 °С) и горно-лесной (245 °С) отличаются на существенную величину в 422 °С (63 %). Отличия в сумме активных температур *D. romana* южнобережной и горно-лесной популяций (641 °С и 241 °С соответственно) так же велики (62 %). Такие существенные отличия можно объяснить только изменениями физиологии процессов роста и развития и, следовательно, отличиями особей этих популяций на генетическом уровне.

3. Орхидеи *O. provincialis* и *O. mascula* на протяжении 3 сезонов показали синхронность реакции на изменения погодных условий, в то время как *O. pallens* и *D. romana* показали отсутствие такой синхронности, что свидетельствует о наличии у этих видов другого механизма взаимосвязи между погодными условиями и динамикой цветения.

4. Орхидея *D. romana* по сравнению с *O. pallens*, *O. provincialis* и *O. mascula* менее подвержена влиянию внешних факторов и демонстрирует большую стабильность фенологических параметров – меньшие отклонения от средних сроков начала, конца и продолжительности цветения.

Список литературы

1. Вахрамеева М. Г. Орхидные России (биология, экология и охрана) / М. Г. Вахрамеева, Т. И. Варлыгина, И. В. Татаренко. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 437 с.
2. Иванов С. П., Фатерыга А. В., Тягнирядно В. В. Сравнительная эффективность опыления орхидей в урочище Аян // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 10–14.
3. Иванов С. П., Фатерыга А. В., Холодов В. В. Экология опыления ремнелепестника козьего (*Himantoglossum carpinum*) в Крыму [Ivanov S. P., Fateryga A. V., Kholodov V. V. Pollination ecology of lizard orchid (*Himantoglossum carpinum*) in Crimea] // Охрана и культивирование орхидей. Материалы IX Международной конференции (26–30 сентября 2011 г.). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 187–194.
4. Хомутовский М. И. К вопросу об эффективности опыления видов рода *Epipactis* Sw. (Orchidaceae Juss.) на северо-востоке г. Андреаполь Тверской области / М. И. Хомутовский // Апомиксис и репродуктивная биология: матер. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения С. С. Хохлова, Саратов, 29 сент. – 1 окт. 2010 г. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 2010. – С. 218–222.
5. Шибанова Н. Л. Некоторые особенности репродуктивной биологии орхидей Среднего Урала / Н. Л. Шибанова // Ботанический журнал. – 2006. – Т. 91. – №9. – С. 1354–1368.
6. Ackerman J. D. Pollination biology of *Calypso bulbosa* var. *occidentalis* (Orchidaceae): a food-deception system / J. D. Ackerman // Madrono. – 1981. – V. 28. – P. 101–110.
7. Ackerman J. D. Specificity and mutual dependency in the orchid-euglossine bee interaction // Biol. J. Linn. Soc. – 1983. – V. 20. – P. 301–314.
8. Coleman E. Pollination of an Australian orchid *Cryptostylis leptochila* F.V.Muell. // Vict. Nat. – 1927. – V. 44. – P. 333–340.
9. Delforge P. Orchids of Europe, North Africa and the Middle East / P. Delforge. — London: A&C Black Publishers Ltd., 2006. – 640 p.
10. Fateryga A. V., Ivanov S. P., Fateryga V. V., Pollination ecology of *Steveniella satirioides* (Spreng.) Schltr. (Orchidaceae) in Ayan natural landmark (the Crimea) // Ukr. Botan. Journ. – 2013, V. 70. – № 2, – P. 195–201.
11. Haraštová-Sobotková M. Morphometric and genetic divergence among populations of *Neotinea ustulata* (Orchidaceae) with different flowering phenologies / M. Haraštová-Sobotková, J. Jersáková, P. Kindlmann, L. Èurn // Folia Geobotanica. – 2005. – № 40. – P. 385–405.
12. Heinrich B. Bee flowers: a hypothesis on flower variety and blooming time / B. Heinrich // Evolution. – 1975. – V. 29. – P. 325–334.
13. Heinrich B. Bumblebee economics / B. Heinrich. – Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1979. – 245 p.
14. Jones D. The pollination of *Calochilus holtzei* F. Muell. / D. L. Jones, B. Gray // Am. Orchid. Soc. Bull. – 1974. – V. 43. – P. 604–606.

15. Molnár A. Pollination mode predicts phenological response to climate change in terrestrial orchids: a case study from central Europe / A. Molnár, J. Tökölyi, Z. Végvári, G. Sramkó, J. Sulyok, Z. Barta // *Journal of Ecology*. – 2012. № 100. – P. 1141–1152.
16. Parra-Tabla V. Phenology and Phenotypic Natural Selection on the Flowering Time of a Deceit-pollinated Tropical Orchid, *Myrmecophila christinae* / V. Parra-Tabla, C. F. Vargas // *Annals of Botany*. – 2004. – V. 94. – P. 243–250.
17. Robbirt K. M. Phenological responses of British orchids and their pollinators to climate change: an assessment using herbarium and museum collections / K. M. Robbirt // *Centre for Ecology, Evolution and Conservation: University of East Anglia*, 2012. – 241 p.
18. Rodriguez-Robles J. A. Effects of display size, flowering phenology, and nectar availability on effective visitation frequency in *Compartmentia falcata* (Orchidaceae) / J. A. Rodriguez-Robles, E. J. Melendez, J. D. Ackerman // *American Journal of Botany*. – 1992. – V. 79. – № 9 – P. 1009–1017.
19. Srimuang K. Flowering Phenology, Floral Display and Reproductive Success in the Genus *Sirindhornia* (Orchidaceae): A Comparative Study of Three Pollinator-Rewarding Species / K. Srimuang, S. Watthana, H. Æ. Pedersen, N. Rangsayatorn, P. D. Eungwanichayapant // *Annales Botanici Fennici*. – 2010. – V. 47. – № 6. – P. 439–448.
20. Sugiura N. Flowering Phenology, Pollination, and Fruit Set of *Cypripedium macranthos* var. *rebutense*, a Threatened Lady's Slipper (Orchidaceae) / N. Sugiura, T. Fujie, K. Inoue, K. Kitamura // *Journal of Plant Research*. – 2001. – V. 114. – № 2. – P. 171–178.
21. Thomson J. D. Skewed flowering distributions and pollinator attraction / J. D. Thomson // *Ecology*. – 1980. – V. 61. – P. 572–579.
22. Tremblay R. L. Flower Phenology and Sexual Maturation: Partial Protandrous Behavior in Three Species of Orchids / R. L. Tremblay, G. Pomales-Hernández, M. Méndez-Cintrón // *Caribbean Journal of Science*. – 2006. – V. 42. – № 1. – P. 75–80.
23. Vöth W. Bestäubungsbiologische Beobachtungen an griechischen Ophrys – Arten // *Mitt. Bl. Arb. Kr. Heim. Orch. Baden-Wuertt.* – 1984. – Bd 16. – S. 1–20.
24. Zhang Y. Flowering phenology and reproductive characteristics of *Cypripedium macranthos* (Orchidaceae) in China and their implication in conservation / Y. Zhang, S. Zhao, D. Liu, Q. Zhang, J. Cheng // *Pak. J. Bot.* – 2014. – V. 46 (4). – P. 1303–1308.
25. Zimmerman M. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination // *Plant reproductive ecology: coll. scien. pap.* – New York: Oxford University Press, 1988. – P. 157–178.

Ivanov S. P., Svolynskiy A. D. Features of phenology of flowering of early spring orchids (Orchidaceae) that are pollinated by bees in Crimea // *Ekosystemy. Simferopol: CFU*, 2015. Iss. 1 (31). P. 85–96.

The data on the main phenological dates and intervals of flowering of four types of early-spring orchids that are pollinated by bees – *Orchis pallens*, *O. mascula*, *O. provincialis* and *Dactylorhiza romana* – is provided and factors that affect phenological dates and intervals of flowering periods are identified. Large part of the flowering period of orchids growing on the Southern coast of the Crimea and in the Crimean Mountains is identical. At the same time, orchids *O. provincialis* and *O. mascula* showed a synchronous reaction to the weather data, while *O. pallens* showed a lack of synchrony, indicating that this type has another interrelation mechanism of the dynamics of development and weather conditions. The sum of active temperatures of the phenological date of the flowering beginning of *O. mascula* of the southern coast population (667 °C) and the mountain-forest one (245 °C) differ by a substantial amount of 422 °C (63 %). Differences in the amount of active temperatures of *D. romana* of the southern coast and mountain-forest populations (641 °C and 241 °C, respectively) are also high (62 %). Such substantial differences can be explained by changes in the physiology processes of growth and development, and therefore, by differences of individuals of the population, fixed at the genetic level. The orchid *D. romana*, if compared with the *O. pallens*, *O. mascula* and *O. provincialis*, is less influenced by external factors and shows greater stability of phenological parameters and smaller deviations from average terms of the beginning, end and duration of the flowering.

Key words: phenology of blossoms, Crimea, Orchidaceae, sum of active temperatures.

Поступила в редакцию 20.12.2015 г.

УДК 582.477:653.9 (477.75)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЕКОРАТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *JUNIPERUS* L.

Савушкина И. Г., Сеит-Аблаева С. С.

Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
Симферополь, limodorum2001@rambler.ru

Предложена новая шкала для оценки декоративности представителей рода *Juniperus* L. Приведены результаты изучения декоративных качеств 5 видов и 15 культиваров можжевельников из коллекции ботанического сада им. Н. В. Багрова КФУ им. В. И. Вернадского. Выявлено 6 высокодекоративных и 12 декоративных таксонов. Даны рекомендации по использованию изученных видов и культиваров в озеленении.

Ключевые слова: *Juniperus*, можжевельник, оценка декоративности, методика, шкала, ботанический сад, Предгорный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Современное видовое и формовое разнообразие декоративных древесно-кустарниковых растений дает возможность для их широкого использования в различных садово-парковых композициях. В связи с этим одним из направлений работы, проводимой в ботанических садах, является выделение из существующего обширного ассортимента наиболее перспективных в конкретных условиях видов, форм и сортов для внедрения в практику зеленого строительства. Наряду с биологическими и хозяйственными свойствами растений важным показателем, определяющим их использование в озеленении, являются декоративные качества. Они характеризуются совокупностью морфологических признаков (размерами и формой кроны, строением и окраской листьев, величиной и окраской плодов и т. д.) и зависят как от наследственных особенностей, так и от внешних условий. Максимальную декоративность растения имеют в оптимальных для них условиях произрастания.

Можжевельник принадлежит к наиболее популярным хвойным растениям. Род *Juniperus* L. включает в себя свыше 60 видов. Селекционерами выведены около 350 форм, различающихся окраской хвои и формой кроны [1, 4, 20]. Будучи устойчивыми к неблагоприятным условиям среды, эти растения широко используются в озеленении городских парков, скверов, приусадебных участков. Подбор ассортимента для каждого объекта озеленения является сложной задачей, поскольку требуется учитывать в комплексе декоративность, биологические и хозяйственные свойства видов.

Для определения успешности интродукции и жизненности существует большое количество методик [5, 6, 8, 10, 11, 19], использование которых возможно и для хвойных растений. При анализе декоративных качеств также целесообразно использование шкал, что позволяет проводить более объективную оценку. В практике садоводства и цветоводства при оценке декоративных качеств красивоцветущих растений эти шкалы хорошо проработаны [3, 7, 12, 13, 14]. Однако для хвойных растений, в частности можжевельников, они малопригодны. Создание подобной шкалы для видов и садовых форм можжевельников позволит сформировать перспективный ассортимент для целей озеленения.

Целью данной работы является разработка шкалы декоративности для представителей рода *Juniperus* и оценка видов и культиваров можжевельников из коллекции ботанического сада им. Н. В. Багрова Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского» в соответствии с разработанной шкалой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Род *Juniperus* относится к базовым дендрологическим коллекциям сада, составляющим основу кониферетума и входящим в структуру арборетума [15]. Можжевельники в ботаническом саду КФУ им. В. И. Вернадского представлены 7 видами и 30 декоративными

формами, большинство из которых успешно интродуцированы, устойчивы и перспективны для использования в условиях Предгорного Крыма [2, 16, 17, 18]. В качестве объектов было выбрано 5 видов и 15 культиваров. Исследования проводили в течение трех лет (2013-2015 гг.).

При оценке декоративных качеств можжевельников были использованы методические разработки Н. В. Котеловой и О. Н. Виноградовой [7], В. М. Остапко и Н. Ю. Кунец [14] и «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [13].

Также за основу взята шкала с бальной градацией, разработанная Я. А. Крековой, А. В. Данчевой и С. В. Залесовым для оценки декоративных признаков у видов рода *Picea* L. [9]. Данная шкала была модифицирована, применительно к роду *Juniperus* (Таблица 1). Исключены такие признаки как архитектура ствола и ветвей, цвет коры, состояние растения, т. к. данные признаки не являются показательными и решающими для декоративности можжевельников.

Также внесены изменения, касающиеся декоративности хвои. Оценка данного признака для можжевельников целесообразно проводить отдельно для летнего и зимнего периода. Изменчивость окраски можжевельников по сезонам связана с воздействием низких температур. Облик растения в летний период играет первостепенную роль в его восприятии. Наименьший балл присваивался видам и культиварам, имеющим одноцветную (зеленую) хвою. Балл декоративности увеличивается при наличии насыщенного цвета, колористической окраски – голубого, сизого, золотистого цвета, пестрохвойности. Декоративность хвои в зимний период определялась по степени сохранения ее летней окраски. Приобретение бурых, серых или бронзовых оттенков приводит к снижению привлекательности.

Шкала была дополнена такими признаками как аромат (интенсивность, специфичность) и относительная поражаемость вредителями и болезнями. Все части можжевельников богаты эфирным маслом, имеющим специфический и зачастую приятный запах. Ароматность растения, оказывает существенное влияние на эмоциональное восприятие его в целом. Наименьший балл присваивается видам и культиварам, хвоя и шишки которых при растирании имеют резкий неприятный запах. Максимальное количество баллов получают растения, имеющие интенсивный приятный аромат.

На оценку общего состояния растений и их декоративность также оказывает влияние устойчивость к вредителям и болезням. Оценка относительной поражаемости вредителями и болезнями проводили по «Методике государственного сортоиспытания...» [13].

Каждый признак оценивали от 1 до 5 баллов, а затем индексировали за счет коэффициента значимости. Величина переводного коэффициента определялась продолжительностью действия каждого декоративного признака и силой его эстетического и эмоционального воздействия. Наиболее высокие переводные коэффициенты (4 и 3) были присвоены следующим признакам: период декоративности, архитектура кроны (форма, структура, охвоенность), окраска хвои в летний период, окраска хвои в зимний период.

По суммарной балльной оценке изучаемые виды и культивары распределялись в следующие группы: I – высокодекоративные (75-90 баллов), II – декоративные (60-74 баллов), III – среднедекоративные (45-59 балла), IV – малодекоративные (менее 44 баллов).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Очень важную роль в оценке декоративности растений играет период декоративности, т. е. промежуток времени, в течение которого растение не утрачивает привлекательности. При этом декоративность может быть обусловлена одним или несколькими морфологическими признаками. Можжевельники, являясь вечнозеленой породой, по данному показателю получили 4 и 5 баллов (Таблица 2). В 4 балла оценивались те виды и культивары, чья окраска хвои в зимний период значительно снижала декоративный эффект по сравнению с летней, приобретая бурый, бронзовый или серый цвет. К таким таксонам относятся садовые формы *J. sabina* 'Arcadia', 'Blue Danube' и 'Cupressifolia', *J. squamata* 'Blue Swede' и 'Blue Carpet', *J. horizontalis* 'Blue Chip', 'Blue Moon' и 'Prince of Wales', *J. chinensis* 'Gold Star', *J. scopulorum* Sarg.

Таблица 1

Шкала градаций признаков для оценки декоративности видов и культиваров рода *Juniperus*

Признак	Р	Баллы				
		1	2	3	4	5
Период декоративности	4	-	-	Определенный период вегетации	Вегетационный сезон	В течение всего года
Архитектоника кроны (форма, структура, охвоенность)	4	Крона не сформирована или деградирована, охвоенность менее 20 %	Крона редкая, неоднородная, охвоенность 21–50 %	Крона редкая, слабо-однородная, охвоенность 51–60 %	Крона средне-плотная, средне-однородная, охвоенность 61–80 %	Крона плотная, однородная, охвоенность до 100 %
Окраска хвои в летний период	3	Одноцветная (зеленая)	Одноцветная (зеленая), насыщенная	Одноцветная (зеленая) с сизым налетом	Имеет незначительные признаки колористической окраски (от темно-зеленого до голубоватого, сизого и золотистого)	Имеет ярко выраженную колористическую окраску – голубоватую, сизую, золотистую, пеструю
Окраска хвои в зимний период	3	Бурая, бронзовая или серая окраска хвои всей кроны	Бурая, бронзовая или серая окраска хвои более 30 % кроны	Бурый, бронзовый или серый налет на концах побегов	Незначительно отличается от летней окраски	Идентична летней окраске
Декоративность шишек	2	Снижают декоративный эффект	Практически незаметны, имеют невыразительную окраску. Образуются редко	Слабо заметны, немногочисленные, декоративный эффект непродолжителен	Заметны, многочисленные, усиливают декоративный эффект	Красивые, интенсивно окрашены, четко выделяются на фоне хвои
Аромат (интенсивность, специфичность)	1	Резкий, неприятный	Слабый, неприятный	Слабый, приятный или специфический	Сильный, приятный	Очень интенсивный, приятный
Относительная поражаемость вредителями и болезнями	1	Вредителями и – свыше 40 % поверхности растения. Болезнями – всей хвои, отмирание побегов	Вредителями – до 40 % поверхности растения. Болезнями – более 50 % хвои, побегов	Вредителями – до 20 % поверхности растения. Болезнями – до 50 % хвои, побегов	Вредителями – до 10 % поверхности растения. Болезнями поражены отдельные хвоинки и побеги в незначительной степени	Вредителями и – до 5 % поверхности растения. Поражения болезнями отсутствуют

Примечание к таблице. Р – переводной коэффициент.

Не менее важным по значимости признаком является архитектура кроны. Под архитектурой понимается система построения кроны, определяемая ее размерами, формой, характером ветвления побегов и ветвей, степенью однородности и охвоенности. У можжевельников, как у всех вечнозеленных хвойных пород, форма кроны не претерпевает значительных сезонных изменений и во многом зависит от наследственных особенностей таксона. Наиболее низкую оценку (3 балла) получили культивары *J. sabina* 'Variegata' и 'Cupressifolia', а также *J. scopulorum*, имеющие разреженную или оголенную нижнюю часть кроны. Формы *J. sabina* 'Blue Danube', *J. horizontalis* 'Blue Moon', *J. communis* 'Hibernica' и *J. × pfitzeriana* были оценены по этому признаку в 4 балла. Для них характерна средне-плотная, средне-однородная крона с охвоенностью 61–80 %. Остальные 12 таксонов оценены в 5 баллов за плотную, однородную крону с охвоенностью до 100 %.

Таблица 2

Оценка декоративности видов и культиваров можжевельников из коллекции Ботанического сада КФУ им. В. И. Вернадского

Вид или культивар	Декоративный признак							Об max 90	ГД
	ПД	АК	ОХЛ	ОХЗ	ДШ	ОПБВ	А		
	P=4	P=4	P=3	P=3	P=2	P=1	P=1		
<i>Juniperus chinensis</i> 'Gold Star'	4/16 *	5/20	4/12	2/6	2/4	5/5	3/3	66	II
<i>Juniperus communis</i> 'Hibernica'	5/20	4/16	3/9	5/15	2/4	4/4	3/3	71	II
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Blue Chip'	4/16	5/20	5/15	2/6	3/6	4/4	2/2	69	II
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Blue Moon'	4/16	4/16	5/15	2/6	2/4	4/4	3/3	64	II
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Prince of Wales'	4/16	5/20	3/9	2/6	2/4	5/5	1/1	61	II
<i>Juniperus × media</i> 'Glauca'	5/20	5/20	5/15	4/12	3/6	5/5	3/3	81	I
<i>Juniperus × media</i> 'Old Gold'	5/20	5/20	5/15	5/15	2/4	5/5	5/5	84	I
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	5/20	4/16	3/9	5/15	5/10	4/4	3/3	77	I
<i>Juniperus × pfitzeriana</i> (Späth) P. A. Schmidt	5/20	4/16	2/6	4/12	2/4	5/5	4/4	67	II
<i>Juniperus sabina</i> L.	5/20	5/20	2/6	3/9	5/10	5/5	5/5	75	I
<i>Juniperus sabina</i> 'Arcadia'	4/16	5/20	4/12	3/9	4/8	3/3	4/4	72	II
<i>Juniperus sabina</i> 'Blue Danube'	4/16	4/16	5/15	3/9	5/10	4/4	3/3	73	II
<i>Juniperus sabina</i> 'Cupressifolia'	4/16	3/12	3/9	2/6	2/4	2/2	4/4	53	III
<i>Juniperus sabina</i> 'Tamariscifolia'	5/20	5/20	3/9	4/12	3/6	5/5	5/5	77	I
<i>Juniperus sabina</i> 'Variegata'	5/20	3/12	5/15	4/12	2/4	3/3	3/3	69	II
<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	4/16	3/12	2/6	2/6	4/8	5/5	3/3	56	III
<i>Juniperus squamata</i> 'Blue Carpet'	4/16	5/20	5/15	2/6	3/6	3/3	4/4	70	II
<i>Juniperus squamata</i> 'Blue Swede'	4/16	5/20	4/12	2/6	2/4	5/5	4/4	67	II
<i>Juniperus virginiana</i> L.	5/20	5/20	3/9	3/9	5/10	2/2	4/4	74	II
<i>Juniperus virginiana</i> 'Grey Owl'	5/20	5/20	5/15	4/12	4/8	5/5	5/5	85	I

Примечание к таблице. * – балл / балл с учетом переводного коэффициента, ПД – период декоративности, АК – архитектура кроны, ОХЛ – окраска хвои в летний период, ОХЗ – окраска хвои в зимний период, ДШ – декоративность шишек, ОПБВ – относительная поражаемость болезнями и вредителями, А – аромат, ОБ – общий балл, P – переводной коэффициент, ГД – группа декоративности

Особую привлекательность можжевельникам придает хвоя. Различаясь формой, размером и окраской, она позволяет создать многочисленные контрасты в композициях ландшафтного дизайна. Максимальную оценку за особенный декоративный эффект окраски летней хвои получили культивары *J. virginiana* 'Grey Owl', *J. × media* 'Old Gold' и 'Glauca', *J. sabina* 'Blue Danube' и 'Variegata', *J. squamata* 'Blue Carpet', *J. horizontalis* 'Blue Chip' и 'Blue Moon', имеющие ярко выраженную колористическую окраску – голубоватую, сизую, золотистую или пеструю. Низкую оценку в 2 балла получили видовые можжевельники *J. scopulorum* Sarg. и *J. × pfitzeriana* за насыщенную, но одноцветную окраску хвои.

Для многих можжевельников характерно резко выраженное изменение окраски хвои в зимний период. Хвоя при этом приобретает бурые, серые, или бронзовые оттенки. Так изменение окраски хвои более 30 % кроны, оцененное в 2 балла, характерно для всех оцениваемых культиваров *J. squamata* и *J. horizontalis*, а также *J. chinensis* 'Gold Star', *J. sabina* 'Cupressifolia' и *J. scopulorum*. Изменение окраски только на концах побегов отмечено *J. sabina*, его культиваров 'Blue Danube' и 'Arcadia', *J. virginiana*. Наивысший балл за сохранение окраски без изменений на протяжении всего года получили 3 таксона: *J. × media* 'Old Gold', *J. oxycedrus* и *J. communis* 'Hibernica'.

Особый интерес при оценке декоративности можжевельников представляют их шишки. У всех можжевельников они не раскрывающиеся, с плотно сомкнутыми мясистыми чешуями, шаровидные или несколько удлинённые, но могут иметь различную окраску и размер [4, 20]. Эффектные, крупные, интенсивно окрашенные шишки четко выделяются на фоне хвои, значительно усиливая декоративный эффект растения. Наивысший балл при оценке этого признака получили *J. oxycedrus*, *J. virginiana*, *J. sabina* и его культивар 'Blue Danube'. Для этих таксонов характерно образования красивых, интенсивно окрашенных шишек, хорошо заметных и четко выделяющихся на фоне хвои. Низкие баллы получили 8 культиваров и 1 вид гибридного происхождения *J. × pfitzeriana*, на которых шишки не образуются или образуются редко, но при этом невыразительны и не повышают общий декоративный эффект.

Терпкий, насыщенный смолистыми и дымчатыми нюансами, но все же очень освежающий аромат можжевельников учитывается при использовании этих растений в благоустройстве, как небольших усадебных участков, так и парков в целях обогащения эстетического восприятия мира растений в целом. Наивысшую оценку в 5 баллов за очень интенсивный и приятный аромат получили *J. virginiana* 'Grey Owl', *J. sabina*, *J. s. 'Tamariscifolia'*, *J. × media* 'Old Gold'. Низкую оценку в 2 балла получил *J. horizontalis* 'Blue Chip' за слабый малоприятный запах. Резкий неприятный запах отмечен только у культивара *J. horizontalis* 'Prince of Wales'.

Относительная поражаемость болезнями и вредителями – признак, характеризующий растение с практической точки зрения и оказывающий существенное влияние на его декоративность. Разные виды и культивары можжевельников в разной степени подвержены заболеваниям и вредителям. Наиболее сильные признаки поражения вредителями, охватывающие до 40 % поверхности растения, и болезнями (более 50 % всей хвои) отмечены у *J. virginiana* и *J. sabina* 'Cupressifolia'. Для поддержания декоративности и хорошего жизненного состояния этим растениям требуется проведение регулярных обработок. Высокая устойчивость к поражениям отмечена у половины изучаемых таксонов.

Согласно проведенной балльной оценке, большинство видов и культиваров можжевельников из коллекции относятся ко II группе – декоративные растения (от 60 до 74 баллов). В эту группу были отнесены 2 вида и 10 садовых форм (Таблица 2).

В группу высокодекоративных видов и культиваров, набрав от 75 до 85 баллов, вошли *J. oxycedrus*, *J. virginiana* 'Grey Owl', сорта *J. × media* 'Old Gold' и 'Glauca', *J. sabina* и его культивар 'Tamariscifolia' (Рисунок 1).

К III группе среднедекоративных можжевельников отнесены *J. scopulorum* и *J. sabina* 'Cupressifolia'. Последний таксон набрал минимальное количество баллов (53), что связано с наличием у него редкой, слабоохвоенной кроны, буреющей в зимнее время, а также незначительной декоративностью шишек. Кроме того, у некоторых экземпляров *J. sabina*

'Cupressifolia', несмотря на высокий агротехнический фон и регулярно проводимые фитосанитарные осмотры и обработки, отмечены повреждения болезнями и вредителями.

Благодаря разнообразию форм и размеров можжевельники чрезвычайно популярны в ландшафтном дизайне и могут быть использованы в различных композициях (табл. 3).

Крупные виды и культивары высаживают солитерно на газоне. Это могут быть как вертикальнорастущие так и ширококораскидистые стелющиеся формы. Как правило, такие можжевельники должны отличаться интересной формой или цветом. Из таксонов, представленных в коллекции ботанического сада, так могут быть использованы *J. communis* 'Hibernica', *J. oxycedrus*, *J. scopulorum*, *J. virginiana*.



Рис. 1. Высокодекоративные виды и культивары из коллекции Ботанического сада КФУ им. В. И. Вернадского

1 – *Juniperus virginiana* 'Grey Owl' (85 баллов); 2 – *Juniperus* × *media* 'Old Gold' (84 балла); 3 – *Juniperus* × *media* 'Glauca' (81 балл); 4 – *Juniperus oxycedrus* (77 баллов); 5 – *Juniperus sabina* 'Tamariscifolia' (77 баллов); 6 – *Juniperus sabina* (75 баллов).

Значительно чаще можжевельники высаживают в виде групп. Такие группы могут компоноваться с массивами и являться, в этом случае, переходным звеном между плотными и высокими посадками и открытой горизонтальной поверхностью газона. Помимо этого группа из можжевельников может играть самостоятельную роль и служить, например, для предохранения газона от вытаптывания на развилке дорог. Также можжевельники являются прекрасными опушечными растениями. В групповых посадках и для опушек можно применять большинство изученных видов и культиваров. Удачным решением является объединение можжевельников в группы с другими хвойными в миксбордерах, а почву под ними мульчировать корой или щепой. При этом стелющиеся формы высаживают на переднем плане, а высокорослые и раскидистые – на среднем и заднем планах композиции. Иногда создаются сложные миксбордеры, включающие в себя не только хвойные растения, но и лиственные кустарники, травянистые однолетники и многолетники. Для создания таких композиций подойдут *J. chinensis* 'Gold Star', *J. × media* 'Old Gold', *J. sabina* 'Arcadia', 'Blue Danube', 'Tamariscifolia', *J. squamata* 'Blue Carpet' и 'Blue Swede', *J. virginiana* 'Grey Owl' и некоторые другие среднерослые культивары.

Можжевельники – это прекрасные растения для живых изгородей любой высоты: от бордюра до живой стены, как формованных, так и свободнорастущих. Эффектная крона можжевельников не требует частой обрезки, но растения, растущие в виде формованной живой изгороди, стригут регулярно. Для низких бордюров подойдут культивары *J. sabina* 'Arcadia', 'Tamariscifolia', 'Cupressifolia', 'Variegata'. Для низких и средних живых изгородей высотой от 0,5 до 3 м можно использовать *J. × media* 'Glauca', *J. × pfitzeriana*, *J. sabina*. Для высоких живых изгородей хорошим вариантом будут *J. communis* 'Hibernica', *J. oxycedrus*, *J. scopulorum* и *J. virginiana*. Эти же высокорослые виды могут использоваться для аллейных посадок.

Таблица 3

Использование видов и культиваров можжевельников в озеленении

Вид или культивар	Высота	Использование в озеленении								
		солитеры	группы	опушки	аллеи	живые изгороди	микс-бордеры	рокарий	почво-покровные	склоны
<i>Juniperus chinensis</i> 'Gold Star'	до 1 м		+	+		+	+	+	+	
<i>Juniperus communis</i> 'Hibernica'	3–5 м	+	+	+	+	+				
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Blue Chip'	0,3–0,4 м		+	+			+	+	+	+
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Blue Moon'	0,3–0,4 м		+	+			+	+	+	+
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Prince of Wales'	до 0,3 м		+	+			+	+	+	+
<i>Juniperus × media</i> 'Glauca'	1,2–1,8 м	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus × media</i> 'Old Gold'	0,4–0,6 м		+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	до 10 м	+	+	+	+	+				
<i>Juniperus × pfitzeriana</i> (Späth) P. A. Schmidt	до 3 м	+	+	+		+				
<i>Juniperus sabina</i> L.	1–1,5 м	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus sabina</i> 'Arcadia'	до 0,7 м		+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus sabina</i> 'Blue Danube'	0,4–0,5 м		+	+			+	+	+	+
<i>Juniperus sabina</i> 'Cupressifolia'	до 0,5 м		+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus sabina</i> 'Tamariscifolia'	до 1 м	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus sabina</i> 'Variegata'	до 1 м		+	+		+	+	+	+	+
<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.	10–13 м	+	+	+	+	+				
<i>Juniperus squamata</i> 'Blue Carpet'	до 0,6 м		+	+			+	+	+	+
<i>Juniperus squamata</i> 'Blue Swede'	до 1,5 м		+	+		+	+	+		
<i>Juniperus virginiana</i> L.	до 15 м	+	+	+	+	+				
<i>Juniperus virginiana</i> 'Grey Owl'	до 1,5 м	+	+	+		+	+	+	+	+

Сталанниковые формы можжевельников (*J. horizontalis* 'Blue Chip', 'Blue Moon' и др.) часто используются для декорирования склонов и в качестве почвопокровных растений.

Различные формы, особенно карликовые, часто используются для украшения рокариев, а также каменистых берегов водоемов. Среди камней рокария хорошо смотрятся низкорослые и стелющиеся культивары можжевельников – *J. horizontalis* 'Blue Chip' и 'Blue Moon', *J. × media* 'Old Gold', *J. chinensis* 'Gold Star', *J. squamata* 'Blue Carpet' и другие.

Таким образом, можжевельники благодаря великолепным декоративным свойствам, многообразию форм, обилию расцветок и неприхотливости широко используются в озеленении. Они прекрасно подходят для солитерных и групповых посадок, создания аллей, живых изгородей различной высоты и миксбордеров. Низкорослые виды и культивары находят применение в каменистых садах, а также в качестве почвопокровных и закрепляющих почву на склонах растений.

ВЫВОДЫ

1. Представлена модификация шкалы признаков декоративности для представителей рода *Juniperus* L. Впервые предложено проведение оценки аромата растений (его интенсивности и специфичности), относительной поражаемости вредителями и болезнями, а также окраски хвои отдельно в летний и зимний период. Переводной коэффициент значимости каждого признака составляет от 1 до 4.

2. В результате проведенной оценки декоративности видов и культиваров рода *Juniperus* L. из коллекции ботанического сада Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского 2 вида и 4 культивара отнесены к группе высокодекоративных и 2 вида и 10 культиваров – к группе декоративных.

3. Изученные виды и культивары можжевельников могут быть рекомендованы для создания солитерных и групповых посадок, аллей, живых изгородей, миксбордеров и рокариев, а также в качестве опушечных и почвопокровных растений при озеленении населенных мест Предгорного Крыма.

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства образования и науки РФ № 2015/701-5 по теме: «Биоэкологические особенности интродуцированных и местных видов растений в условиях культуры в Предгорном Крыму».

Список литературы

1. Александрова М. С. Хвойные растения в вашем саду / М. С. Александрова, П. В. Александров. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 160 с.
2. Аннотированный каталог растений Ботанического сада Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского / [под ред. А. И. Репецкой]. – Симферополь: Ариал, 2014. – 184 с.
3. Былов В. Н. Основы сравнительно сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 7–31.
4. Грюссман Г. Хвойные породы / Г. Грюссман. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 256 с.
5. Козловский Б. Л. Итоги интродукции древесных растений в Ботаническом саду ЮФУ / Б. Л. Козловский, М. В. Куропятников, О. И. Федоринова. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 226 с.
6. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета (экология, биология, география) / [Б. Л. Козловский, А. Я. Огородников, Т. К. Огородникова и др.] – Ростов н/Д., 2000. – 144с.
7. Котелова Н. В. Оценка декоративности деревьев и кустарников по сезонам года / Н. В. Котелова, О. Н. Виноградова // Физиология и селекция растений, озеленение городов. – М.: МЛТИ, 1974. – С.37–44.
8. Кохно Н. А. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине / Н. А. Кохно, А. М. Курдюк– Ичня: ПП Формат, 2010. – 188 с.
9. Крекова Я. А. Оценка декоративных признаков у видов рода *Picea* Dieter в Северном Казахстане / Я. А. Крекова, А. В. Даничева, С. В. Залесов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа: www.science-education.ru/121-17204
10. Кученева Г. Г. К методике комплексной оценки древесных растений для целей озеленения / Г. Г. Кученева // Бюл. Гл. бот. сада. – 1986. – Вып. 142. – С.54–59.

11. Лапин П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1973. – С. 7–67.
12. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. – М.: Изд-во Мин-ва с/х РСФСР, 1960. – 182 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6 (декоративные культуры). – М.: Колос, 1968. – 223 с.
14. Остапко В. М. Шкала оценки декоративности петрофитных видов флоры юго-востока Украины / В. М. Остапко, Н. Ю. Кунец // Интродукція рослин. Киев, 2009. № 1. – С. 18–22.
15. Репецкая А. И. Основные направления формирования дендрологической коллекции Ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского / А. И. Репецкая // Материалы международно научно-практической конференции «Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений». – Батуми, 2013. – С. 202–204.
16. Репецкая А. И. Структура и динамика коллекции Ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского (2004–2014 гг.) / Репецкая А. И. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), № 5. – С. 3–18.
17. Репецкая А. И. Голосеменные растения Ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского / А. И. Репецкая, В. В. Леонов, И. Г. Савушкина, С. С. Сейт-Аблаева // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 4. – С. 174–180.
18. Ботанический сад Таврического национального университета им. В. И. Вернадского / [А. И. Репецкая, И. Г. Савушкина, В. В. Леонов, Л. Ф. Кирпичева]. – К.: Лыбидь, 2008. – 232 с.
19. Трулевич Н. В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений / Н. В. Трулевич. – М.: Наука, 1991. – 216 с.
20. Шевырева Н. Хвойные растения. Большая энциклопедия / Наталия Шевырева, Татьяна Коновалова. – М.: Эксмо, 2012. – 280 с.

Savushkina I. G., Seit-Ablaeva S. S. Technique of assessment of the decorative genus *Juniperus* L. representatives // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 97–105.

The new scale for assessing the decorativeness of the genus *Juniperus* L. representatives is offered. The study results of decorative qualities of 5 species and 15 cultivars of juniper from the collection of the N. B. Bagrov Botanical Garden of the Crimean Federal V. I. Vernadsky University are given. 6 highly decorative and 12 decorative taxa are defined. Recommendations on use of the studied species and cultivars in gardening are given.

Key words: *Juniperus*, juniper, decorative assessment, technique, scale, botanical garden, Foothill Crimea.

Поступила в редакцию 26.11.2015 г.

ВЛАДИСЛАВ ИВАНОВИЧ ВАСИЛЕВИЧ – УЧЕНЫЙ, ПЕДАГОГ, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Котов С. Ф.

*Таврическая академия ФГОАУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, sftkv@ukr.net*

В статье отображены основные этапы научной, педагогической и организационной деятельности заслуженного деятеля науки Российской Федерации, вице-президента Русского ботанического общества, профессора В. И. Василевича.

Ключевые слова: В. И. Василевич, ботаника, Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН.

Владислав Иванович Василевич не имеет орденов и медалей, не является лауреатом громких премий, но его труды в области фитоценологии подняли эту науку на качественно новый уровень.

Владислав Иванович Василевич родился 30 сентября 1935 года в селе (с 1942 г. – город) Вятские Поляны Кировской области, в учительской семье. С ранних лет Владислав Иванович проявлял интерес к исследованию родной природы. Любовь к растениям Владиславу Ивановичу привил его отец, Иван Пантелеймонович, который работал в местном педагогическом институте. Благодаря исследованиям отца, Владислав Иванович, еще в школе узнал многие виды растений, познакомился с методиками описания растительных сообществ.

В 1953 году В. И. Василевич поступил на биолого-почвенный факультет Ленинградского государственного университета, где специализировался на кафедре геоботаники. Своими учителями Владислав Иванович считал известных ученых того времени А. П. Шенникова и А. А. Ниценко. Владислав Иванович всегда с теплотой отзывался о А. А. Ниценко, взгляды которого оказали большое влияние на формирование В. И. Василевича как ученого. Впоследствии, Владислав Иванович отдал дань памяти своим учителям в научных публикациях [1, 2]. После окончания университета в 1958 году Владислав Иванович поступает в аспирантуру при кафедре геоботаники, где работает над диссертацией на соискание ученой степени кандидата биологических наук, которую защищает в 1962 году [3].

В 1960 году Владислав Иванович перешел на работу в Ботанический институт АН СССР в лабораторию экспериментальной геоботаники, которую возглавлял А. П. Шенников; впоследствии Владислав Иванович становится заведующим лаборатории растительности лесной зоны, возглавляет Отдел геоботаники. За это время Владислав Иванович участвует в многочисленных экспедициях, сам возглавляет экспедиции в Печоро-Илычский заповедник, экспедицию по Северо-Западу России. В результате были собраны обширные материалы по растительности этих регионов, которые легли в основу многочисленных публикаций.

Через всю научную деятельность Владислава Ивановича красной нитью проходит стремление ввести в геоботанику объективные методы количественного анализа. Уже в самых первых своих научных работах Владислав Иванович использует методы математической статистики. В 1967 году им защищена докторская диссертация «Статистические методы в геоботанике», материалы которой легли в основу одноименной монографии, изданной в 1969 году [4, 5]. Выход этого труда из печати – одна из знаменательных вех в истории геоботаники в СССР. Книга на многие годы стала учебным пособием для широкого круга исследователей ботаников. В монографии детально проанализирована мировая литература по применению количественных методов в геоботанике; одновременно предложен ряд авторских подходов к анализу материала в разных разделах фитоценологии. Можно считать, что Владислав Иванович основал школу количественной геоботаники в СССР и школа эта огромная по числу исследователей составляющих ее. По образному выражению одного из фитоценологов, начиная с этого времени (момента выхода книги из печати) во всех геоботанических работах стали использоваться хотя бы элементарные методы статистической обработки материала. Во многом книга актуальна и по сей день.

В своей научной работе Владислав Иванович большое внимание уделял вопросам теоретической фитоценологии. Итогом его работ в этой области явилась монография «Очерки теоретической фитоценологии» [6]. Отдельные главы издания посвящены фундаментальным разделам геоботаники. Растительное сообщество рассматривается как часть экосистемы, со своими специфическими свойствами. В силу слабой дифференциации экологических ниш видов наблюдается их перекрытие, что приводит к конкуренции за ресурсы среды и обуславливает фитоценологическую замещаемость видов. Последнему обстоятельству способствует относительная неспецифичность воздействия видов растений на среду. Книга широко обсуждалась в научном сообществе, не утратила своей значимости и часто цитируется в научных работах как фундаментальный труд по фитоценологии.

Одним из приоритетных направлений в научно-исследовательской деятельности В. И. Василевича всегда была классификация растительности. Владислав Иванович разработал свой оригинальный подход к классификации растительных сообществ, который он назвал эвристико-статистическим методом. Владислав Иванович указывал, что «Существует серьезный разрыв между количественной классификацией и собственно геоботаникой» [7: с. 19]. Этот разрыв предложено ликвидировать, предварительно выделяя провизорные группы, используя информацию о сходстве и различии растительных сообществ, а затем тестировать правильность выделения этих групп с помощью статистических методов. Эвристико-статистический метод был применен при классификации растительности Северо-Запада России.



В. И. Василевич и С. Ф. Котов во время экскурсии по нагорью Чатыр-Даг (1987 г.)

Владислав Иванович является автором свыше 200 научных работ, опубликованных в ведущих ботанических изданиях. Работы Владислава Ивановича отличает тщательность исполнения, глубокий анализ мировой литературы; они базируются на скрупулезно изученном богатом материале, собранном в многочисленных экспедициях.

В. И. Василевич ведет активную педагогическую деятельность. Под его руководством защищено более 10 кандидатских диссертаций; с 1994 года Владислав Иванович является профессором кафедры геоботаники Санкт-Петербургского университета и читает ряд курсов. В конце 80-х годов Владислав Иванович дважды приглашался для чтения лекций в Симферопольский государственный университет имени М. В. Фрунзе (ныне Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского) и читал курс «Избранные главы теоретической фитоценологии».

Владислав Иванович Василевич на протяжении всей своей жизни много времени уделяет организаторской работе – помимо участия в редколлегии многих научных изданий, Владислав Иванович являлся секретарем Всесоюзного ботанического общества; ныне он вице-президент Русского ботанического общества. В. И. Василевич в разные годы возглавлял лабораторию растительности лесной зоны, Отдел геоботаники, был заместителем директора БИН АН СССР по научной работе.

Во всех своих делах В. И. Василевич всегда занимал честную, принципиальную позицию и всегда ее отстаивал.

В 1990 году Владиславу Ивановичу было присвоено звание профессора, а в 1999 году звание заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Василевич В. И. Андрей Александрович Ниценко / В. И. Василевич // Ниценко А. А. Растительная ассоциация и растительное сообщество как первичные объекты геоботанического исследования. Сущность, свойства и методы выделения. – Л.: Наука, 1971. – С. 3–5.
2. Василевич В. И. Александр Петрович Шенников (1888–1962) / В. И. Василевич, Т. К. Юрковская. – М.: Наука, 2007. – 114 с.
3. Василевич В. И. Геоботанический анализ сосновых боров европейской части СССР: автореферат дис. на получение науч. степ. канд. биол. наук / В. И. Василевич; Тартуский университет. – Тарту, 1962. – 19 с.
4. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике: автореферат дис. на получение науч. степ. доктора. биол. наук / В. И. Василевич; Ботанический институт им. В. Л. Комарова. – Л., 1967. – 29 с.
5. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
6. Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии / В. И. Василевич. – Л.: Наука, 1983. – 247 с.
7. Василевич В. И. Эвристико-статистический метод классификации растительности / Василевич В. И. // Взаимосвязи компонентов лесных и болотных экосистем средней тайги Приуралья. – Л.: Наука, 1980. – С. 18–31.

Kotov S. F. Vladislav Ivanovich Vasilevich – scientist, pedagogue, science organizer (to the 80th anniversary of the birth) // Ekosystemy. Simferopol: CFU, 2015. Iss. 1 (31). P. 106–108

Main stages of scientific, pedagogical and organizational activity of the professor V. I. Vasilevich, an honored scientist of the Russian Federation and vice-president of the Russian Botanical Society, are described in the article

Key words: V. I. Vasilevich, botany, V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences.

Поступила в редакцию 21.12.2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Переварюха А. Ю. К вопросу восприятия форм нелинейности по данным наблюдений в построении популяционных моделей	3
Гольдин Е. Б. Комплексное использование биомассы цианобактерий: отходы переработки как источник биоцидных препаратов	14
Андреева Н. А., Копытина Н. И. Альгофлора и микобиота морского перифитона в местах содержания дельфинов афалин (<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821)	21
Стельмах Л. В. Сезонная изменчивость удельной скорости выедания фитопланктона микрозоопланктоном в прибрежных поверхностных водах Черного моря в районе Севастополя	30
Репецкая А. И., Парфенова И. А. Сквер 70-летия Великой Отечественной войны (Севастополь): современное состояние и проектные предложения.....	41
Потапенко И. Л., Летухова В. Ю., Клименко Н. И. Парк-памятник садово-паркового искусства местного значения санатория «Сокол» (Судак, Юго-Восточный Крым)	53
Летухова В. Ю., Потапенко И. Л. Новая популяция <i>Ophrys oestriфера</i> M. Vieb. (<i>Orchidaceae</i>) в Юго-Восточном Крыму	61
Юдина В. Н., Присянникова И. Б. Фитотрофные облигатно-паразитические грибы розария Ботанического сада Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского	66
Матрухан Т. І. Формування орнітокомплексів долинних місць мешкання в Північному Приазов'ї	74
Иванов С. П., Сволынский А. Д. Особенности фенологии цветения ранневесенних меллитофильных орхидей (<i>Orchidaceae</i>) в Крыму	85
Савушкина И. Г., Сеит-Аблаева С. С. Методика оценки декоративности представителей рода <i>Juniperus</i> L.	97
Котов С. Ф. Владислав Иванович Василевич – ученый, педагог, организатор науки (к 80-летию со дня рождения)	106